DISERTASI

MODEL MONITORING DAN EVALUASI
PEMBERLAKUAN STANDAR MUTU PERKERASAN JALAN
BERBASIS PENDEKATAN SISTEMIK

Oleh:
Agus Taufik Mulyono
NIM : L5A004016

Diajukan sebagai Bahan Ujian Terbuka Disertasi
dan sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Doktor Teknik Sipil
Program Pascasarjana Universitas Diponegoro

2007

DOKTOR TEKNIK SIPIL
PROGRAM PASCASARJANA UNIVERSITAS DIPONEGORO
Jl. Hayam Wuruk No.5-7 Semarang, Indonesia
Telp./Fax. (024) 8311946/8311802. E-mail: dts-undip@plasa.com.
Website: www.dts-undip.org

HALAMAN PENGESAHAN

DISERTASI

MODEL MONITORING DAN EVALUASI
PEMBERLAKUAN STANDAR MUTU PERKERASAN JALAN
BERBASIS PENDEKATAN SISTEMIK

Oleh:
Agus Taufik Mulyono
NIM : L5A004016

Diajukan sebagai Bahan Ujian Terbuka Disertasi
dan sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Doktor Teknik Sipil
Program Pascasarjana Universitas Diponegoro

Semarang, 10 November 2007
Mahasiswa,

(Agus Taufik Mulyono)
NIM. L5A004016

Menyetujui,

Promotor	Ko-Promotor
(Prof. Ir. Pinardi Koestalam, M.Sc)	(Dr. Ir. Bambang Riyanto, DEA) NIP.131668517

Mengetahui :
Ketua Program Doktor Teknik Sipil
Program Pascasarjana Universitas Diponegoro

(Prof. Ir. Joetata Hadihardaja)
NIP. 130 237 471

LEMBAR PERSETUJUAN TIM PENGUJI

Disertasi ini telah diperbaiki dan disempurnakan berdasarkan masukan dan koreksi Tim Penguji pada ujian tertutup tanggal 27 Oktober 2007 di Program Pascasarjana Universitas Diponegoro, yang selanjutnya disusun kembali sebagai bahan ujian terbuka tanggal 24 November 2007 di Program Pascasarjana Universitas Diponegoro, Semarang.

Semarang, 10 November 2007
Mahasiswa,

(Agus Taufik Mulyono)
NIM. L5A004016

Disetujui Tim Penguji Disertasi tanggal 24 November 2007:

1. Prof. Ir. Suryo Hapsoro Tri Utomo, Ph.D. 1. .....
2. Prof. Dr.Ing. Ir. M.Yamin Jinca, M.STr. 2. .....
3. Prof. Sunyoto Usman, M.Sc., Ph.D. 3. .....
4. Ir. Iwan K. Hadihardaja, M.Sc., Ph.D. 4. .....
5. Prof. Drs. Y. Warella, MPA., Ph.D. 5. .....
6. Prof. Ir. Joetata Hadihardaja 6. .....
7. Dr. Ir. Bambang Riyanto, DEA. 7. .....
8. Prof. Ir. Pinardi Koestalam, M.Sc. 8. .....

Mengetahui:
Ketua Program Doktor Teknik Sipil
Program Pascasarjana Universitas Diponegoro

(Prof. Ir. Joetata Hadihardaja)
NIP. 130 237 471

PERNYATAAN KEASLIAN KARYA ILMIAH

Yang bertanda tangan di bawah ini, nama Agus Taufik Mulyono, dengan ini menyatakan bahwa disertasi yang berjudul ”Model Monitoring dan Evaluasi Pemberlakuan Standar Mutu Perkerasan Jalan Berbasis Pendekatan Sistemik”, adalah karya ilmiah penulis sendiri, dan belum pernah digunakan untuk mendapatkan gelar dimanapun.

Karya ilmiah ini sepenuhnya milik penulis, dan semua informasi yang ditulis dalam disertasi yang berasal dari penulis lain telah diberi penghargaan, yaitu mengutip sumber dan tahun penerbitannya. Oleh karena itu semua tulisan dalam disertasi ini sepenuhnya menjadi tanggung jawab penulis. Apabila ada pihak manapun yang merasa ada kesamaan judul dan atau hasil temuan dalam disertasi ini, maka penulis siap untuk diklarifikasi dan mempertanggungjawabkan segala resiko.

Semarang, 10 November 2007

Yang membuat pernyataan,

Penulis,

Agus Taufik Mulyono

NIM: L5A004016

UCAPAN TERIMA KASIH

Rasa syukur yang sangat dalam kehadirat Alloh SWT yang telah melindungi hati, pikiran,ucapan dan tingkah laku saya dalam menghadapi segala permasalahan hidup ini, terutama detik-detik finalisasi disertasi. *Semua ini tidak terlepas dari doa yang ikhlas Ibunda Hj.Dewi Solechah, istri Hj. Mursilah Barida dan anak-anak tercinta Anisa Haqul Fauzia, Anisa Haqul Khoiria, Satrio Tunggul Satoto Jagad, serta saudara dan kerabat.*

Rasa terima kasih kepada Rektor UGM yang telah memberikan surat ijin belajar S3; Dekan Fakultas Teknik UGM dan Ketua Jurusan Teknik Sipil & Lingkungan FT UGM yang telah memproses surat ijin belajar S3 serta kolega dosen senior KBK Transportasi JTSL FT UGM.

Rasa terima kasih yang dalam kepada tim manajemen PUSTRAL UGM: Ir.Heru Sutomo, M.Sc., Ph.D.; Prof. Dr. Ir. Danang Parikesit, M.Sc.; Dr. Ir. Olly Norojono,M.Sc.; Ir. Arif Wismadi, M.Sc.; Hengki Purwoto, SE.,MA.; dan teman-teman peneliti PUSTRAL UGM: Joewono Soemardjito, ST., M.Si.; Nunu Lutfi, ST.; Kurniawati, ST.; Lilik Wachid Budi Susilo, ST., MT.; Juhri Iwan Agriawan, ST.; Iwan Puja Riyadi; Fajar Saumatmaji, ST.; Dwi Ardianta Kurniawan, ST.; Restu Novita Rini Djarwoningrum, ST.; Tri Jayanti, ST.; Yohanes Nunung Dwi Saputro, ST.; Imam Muthohar, ST., MT.; Hendra Edi Gunawan, ST.; Wahyuntoro, S.Si.; Novindya Agung Yudhanto, ST.; dan teman-teman administrasi Sari Hartanti, SE.; Dwi Rusmiati Agustin, SE.; Nurmi Herlinawati; Emmy Widiastuti, S.Sos.; Esti Diana Sari, Dwi Ratna; Hanam Romadhon; Muh.Tarom; M.Mansyur; Marsono; Narti.

Rasa terima kasih yang tulus kepada dewan peneliti Pustral UGM: Prof. Dr. Sunyoto Usman; Dr. Ir. Akhmad Suraji, MT.; Bambang Hudayana, MA.; Berlian Kushari, ST., M.Eng.; serta para senior pemberi semangat: Prof. Dr. Ir. Indarto; Prof. Dr. Ir. Bambang Triatmojo; Dr. Ir. Bambang Susantono; Prof. Dr. Ir. Chafid Fandeli, M.S.; Ir. Harris Batubara, M.Eng.Sc.; Prof. Dr. Ir. Yamin Jinca; Prof. Dr. Wimpy Santosa; Dr. Ir. Aloysius Tjan; Dr. Ir. Sunyoto; Dr. Ir. Agus Maryono; Dr. Pramono Hadi, M.Sc.; Prof. Dr. dr. Adi Heru Sutomo; Dr. Ir. M. Irfan; Dr. Ir. Tumiran; Dr. Ir. Lukito Edi Nugroho, M.Sc.; Drs. Joko Pitoyo,MSi; Dr. Fahmi Radhi; Sulistyowati, S.H., M.Hum.; Drs. Sentot Hariyanto, M.Si; Ir. Max Antameng, Ph.D.; Drs. Edi Prasetyo; Ir. Iwan Nusyirwan; Ir. Suharyono, M.Eng.Sc.; Ir. Tri Joko, M.Eng.Sc.; Ir. Dudi, MM.; Ir. Citra, MM.; Ir. Woro Indah Widiastuti; Ir. Rahmat, M.STr.; Drs. Benyamin Sura, MBA; Ir. Yani Agustin, M.Sc.; Ir. Bachnas, M.Sc.; Ir. Ircham, M.T.; Ir. Gendut Hantoro, M.T.; Ir. Langgeng Mulyo, CES.; Dr. Sudibyakto, M.Sc.; Dr. Ir. Waldijono, M.S.; Dra. Handayani, MBA; Dr. Sri Hadiatmi;

Rasa terimakasih yang ceria kepada teman-teman peserta Program DTS UNDIP Semarang (Sriyana, Edi Sriyono, Suharyanto, Suyitno, Burhan, Zilhardi, Hari Nugroho, Alfalah, Muhrozi, Himawan, Tutik, Kartono, Sumirin, Bambang Hendroyo, Agus Winarso, Ilham, Supadi, Puji, dan lainnya yang tidak dapat disebutkan satu per satu).

Disertasi ini kupersembahkan untuk *ibundaku tercinta Hj. Dewi Solechah, istriku tercinta Ir. Hj. Rr. Mursilah Barida dan anak-anakku tersayang: Anisa Haqul Fauzia (Putri – SMA Taruna Nusantara, Magelang), Anisa Haqul Khoiria (Nisa – International High School, Monte Vista, Colorado, USA) dan Satrio Tunggul Satoto Jagad (Jagad - SD Negeri Ungaran III, Yogyakarta)*, serta saudara-saudaraku: Ir. Rina Farida, MT.; Agus Bastian, SE., MM.; Ir. Rofyan Bastaman, Siti Aminah; Gatot Sukartono; Subagiyo.

KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan ke hadirat Tuhan Yang Maha Esa, atas berkat rahmat dan taufiq-Nya maka disertasi ini dapat diselesaikan. Disertasi ini telah diperbaiki dan disempurnakan berdasarkan masukan dan koreksi Tim Penguji pada saat ujian tertutup tanggal 27 Oktober 2007, selanjutnya disusun kembali sebagai bahan ujian terbuka tanggal 24 November 2007 untuk memperoleh gelar Doktor Teknik Sipil di Universitas Diponegoro. Model Monitoring dan Evaluasi Pemberlakuan Standar Mutu Perkerasan Jalan Berbasis Pendekatan Sistemik yang hierarkis dan komprehensif telah dibangun dalam perangkat lunak yang selanjutnya disebut model MESTAM_JALAN. Model tersebut bermanfaat sebagai salah satu alternatif perangkat teknis bagi pemerintah pusat untuk memonitor dan mengevaluasi mutu perkerasan jalan nasional dan propinsi di tiap wilayah kerja melalui pengembangan dan pengoperasian model MESTAM_JALAN yang dapat terintegrasi secara *on line* (jaringan internet).

Pada kesempatan yang berbahagia ini, penulis mengucapkan terima kasih yang sedalam-dalamnya kepada :

1. Prof. Dr. dr. Susilo Wibowo, MED., Sp.And., Rektor Universitas Diponegoro dan Ketua Tim Penguji Disertasi;
2. Prof. dr. H. Soebowo, DSPA, Sekretaris Senat Universitas Diponegoro dan Sekretaris Tim Penguji Disertasi;
3. Prof. Ir. Suryo Hapsoro Tri Utomo, Ph.D., Guru Besar Transportasi Fakultas Teknik Universitas Gadjah Mada, Sekretaris Direktorat Jenderal Pendidikan Tinggi Depdiknas dan Penguji Disertasi;
4. Prof. Ir. Joetata Hadihardaja, Ketua Program Doktor Teknik Sipil Program Pascasarjana Universitas Diponegoro dan Penguji Disertasi;
5. Prof. Drs. Y. Warella, MPA., Ph.D., Direktur Program Pascasarjana Universitas Diponegoro dan Penguji Disertasi;
6. Prof. Dr.Ing. Ir. M.Yamin Jinca, M.STr., Guru Besar Transportasi Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin dan Penguji Disertasi;
7. Prof. Sunyoto Usman, M.Sc., Ph.D., Guru Besar Sosiologi Fakultas Sosial dan Ilmu Politik Universitas Gadjah Mada dan Penguji Disertasi;
8. Ir. Iwan K. Hadihardaja, M.Sc., Ph.D., *Associate Professor* Fakultas Teknik Institut Teknologi Bandung dan Penguji Disertasi;
9. Prof. Ir. Pinardi Koestalam, M.Sc., Guru Besar Transportasi Program Doktor Teknik Sipil Program Pascasarjana Universitas Diponegoro, Promotor dan Penguji Disertasi;
10. Dr. Ir. Bambang Riyanto, DEA, *Associate Professor* Fakultas Teknik Universitas Diponegoro, Ko-Promotor dan Penguji Disertasi;
11. Prof. Dr. Ir. Bambang Ismanto, M.Sc. (almarhum), Guru Besar Transportasi dan Ketua KBK Transportasi Fakultas Teknik Institut Teknologi Bandung dan Penilai Kelayakan Naskah Disertasi;
12. Dr. Ir. Suharyanto, M.Sc, Sekretaris Program Doktor Teknik Sipil Program Pascasarjana Universitas Diponegoro; dan
13. Prof. Ir. M. Sahari Besari, Ph.D.; Dr. Ir. Robert J. Kodoatie, M.Eng.; Ir. M. Agung Wibowo, M.M., M.Sc., Ph.D.; Ir. Suseno Darsono, M.Sc., Ph.D.; Ir. Suripin, M.Eng., Ph.D.; Prof. Ir. Supriharyono, M.Sc., Ph.D.; Prof. Dr. Mustafid, M.Sc.; Ir. Sri Rabandiyani, Ph.D.; Dr. Ir. Nurrozi, M.S. dan Dr. Ir. Sri Tujono, beserta seluruh staf administrasi dan karyawan Program Doktor Teknik Sipil, Program Pascasarjana Universitas Diponegoro.

Saran dan nasehat sangat diharapkan sehingga disertasi ini dapat bermanfaat bagi masyarakat, bangsa dan negara khususnya bagi penulis agar lebih konsisten untuk mengembangkan dan menerapkan hasil penelitian ini.

Semarang, 10 November 2007
Penulis,

ABSTRAK

Kerusakan struktural perkerasan jalan di Indonesia sering terjadi sebelum umur layanan selesai. Peningkatan investasi pengelolaan perkerasan jalan juga tidak menunjukkan hubungan linier positip terhadap pencapaian mutu perkerasan jalan di berbagai ruas jalan nasional dan propinsi. Kondisi ini memunculkan pertanyaan mendasar tentang bagaimana sesungguhnya pemberlakuan standar mutu perkerasan jalan tersebut dimonitor dan dievaluasi. Meskipun saat ini sudah banyak konsep model untuk mengendalikan implementasi standar mutu tetapi konsep tersebut belum menjelaskan hierarki setiap elemen dari bagian-bagian sistem pemberlakuannya secara komprehensif. Oleh karenanya diperlukan monitoring dan evaluasi pemberlakuan standar mutu yang dibangun sebagai struktur *logic model* yang hierarkis, komprehensif dan sistemik sebagai salah satu alternatif untuk menyempurnakan kekurangan beberapa konsep model yang sudah ada.

Penelitian ini dimaksudkan untuk mengembangkan suatu model monitoring dan evaluasi pemberlakuan standar mutu perkerasan jalan nasional dan propinsi di Indonesia. Pengembangan model tersebut dilakukan secara deduktif dengan pendekatan sistemik berbasis *logic model* dengan metoda *Analytical Hierarchy Process* (*AHP*). Pendekatan ini untuk merepresentasikan struktur dan hierarki berbagai subsistem termasuk faktor, variabel beserta indikator dan parameternya dalam suatu rangkaian sistemik: *input-process-output-outcome-impact*. Selanjutnya konsep model tersebut diverifikasi dan divalidasi dengan empat tahapan survai pendapat pakar lebih dari 200 responden yang tersebar di 28 propinsi di Indonesia dengan latar belakang praktisi, akademisi, dan pakar di bidang perkerasan jalan. Survai pertama mengidentifikasi kinerja pemberlakuan standar mutu saat ini dan kerusakan struktural perkerasan jalan. Survai kedua mengidentifikasi dan memverifikasi 14 faktor, 131 variabel beserta indikator dan parameternya yang mempengaruhi pemberlakuan standar mutu. Survai ketiga adalah memverifikasi pengelompokan variabel dari 131 menjadi 50 variabel dan memvalidasi tingkat pengaruh variabel. Survai keempat adalah memvalidasi tingkat perbandingan kepentingan antar 50 variabel terhadap faktor pemberlakuan standar mutu.

Hasil identifikasi menunjukkan kerusakan struktural perkerasan jalan nasional dan propinsi banyak terjadi pada awal umur pelayanannya karena ketidaktepatan prosedur (tatacara) pelaksanaan dan pengawasan kualitasnya terhadap standar mutu yang digunakan. Secara umum, jenis kerusakan struktural tersebut adalah: (i) permukaan perkerasan hasil pembangunan jalan baru mengalami penurunan (ambles) dan bergelombang, dan (ii) permukaan perkerasan hasil peningkatan dan pemeliharaan berkala mengalami retak (*cracking*) dan berlubang (*pothole*). Monitoring dan evaluasi pemberlakuan standar mutu perkerasan jalan dimodelkan dalam struktur hierarki yang komprehensif berbasis pendekatan sistemik, terdiri atas 5 (lima) subsistem, 14 faktor dan 50 variabel. Bobot subsistem terhadap sistem pemberlakuan standar mutu, adalah: (i) *Input* 32,5% terdiri atas: sumber daya manusia pengendali mutu (15,1%), utilisasi alat uji (7,9%), utilisasi bahan uji (6,4%), dan tampilan format standar (3,1%); (ii) *Process* 19,7% terdiri atas: sosialisasi (8,0%), implementasi (5,9%), manajemen data (3,1%), dan distribusi (2,8%); (iii) *Output* 19,1% terdiri atas: tingkat pencapaian mutu (11,2%) dan tingkat pencapaian sosialisasi (7,9%); (iv) *Outcome* 15,0% terdiri atas: tingkat kekuatan struktural (9,0%) dan tingkat kekuatan fungsional (6,0%); *Impact* 13,7% terdiri atas: tingkat kemantapan jalan (7,8%) dan tingkat kenyamanan jalan (5,9%). Hasil penelitian menunjukkan bahwa terdapat 5 (lima) faktor dominan yang signifikan mempengaruhi pemberlakuan standar mutu secara sistemik, yaitu sumber daya manusia, sosialisasi standar mutu, pencapaian mutu, kekuatan struktural dan kemantapan jalan. Dalam penelitian ini, hasil pemodelan tersebut ditransformasikan menjadi perangkat lunak berbasis pemrograman Delphi bernama MESTAM_JALAN (Monitoring dan Evaluasi Pemberlakuan STAndar

Mutu JALAN). Perangkat lunak ini digunakan untuk menghitung kecenderungan pengaruh variabel terhadap faktor pemberlakuan standar mutu dan merumuskan solusi dan rekomendasi untuk memperbaiki kinerja pemberlakuan standar mutu perkerasan jalan. Secara praktis, hasil penelitian ini dapat digunakan untuk menunjukkan hasil evaluasi mutu perkerasan jalan antar ruas jalan dalam wilayah tertentu sebagai dasar perbaikan penanganan jalan nasional dan propinsi di Indonesia.

Kata kunci: evaluasi, hierarki, komprehensif, *logic model,* monitoring, pemberlakuan, perkerasan jalan, sistemik, standar mutu

ABSTRACT

Structural damages of road pavement in Indonesia often occur before end of its service life. Increased investment for managing road pavement does not show positive linear relationship towards quality achievement of road pavement in many sections of national and provincial road networks. This condition leads to a fundamental question of how application of quality standards for road pavement is monitored and evaluated. Though, there are some conceptual models for controlling application of quality standards however those models do not describe comprehensively hierarchy of every single element of the application of quality standard systems. Therefore, a hierarchycal, comprehensive, and systemic monitoring and evaluation system for the application of quality standards based on logic model structure is required as one of alternatives to improve previous existing models.

This research aims to develop a model of monitoring and evaluation system of application of road pavement quality standards application for national and provincial road networks in Indonesia. The development of the conceptual model was undertaken deductively using a systemic approach of logic model and structured into Analytical Hierarchy Process (AHP). This approach is to represent structure and hierarchy of subsystems including factors, variables and indicators as well as parameters in the form of systemic chains: input-process-output-outcome-impact. Furthermore, the conceptual model was verified and validated by using four survey stages of expert opinions with more than 200 respondents of practioners, academicians, experts in the field of road pavements from 28 provinces in Indonesia. The first survey identified current performance of the application of quality standards and structural damages of road pavements. The second survey identified and verified 14 factors, 131 variables including indicators and parameters of quality standards application. The third survey verified cluster of 131 into 50 variables and validated their influence. The fourth survey validated comparative level of importance among 50 variables towards factors of quality standards application.

Finding of the identification show that structural damages of road pavement both national and provincial mostly occur in the beginning of its life services. It is due to inappropriate procedure of construction and quality control towards quality standards application. Types of those structural damages are: (i) displacement and corrugation of surface pavement newly constructed, and (ii) cracking and pothole of surface pavement as a results of improvement and maintenance. Monitoring and evaluation of road pavement quality standards application was therefore modelled into hierarchy which is comprehensive based on systemic approach, consisting of 5 (five) subsystems, 14 factors and 50 variables. Proportion of subsystems toward the quality standards application sytems is that (i) Input 32,5% consisting of : human resources of quality control (15,1%), utilisation of testing instruments (7,9%), utilisation of testing materials (6,4%), dan peformance of standard form (3,1%); (ii) Process 19,7% consisting of: socialisation (8,0%), implementation (5,9%), data management (3,1%), and distribution (2,8%); (iii) Output 19,1% consisting of: achievement level of quality (11,2%) and achievement level of socialisation (7,9%); (iv) Outcome 15,0% consisting of: level of structural strength (9,0%) and level functional strenght (6,0%); Impact 13,7% consisting of: level of stable road (7,8%) and comfortable road (5,9%) respectively. Findings of this research show that 5 factors are significantly dominant to lead to application of quality standards. Those factors are (1) human resource, (2) quality standard socialisation, (3) quality achievement, (4) structural strength and stable road. In this research, the result of modelling was transformed into a software based on Delphy programming called MESTAM_JALAN (Monitoring dan Evaluasi Pemberlakuan STAndar Mutu JALAN). This software is used to determine influential trend of variables towards factors of quality standards applications and to suggest solutions and recommendations for improving performance of the quality standards application further. The findings of the research can be practically utilised to describe any results of road pavement performance evaluation for any road sections in a certain region as part of fundamental basis for improving road pavement management

sytems of national and provincial road networks in Indonesia. Practically, the result of the research can be used to show findings of quality evaluation of road pavement between road sections of any region as a basis of further improvement of national and provincial road management in Indonesia.

Keywords: comprehensive, evaluation, hierarchy, implementation, logic model, monitoring, quality standard, road pavement, systemic

INTISARI

Jaringan jalan nasional dan propinsi merupakan salah satu infrastruktur dasar yang memiliki peran sentral dalam meningkatkan aksesibilitas wilayah dan mobilitas penduduk. Oleh karena itu, mutu perkerasan jalan harus dijamin mampu memberikan pelayanan prima kepada masyarakat. Berkaitan dengan pengelolaan jaringan jalan tersebut, pemerintah telah mengembangkan SNI maupun NSPM bidang jalan yang terkait dengan proses dan produk perkerasan jalan di seluruh wilayah Indonesia. Namun demikian jaringan jalan nasional dan propinsi sering mengalami kerusakan struktural sebelum usia layanan tercapai. Kerusakan tersebut hanya dievaluasi karena pengaruh air dan beban kendaraan berlebih, sementara itu fakta di lapangan menunjukkan bahwa kegagalan konstruksi jalan disebabkan tidak tercapainya kualitas pelaksanaan pekerjaan sesuai standar mutu. Sejak tahun 2002 sampai dengan 2005, peningkatan nilai investasi pengelolaan jalan nasional dan propinsi sebesar 7,42% per tahun, sementara itu pertambahan panjang jalan rusak dan peningkatan nilai IRI permukaan jalan masing-masing sebesar 4,79% per tahun dan 13,29% per tahun. Fakta tersebut menunjukkan tidak adanya korelasi positip antara peningkatan investasi pengelolaan jalan dengan peningkatan kemantapan perkerasan jalan, meskipun standar mutu perkerasan jalan yang digunakan sama. Berdasarkan fakta tersebut, pertanyaan mendasar adalah mengapa kegagalan mutu jalan terjadi dan bagaimana sesungguhnya kondisi penerapan standar mutu jalan di Indonesia. Berbagai pengalaman empirik menyatakan bahwa kegagalan mutu perkerasan jalan dapat disebabkan oleh banyak hal, antara lain: (i) kesalahan perencanaan dan desain perkerasan; (ii) ketidaksesuaian pelaksanaan konstruksi perkerasan terhadap spesifikasi teknis; (iii) ketidaksesuaian laporan administrasi proyek terhadap fakta lapangan; dan (iv) ketidaktepatan pengendalian mutu pelaksanaan pekerjaan terhadap standar mutu yang digunakan. Fakta tersebut menunjukkan bahwa sistem pemberlakuan standar mutu untuk penanganan perkerasan jalan telah menjadi isu utama di Indonesia. Permasalahan penerapan standar mutu dapat bersinggungan dengan lembaga terkait yang memiliki otoritas mengembangkan dan mengeluarkan standar mutu. Selain itu, timbul pertanyaan siapa lembaga yang berwenang memastikan standar mutu yang telah dikeluarkan dapat diterapkan, serta bagaimana metode monitoring dan evaluasi pemberlakuannya agar dapat memberikan umpan balik dan perbaikan yang menerus.

Berdasarkan berbagai permasalahan tersebut, suatu sistem yang komprehensif diperlukan untuk menstrukturkan secara hierarki terhadap berbagai elemen, faktor, variabel dari keseluruhan pemberlakuan standar mutu perkerasan jalan sehingga setiap standar mutu yang diterapkan dapat dimonitor dan dievaluasi dengan tepat. Penelitian ini merupakan suatu upaya untuk menjawab pertanyaan-pertanyaan dan permasalahan penerapan standar mutu perkerasan jalan di Indonesia. Tujuan penelitian ini adalah mengembangkan suatu sistem yang dapat digunakan untuk memonitor dan mengevaluasi berbagai elemen, faktor dan variabel beserta indikator dan parameter yang mempengaruhi pemberlakuan standar mutu perkerasan jalan di Indonesia. Secara sistematis, kegiatan penelitian ini adalah: (i) mengidentifikasi kesulitan dan kendala pemberlakuan standar mutu saat ini serta kerusakan struktural perkerasan jalan, (ii) mengidentifikasi dan memverifikasi faktor, variabel beserta indikator dan parameternya yang mempengaruhi pemberlakuan standar mutu, (iii) memverifikasi tingkat pengaruh variabel dan memvalidasi pengelompokan variabel; (iv) membangun model monitoring dan evaluasi, (v) memvalidasi perbandingan tingkat kepentingan (bobot) antar variabel terhadap faktor-faktor pemberlakuan standar mutu, (vi) mentransformasikan *logic model* menjadi perangkat lunak sebagai instrumen kebijakan dalam melaksanakan monitoring dan evaluasi pemberlakuan standar mutu.

Pendekatan penelitian ini adalah integrasi dari deduktif-induktif-deduktif dengan metoda studi pustaka, studi data sekunder, survai pendapat para pakar (*expert opinion*), analisis statistik dan menstrukturkan elemen, faktor dan variabel berbasis *logic model* dengan analisis faktor dan AHP (*Analytical Hierarchy Process*), dan selanjutnya pengembangan perangkat lunak dengan bahasa pemrograman *Delphi*. Survai pendapat pakar dilakukan 4 (empat) kali masing-masing diobservasi lebih dari 200 responden yang tersebar di 28 propinsi di Indonesia dengan latar belakang praktisi, akademisi dan pakar di bidang perkerasan jalan.

Kesulitan pengguna mengenal standar mutu perkerasan jalan disebabkan: (i) kurangnya sosialisasi (diseminasi) substansi yang dilaksanakan oleh pemerintah dan organisasi profesi; dan (ii) lamanya proses pengadaan dan distribusi buku standar mutu sampai lokasi tujuan. Selama ini pengguna hanya mengenal judul standar mutu sebagai standar rujukan yang tercantum dalam buku spesifikasi teknis yang merupakan salah satu dokumen kontrak konstruksi jalan.

Kendala yang dihadapi dalam implementasi standar mutu perkerasan jalan adalah: (i) keterbatasan kualitas SDM pengendali mutu; (ii) keterbatasan jumlah dan kualitas alat uji mutu di lapangan; (iii) keterbatasan sumber material konstruksi

yang memenuhi persyaratan teknis; (iv) keterbatasan lembaga penguji mutu yang independen; dan (v) kurangnya koordinasi yang harmonis antara pelaksana dan pengawas mutu. Kendala tersebut yang mendorong moral untuk tidak patuh terhadap tatacara pelaksanaan dan metode pengujian mutu yang tepat, tidak menerapkan desain perencanaan dengan tepat, tidak menggunakan material konstruksi yang sesuai spesifikasi teknis.

Hasil identifikasi kerusakan struktural perkerasan jalan nasional dan propinsi, menunjukkan bahwa kerusakan banyak terjadi pada awal umur pelayanannya karena ketidaktepatan prosedur (tatacara) pelaksanaan konstruksi dan pengawasan kualitasnya terhadap standar mutu yang digunakan. Secara umum jenis kerusakan struktural tersebut adalah: (i) permukaan perkerasan hasil pembangunan jalan baru mengalami penurunan (ambles) dan bergelombang; dan (ii) permukaan perkerasan hasil peningkatan dan pemeliharaan berkala mengalami retak *(cracking)* dan berlubang *(pothole).*

Pemberlakuan standar mutu perkerasan jalan merupakan suatu proses yang sistemik. Hasil identifikasi studi pustaka dan verifikasi pakar, menunjukkan 14 faktor yang dipertimbangkan secara komprehensif mempengaruhi pembelakuan standar mutu, yaitu: (i) sumber daya manusia pengendali mutu, dipengaruhi 10 (sepuluh) variabel; (ii) alat uji mutu, dipengaruhi 12 variabel; (iii) bahan uji mutu, dipengaruhi 12 variabel; (iv) tampilan format standar mutu, dipengaruhi 11 variabel; (v) sosialisasi standar mutu, dipengaruhi 14 variabel; (vi) distribusi standar mutu, dipengaruhi 9 (sembilan) variabel; (vii) implementasi standar mutu, dipengaruhi 11 variabel; (viii) manajemen data, dipengaruhi 10 (sepuluh) variabel; (ix) pencapaian mutu, dipengaruhi 8 (delapan) variabel; (x) pencapaian sosialisasi, dipengaruhi 8 (delapan) variabel; (xi) kekuatan struktural, dipengaruhi 7 (tujuh) variabel; (xii) kekuatan fungsional, dipengaruhi 6 (enam) variabel; (xiii) kemantapan jalan, dipengaruhi 7 (tujuh) variabel; dan (xiv) kenyamanan jalan, dipengaruhi 6 (enam) variabel. Dengan demikian hasil identifikasi dan verifikasi menunjukkan 131 variabel yang secara komprehensif mempengaruhi pemberlakuan standar mutu perkerasan jalan.

Berdasarkan hasil verifikasi tingkat pengaruh variabel, analisis faktor mampu menyeleksi 131 variabel tersebut menjadi 104 variabel (hasil korelasi awal). Langkah berikutnya, dari 104 variabel tersebut diseleksi ulang dan divalidasi menjadi 50 kelompok variabel. Selanjutnya kelompok variabel tersebut diberi nama yang merepresentasikan kelompoknya sebagai variabel dominan yang mempengaruhi faktor-faktor pemberlakuan standar mutu.

Monitoring dan evaluasi pemberlakuan standar mutu perkerasan jalan dimodelkan sebagai struktur *logic model* berbasis pendekatan sistemik yang hierarkis dan komprehensif. Sebagai model yang sistemik, maka monitoring dan evaluasi tersebut dijabarkan secara horizontal (mendatar) dalam subsistem-subsistem pemberlakuan yang lengkap dan berurutan, yang dimulai dari subsistem *input* (masukan), subsistem *process* (proses atau aktivitas), subsistem *output* (keluaran atau hasil), subsistem *outcome* (manfaat) sampai subsistem *impact* (dampak). Sebagai model yang hierarkis, maka tiap subsistem tersebut dijabarkan secara vertikal ke dalam faktor-faktor sebagai elemen utama yang mempengaruhi pemberlakuan standar mutu. Faktor-faktor tersebut bersifat umum (*generic*) sehingga perlu dijabarkan lagi secara vertikal ke dalam variabel-variabel yang terukur. Variabel-variabel tersebut tidak seluruhnya bersifat *continue* dan *direct measureable* tetapi merupakan variabel katagori. Pengukuran pengaruh variabel-variabel tersebut dilakukan dengan menilai indikator-indikator beserta parameternya yang dirumuskan berdasarkan hubungan logika. Dengan demikian secara hierarki, model dapat digambarkan sebagai struktur yang hierarkis terdiri atas 3 (tiga) tingkatan, yaitu: (i) tingkat bawah, terdiri atas 50 variabel yang mempengaruhi faktor-faktor pemberlakuan standar mutu; (ii) tingkat tengah (antara), terdiri atas 14 faktor yang mempengaruhi subsistem pemberlakuan standar mutu; dan (iii) tingkat atas, terdiri atas 5 (lima) subsistem pemberlakuan standar mutu. Tingkat atas (subsistem) sangat tergantung bagaimana nilai indikator dari tingkat di bawahnya, yaitu tingkat tengah (faktor-faktor) dan tingkat bawah (variabel-variabel), artinya antar tingkatan secara vertikal saling terkait satu sama lain. Hubungan tersebut dimodelkan dalam bentuk bobot perbandingan tingkat kepentingan antar variabel terhadap faktor, antar faktor terhadap subsistem, bahkan dapat juga antar variabel terhadap subsistem atau antar variabel terhadap sistem pemberlakuan. Sebagai model yang komprehensif (luas dan lengkap), maka elemen-elemen yang membangun faktor dan variabel tersebut dapat berkaitan dengan aspek manusia pengendali mutu, alat dan bahan uji mutu, performansi kinerja perkerasan, beban lalu lintas kendaraan, drainase permukaan jalan dan faktor regional serta aspek *socio engineering* seperti sosialisasi (diseminasi), distribusi dan hubungan kelembagaan yang berkepentingan.

Hasil penelitian terhadap struktur *logic model* berbasis sistemik yang hierarkis dan komprehensif, menunjukkan bahwa subsistem *input* terhadap sistem pemberlakuan standar mutu (32,5%) terdiri dari faktor sumber daya manusia

(15,1%), utilisasi alat uji (7,9%), utilisasi bahan uji (6,4%), dan tampilan format standar (3,1%). Subsistem *process* (19,7%) terdiri dari faktor sosialisasi standar (8,0%), implementasi standar (5,9%), manajemen data (3,0%), dan distribusi standar (2,8%). Subsistem *output* (19,1%) terdiri dari faktor pencapaian mutu (11,2%) dan pencapaian sosialisasi standar mutu (7,9%). Subsistem *outcome* (15,0%) terdiri dari faktor kekuatan struktural (9,0%) dan kekuatan fungsional (6,0%). Subsistem *impact* (13,7%) terdiri dari faktor kemantapan (7,8%) dan kenyamanan jalan (5,9%).

Faktor sumber daya manusia (15,1%) dipengaruhi variabel kompetensi profesi (5,8%), tingkat pendidikan (4,5%), *training* (2,4%) dan pengalaman kerja profesi (2,4%). Faktor utilisasi alat uji (7,9%) dipengaruhi variabel ketersediaan alat uji (3,2%), kemudahan juknis alat uji (1,9%), kehandalan (1,8%) dan kesiapan alat uji (1,1%). Faktor utilisasi bahan uji (6,4%) dipengaruhi variabel ketepatan metode *sampling* (2,6%), kualitas bahan uji (1,9%), ketersediaan (1,1%) dan proses pengadaan bahan uji (0,8%). Faktor tampilan format standar (3,1%) dipengaruhi variabel kemudahan bahasa standar mutu (1,2%), ukuran buku standar mutu (0,8%), kualifikasi (0,6%) dan kelengkapan standar mutu (0,5%). Faktor sosialisasi standar mutu (8,0%) dipengaruhi variabel kompetensi instruktur (3,6%), kualitas materi sosialisasi (2,1%), komitmen kerjasama kelembagaan (1,6%) dan keragaman cara sosialisasi (0,7%). Faktor implementasi standar mutu (5,9%) dipengaruhi variabel ketepatan implementasi standar (2,9%), kesesuaian spesifikasi teknis (1,7%), pengakuan hasil pengujian(0,8%) dan jangka waktu implementasi (0,5%). Faktor manajemen data (3,0%) dipengaruhi variabel kehandalan sistem basis data (1,2%), aksesibilitas penggunaan data (0,9%), kemudahan kompilasi data (0,5%), dan kecanggihan pengolahan data (0,4%). Faktor distribusi standar mutu (2,8%) dipengaruhi variabel ketepatan distribusi (1,3%) dan kecepatan distribusi (0,7%), ketersediaan buku standar (0,5%) dan partisipasi *stakeholder* (0,4%). Faktor pencapaian mutu (11,2%) dipengaruhi variabel ketepatan mutu pengujian (5,5%), ketepatan volume (4,4%) dan waktu pengujian (1,3%). Faktor pencapaian sosialisasi standar mutu (7,9%) dipengaruhi variabel keseragaman penggunaan standar (4,0%), kemantapan dukungan institusi (2,1%), dan ketepatan jadwal sosialisasi (1,8%). Faktor kekuatan struktural perkerasan jalan (9,0%) dipengaruhi variabel daya dukung perkerasan (4,0%), drainase permukaan jalan (3,6%) dan kondisi beban lalu lintas (1,4%). Faktor kekuatan fungsional perkerasan jalan (6,0%) dipengaruhi variabel ketepatan pemeliharaan jalan (3,6%), performansi

permukaan jalan (1,6%) dan faktor regional (0,8%). Faktor kemantapan jalan (7,8%) dipengaruhi variabel *potholes* perkerasan (3,9%), deformasi (2,2%) dan *rutting* perkerasan (1,7%). Faktor kenyamanan jalan (5,9%) dipengaruhi variabel kerataan permukaan (3,0%), kemiringan melintang (2,0%) dan kekesatan permukaan (0,9%).

Selanjutnya, struktur *logic model* berbasis sistemik yang hierarkis dan komprehensif tersebut ditransformasikan ke dalam bahasa pemrograman *Delphi*. Perangkat lunak hasil pemrograman tersebut diberi nama MESTAM_JALAN ("Monitoring dan Evaluasi pemberlakuan STAndar Mutu perkerasan JALAN"). Perangkat lunak ini dibangun dengan mengkombinasikan *logic model* dan hasil monitoring terhadap kinerja pemberlakuan standar mutu pada ruas jalan tertentu. Monitoring dilakukan dengan pengukuran parameter terhadap indikator dari suatu variabel berdasarkan hubungan logika kecenderungan pengaruh variabel terhadap faktor-faktor pemberlakuan standar mutu. Hasil pengukuran indikator-indikator tersebut dinyatakan dalam *rating* (persentase). Monitoring tersebut dilakukan terhadap semua variabel beserta indikator dan parameternya sejak tahap konstruksi sampai pasca konstruksi. *Rating* indikator untuk mengevaluasi pengaruh variabel terhadap faktor didapatkan dari perkalian antara bobot variabel (hasil *logic model*) dengan *rating* indikator variabel (hasil monitoring). *Rating* faktor didapatkan dari jumlah *rating* indikator variabel. *Rating* subsistem didapatkan dari jumlah *rating* faktor. *Rating* maksimum subsistem sama dengan bobot subsistem dalam *logic model*, artinya dapat dihitung dari jumlah *rating* maksimum indikator variabel. Evaluasi juga dapat dilakukan dalam bentuk solusi dan rekomendasi untuk perbaikan dan penyempurnaan terhadap variabel yang memiliki kecenderungan pengaruh makin buruk terhadap faktor-faktor pemberlakuan standar mutu. Solusi dan rekomendasi tersebut dinyatakan dalam bentuk program aksi untuk memperbaiki kekurangan indikator suatu variabel sehingga dapat dicapai peningkatan mutu konstruksi jalan selama masa pelayanannya. Dengan demikian MESTAM_JALAN dapat menampilkan: (i) perbandingan *rating* antar subsistem pemberlakuan standar mutu pada suatu ruas jalan tertentu; (ii) predikat tingkat pencapaian pemberlakuan standar mutu tiap subsistem pemberlakuan; (iii) perbandingan tingkat pencapaian subsistem pemberlakuan standar mutu antar ruas jalan yang diaudit dalam satu wilayah kerja atau antar wilayah kerja; (iv) solusi dan rekomendasi untuk perbaikan kinerja tiap subsistem pemberlakuan standar mutu; dan (v) keterkaitan kualitatif antara hasil identifikasi kerusakan dini perkerasan

jalan (subsistem *impact*) pada tahap pasca konstruksi dengan faktor-faktor pemberlakuan standar mutu yang dievaluasi pada tahap konstruksi berlangsung (subsistem *input-process-output-outcome*).

Hasil simulasi MESTAM_JALAN terhadap SNI-03-1737-1991 pada beberapa ruas jalan nasional di Wilayah Kepulauan Timur (NTB, NTT, Maluku, Maluku Utara, Papua Barat dan Papua) menunjukkan bahwa faktor dan variabel-variabel dominan yang sangat signifikan untuk ditingkatkan kinerjanya agar tingkat pencapaian tiap subsistem pemberlakuan standar mutu tersebut dapat mencapai minimal sama dengan batas ambang minimalnya, adalah: (i) subsistem *input*, terutama faktor sumber daya manusia pengendali mutu yang memfokuskan variabel tingkat pendidikan (menambah sarjana teknik sipil) dan variabel kompetensi profesi (menambah sertifikat keahlian madya pengendali mutu), serta faktor utilisasi alat uji yang memfokuskan variabel ketersediaan alat uji mutu (menambah jumlah alat uji mutu di lapangan); (ii) subsistem *process*, terutama faktor sosialisasi yang memfokuskan variabel kompetensi instruktur (menambah jumlah sertifikat keahlian utama); (iii) subsistem *output*, terutama faktor pencapaian mutu yang memfokuskan variabel ketepatan mutu pengujian (menambah jumlah sampel dengan prosedur pengujian yang tepat); (iv) subsistem *outcome* terutama faktor kekuatan struktural yang memfokuskan variabel drainase permukaan jalan (mempercepat aliran air di atas permukaan perkerasan jalan); dan subsistem *impact* terutama faktor kemantapan jalan yang memfokuskan variabel *potholes* (memperbaiki permukaan jalan yang berlubang).

Implikasi model monitoring dan evaluasi pemberlakuan standar mutu perkerasan jalan berbasis pendekatan sistemik yang hierarkis dan komprehensif adalah mendorong tim pengendali mutu untuk berfikir dan bertindak secara holistik dan sistematis dalam mengukur indikator suatu variabel sejak tahap konstruksi sampai pasca konstruksi penanganan perkerasan jalan. Dampak dari implikasi tersebut adalah tercapainya implementasi standar mutu dengan tepat sehingga mutu perkerasan jalan dapat dipertahankan selama umur pelayanannya. Hasil aplikasi model tersebut dapat memberikan masukan kepada pemangku kebijakan untuk merencanakan program pemeliharaan berkala dan atau peningkatan jalan dengan tepat sehingga dapat diterapkan alokasi anggaran yang efisien dan efektif. Selain itu, model tersebut merupakan alternatif perangkat teknis bagi auditor mutu terhadap performansi perkerasan jalan untuk mendapatkan umpan balik terhadap penyempurnaan dan perbaikan pemberlakuan standar mutu pada tahun berikutnya.

Untuk mendukung implikasi model tersebut, penelitian ini menghasilkan instrumen kebijakan dalam bentuk perangkat lunak yang diberi nama model MESTAM_JALAN. Dengan demikian model tersebut juga merupakan alternatif perangkat teknis bagi Pemerintah Pusat (dalam hal ini Direktorat Jenderal Bina Marga, Departemen Pekerjaan Umum) untuk memonitor dan mengevaluasi mutu perkerasan jalan nasional dan propinsi di tiap wilayah kerja (dalam hal ini Kantor Balai PU) melalui pengembangan dan pengoperasian model MESTAM_JALAN yang terintegrasi secara *on line* (jaringan internet).

Pemberlakuan standar mutu perkerasan jalan melibatkan berbagai elemen dari aspek manusia, alat, bahan, lingkungan dan kinerja perkerasan, lalu lintas kendaraan serta aspek sosio teknik seperti sosialisasi (diseminasi), distribusi, dan kerjasama kelembagaan serta respon masyarakat. Berkaitan dengan hal tersebut maka model monitoring dan evaluasi pemberlakuan standar mutu perkerasan jalan berbasis pendekatan sistemik yang hierarkis dan komprehensif sangat tepat untuk diimplementasikan oleh lembaga teknis yang ada di wilayah propinsi (Balai dan Dinas PU) yang selanjutnya interkoneksi dengan Direktorat Bina Teknik, Ditjen Bina Marga, Departemen PU. Dengan demikian Pemerintah Pusat akan memiliki sistem basis data mutu perkerasan jalan nasional dan propinsi sehingga menjadi masukan penting dalam ketepatan perencanaan program pengelolaan jalan.

Hasil penelitian ini masih perlu untuk ditindaklanjuti terutama pada beberapa aspek mikro, antara lain: (i) pendetailan logika secara matematis kecenderungan pengaruh tiap variabel terhadap pemberlakuan standar mutu, sehingga hasil pengukuran indikatornya tidak dalam satuan *rating* (kategori persentase) melainkan satuan nominal yang dapat merepresentasikan kondisi kualitatif dan kuantitatif; (ii) perlu pengembangan model matematis untuk mengukur tingkat efisiensi, efektivitas dan keberlanjutan *(sustainability)* pemberlakuan suatu standar mutu dengan basis model MESTAM_JALAN; (iii) perlu pengembangan *mental model* yang berkaitan dengan etika, kejujuran, kedisiplinan, religius, sikap kepribadian, etos kerja dan kepedulian sebagai variabel penting yang mempengaruhi kemampuan dan kemauan tim pengendali mutu dan instruktur sosialisasi (diseminasi) dalam mencapai mutu perkerasan jalan yang mantap dan seragam; (iv) perlu peninjauan kembali bobot variabel dan faktor dalam *logic model* dengan mempertimbangkan adanya perubahan kondisi lapangan, kebijakan regulasi dan kelembagaan yang signifikan berpengaruh terhadap pemberlakuan standar mutu serta perkembangan perkerasan di Indonesia pada masa mendatang dengan kerangka berpikir logis model yang sama; dan (v) hasil aplikasi

model MESTAM_JALAN dapat ditindaklanjuti untuk meninjau ulang hasil studi kelayakan pembangunan perkerasan jalan di suatu wilayah, terutama bagi wilayah yang memiliki predikat “belum berhasil” dalam pencapaian pemberlakuan standar mutu perkerasan jalan.

DAFTAR ISI

DAFTAR TABEL

DAFTAR GAMBAR

DAFTAR SINGKATAN

AASHTO = *American Association of State Highway and Transportation Officials*

AC = *Asphaltic Concrete*

ACRA = *the total area of all cracking*

ACRW = *the total area of all wide cracking*

AADT = *Annual Average Daily Traffic*

AFTA = *ASEAN Free Trade Area*

AHP = *Analytical Hierarchy Process* (Proses Hirarki Analitik)

AIS = *Accident Information System*

AMP = *Asphalt Mixing Plant*

APEC = *Asia Pacifik Economic Cooperation*

APOT = *the total area of potholing*

APP = *Aggregate Processing Plant*

AR = *annual rainfall*

ASEAN = *Association of Southeast Asian Nations*

ASTM = *American Standard for Testing Material*

ATB = *Asphalt Treated Base*

BABEL = Bangka Belitung

Balitbang = Badan Penelitian dan Pengembangan

BMS = *Bridge Management System*

Bapekin = Badan Pembina Konstruksi dan Investasi

Bappenas = Badan Perencanaan dan Pembangunan Nasional

BC = *British Columbia*

BPK-SDM = Badan Pembinaan Konstruksi dan Sumber Daya Manusia

BSI = *British Standard Institute*

BSN = Badan Standardisasi Nasional

Burda = laburan aspal dua lapis

Burtu = laburan aspal satu lapis

c = Konstanta

CA = *Coarse Aggregate*

CBR = *California Bearing Ratio*

Ci = *Common Indicator*

CI = *Consistency Index*

CR = *Consistency Ratio*

cm = centimeter

CPD = *Continuing Personal Development*

CVD = *commercial vehicles per lane per day*

DA = *dry weather accident*

DED = *Detailed Engineering Design*

Depkimpraswil = Departemen Permukiman dan Prasarana Wilayah

df = *degree of freedom*

DIS = Distribusi Standar

Ditjen = Direktorat Jenderal

Ditjen Praswil = Direktorat Jenderal Prasarana Wilayah

DIY = Daerah Istimewa Yogyakarta

DKI = Daerah Khusus Ibukota

DMF = *Design Mix Formula*

DPT = *dry pavement time*

EAL = *Equivalent Axle Load*

EMS = *Environment Management System*

ERS = *End Result Related Specification*

ESAL = *Equivalent Single Axle Load*

FA = *Fine Aggregate*

FHWA = *Federal Highway Administration*

FWD = *Falling Weight Deflectometer*

GIS = *Geographic Information System*

gr/cc = *gram per centimeter cubic*

HDM = *Highway Design and Maintenance Model*

HPJI = Himpunan Pengembangan Jalan Indonesia

HRA = *Hot Rolled Asphalt*

HRS = *Hot Rolled Sheet*

IL = *Investigatory Level*

IMS = Implementasi Standar Mutu

IT = *Information Technology*

IQL = *information Quality Level*

IRMS = *Integrated Road Management System*

IRI = *International Roughness Index* (m/km)

ISO = *International Standar Organisation*

JABAR = Jawa Barat

JATENG = Jawa Tengah

JATIM = Jawa Timur

JKN = Jaringan Kalibrasi Nasional

JMF = *Job Mix Formula*

JSD = *Job Standard Density*

KALBAR = Kalimantan Barat

KALSEL = Kalimantan Selatan

KALTENG = Kalimantan Tengah

KALTIM = Kalimantan Timur

KBI = Kawasan Barat Indonesia

kend = kendaraan

kg = kilogram

km = kilometer

KMO = *Kaiser-Meyer-Olkin's*

KTI = Kawasan Timur Indonesia

Lasbutag = Lapisan aspal buton beraggregat

Laston = Lapisan aspal beton

Latasir = Lapisan atas pasir

Lataston = Lapis tipis aspal beton

LHR = Lalulintas Harian Rata - rata

LPJK = Lembaga Pembinaan Jasa Konstruksi

MDA = Manajemen Data

MESTAM_JALAN = Monitoring dan Evaluasi Pemberlakuan STAndar Mutu JALAN

mm = milimeter

m/km = meter per kilometer

MRS = *Method Related Specifications*

MSA = *Measure of Sampling Adequacy*

N = Jalan nasional

NAD = Nanggore Aceh Darussalam

NGO = *Non Government Organization*

NK = Nilai kerusakan

NSPM = Norma, Standar, Pedoman, Manual

NTB = Nusa Tenggara Barat

NTT = Nusa Tenggara Timur

OECD = *Organization for Economic Coorporation and Development*

P = Jalan Propinsi

PB = Pemeliharaan Berkala

PCI = *Pavement Condition Index*

PI = *Penetration Index* (%)

PII = Persatuan Insinyur Indonesia

PR = Pemeliharaan Rutin

PRS = *Performance Related Specifications*.

PSI = *Present Serviceability Index*

psu = *primary sampling unit*

PSV = *polished stone value of aggregate*

PU = Pekerjaan Umum

P2JJ = Perencanaan dan Pengawasan Jembatan dan Jalan

RCI = *Riding Comfort Index*

RI = *Random Index*

RKL= Rencana Pengelolaan Lingkungan

RKS = Rencana Kerja dan Syarat-syarat

RMI = *Road Management Intitative*

RMMS = *Routine Maintenance Management System*

RPL = Rencana Pemantauan Lingkungan

RSNI = Rancangan Standai Nasional Indonesia

SCRIM = *Sideforce Coefficient Routine Investigation Maintenance*

SDI = *Surface Distress Index*

SDM = Sumber Daya Manusia pengendali mutu perkerasan jalan di lapangan

SFC = *Sideway Force Coefficient*

Sig. = *significance*

SKKNI = Standar Kompetensi Kerja Nasional Indonesia

SMA = *Split Mastic Asphalt*

SMM = Sistem Manajemen Mutu

SMPJ = Standar Mutu Perkerasan Jalan

SNI = Standar Nasional Indonesia

SOS = Sosialisasi Standar

SPSS = *Statistics Package for Social Science*

SSNI = Sistem Standar Nasional Indonesia

SULSEL = Sulawesi Selatan

SULTENG = Sulawesi Tengah

SULTRA = Sulawesi Tenggara

SULUT = Sulawesi Utara

SUMUT = Sumatera Utara

SUMBAR = Sumatera Barat

SUMSEL = Sumatera Selatan

t/m^3 = ton per meter kubik

TF = *Truck Factor*

TFS = Tampilan Format Standar

TKF = Tingkat Kekuatan Fungsional

TKS = Tingkat Kekuatan Struktural

TL = *Threshold Level*

TMJ = Tingkat Kemantapan Jalan

TMS = *Traffic Monitoring System*

TNJ = Tingkat Kenyamanan Jalan

TNZ = *Transit New Zealand*

TPM = Tingkat Pencapaian Mutu

TPS = Tingkat Pencapaian Sosialisasi

TQM = *Total Quality Management*

UAU = Utilisasi Alat Uji

UBU = Utilisasi Bahan Uji

UKL = Upaya Pengelolaan Lingkungan

UNESCO = *United Nation of Education, Science and Culture Organization*

UP = Umur Perbaikan

UPL = Upaya Pemantauan Lingkungan

UR = Umur Rencana

VFWA = *Voids Filled With Asphalt*

VITM = *Voids In Total Mix*

VMA = *Voids in the Mineral Aggregate*

WA = *wet weather accident*

WPT = *wet pavement time*

WSF = *Wet Safety Factor*

WTM = *Wheel Tracking Machine*

DAFTAR LAMPIRAN

BAB I. PENDAHULUAN

A. Latar Belakang Penelitian

Jaringan jalan nasional dan propinsi sebagaimana diamanatkan dalam Undang-Undang Republik Indonesia Nomor 38 Tahun 2004 tentang Jalan, memiliki peranan yang amat penting terhadap peningkatan perekonomian wilayah. Jaringan jalan tersebut harus mampu meningkatkan aksesibilitas wilayah dan mobilitas penduduk antar simpul wilayah yang lebih luas daripada jaringan jalan kabupaten (Bappenas, 2003; Mulyono & Riyanto, 2005). Jaringan jalan nasional dan propinsi dapat menghubungkan antar propinsi atau antara propinsi dan kabupaten/kota. Penanganan jaringan jalan nasional dan propinsi tidak terlepas dari penerapan standar mutu untuk mencapai kualitas perkerasan jalan yang mantap (Mustazir, 1999; Ma'soem, 2006). Ma'soem (2006) menyatakan banyak pernyataan yang didasarkan pada penglihatan semata bahwa kerusakan jalan semata-mata karena faktor pengaruh air dan beban kendaraan yang melebihi beban rencana, walaupun pengungkapannya tidak ditunjang data teknis yang akurat. Sebaliknya tidak sedikit pula anggapan bahwa kerusakan jalan nasional dan propinsi disebabkan pelaksanaan pekerjaannya tidak memenuhi standar mutu seperti ketidaktepatan kualitas bahan konstruksi dan lemahnya pengawasan mutu di lapangan. Sjahdanulirwan (2006.a) dalam audit jalan nasional menemukan fakta banyak ruas jalan rusak akibat inefisiensi dan proses pengerjaannya di bawah standar mutu. Selama ini persoalan keterbatasan dana dan beban kendaraan berlebih (*overloading*) selalu dianggap penyebab utama kerusakan jalan.

Di Indonesia, perkembangan nilai investasi pembangunan jalan dan pertumbuhan lalu lintas belum sebanding dengan peningkatan kemantapan jalan. Fakta kinerja jalan nasional dan propinsi dari tahun 2002 sampai 2005 menunjukkan bahwa makin besar nilai investasi tidak berdampak langsung pada penurunan nilai IRI. Nilai IRI mendeskripsikan kondisi performansi perkerasan jalan, makin besar nilai IRI maka makin buruk kemantapan perkerasannya, demikian pula sebaliknya. Berdasarkan data IRMS dari Ditjen Bina Marga (2006.b), selama tahun 2002 sampai 2005 menunjukkan peningkatan nilai investasi penanganan jalan nasional dan propinsi sebesar 7,42% per tahun; peningkatan LHR

sebesar 16,34% per tahun; pertumbuhan panjang jalan rusak sebesar 4,79% per tahun; peningkatan nilai IRI sebesar 13,29% per tahun serta peningkatan jalan yang memiliki SDI > 50 mencapai 37,23% per tahun. Fakta tersebut cukup mengindikasikan tidak adanya korelasi antara peningkatan investasi penanganan jalan nasional dan propinsi dengan peningkatan kemantapan perkerasan jalan (penurunan nilai IRI dan pengurangan panjang ruas jalan yang memiliki SDI > 50) meskipun standar mutu perkerasan yang digunakan sama.

Secara spasial, kemantapan jalan nasional dan propinsi di Indonesia menunjukan variasi yang signifikan. Di wilayah Jawa, antara Jawa Tengah dan Jawa Timur yang tidak jauh berbeda dalam hal kondisi regionalnya karena berdekatan, demikian pula lebar jalan dan LHR rerata per tahun tidak jauh berbeda tetapi perbedaan performansi perkerasan jalan antara kedua propinsi tersebut sangat signifikan. Pada rentang tahun 2002 sampai 2005, nilai investasi rerata per tahun jalan nasional dan propinsi di Jawa Tengah sebesar Rp. 110,02 juta/km lebih besar daripada di Jawa Timur (Rp. 81,00 juta/km) dan LHR rerata per tahun Jawa Tengah sebesar 3.711.938 kendaraan/tahun lebih kecil daripada Jawa Timur (4.902.826 kendaraan/tahun), ternyata nilai IRI rerata per tahun di Jawa Tengah sebesar 6,38 m/km lebih besar daripada nilai IRI rerata per tahun di Jawa Timur (sebesar 4,29 m/km). Jawa Tengah memiliki nilai investasi rerata per tahun yang lebih besar daripada Jawa Timur dan LHR rerata per tahun Jawa Tengah yang lebih kecil daripada LHR rerata per tahun Jawa Timur, ternyata panjang ruas jalan yang memiliki SDI>50 rerata per tahun di Jawa Tengah sebesar 552,96 km lebih panjang daripada di Jawa Timur (sebesar 209,64 km). Data tersebut di atas menunjukkan bahwa nilai investasi yang lebih besar dan LHR rerata per tahun yang lebih kecil belum merefleksikan kemantapan jalan yang lebih baik.

Di Kalimantan, pada rentang tahun 2002 sampai 2005, perbedaan nilai investasi dan kondisi lalu-lintas juga tidak terkait langsung dengan kemantapan jalan. Kalimantan Timur memiliki nilai investasi rerata per tahun sebesar Rp. 125,18 juta/km hampir 5 (lima) kali daripada nilai investasi rerata per tahun di Kalimantan Selatan (sebesar Rp. 36,81 juta/km). Sementara LHR rerata di Kalimantan Timur sebesar 61.817,44 kendaraan/hari jauh lebih kecil daripada di Kalimantan Selatan sebesar 239.001,84 kendaraan/hari, artinya beban lalu lintas di

Propinsi Kalimantan Selatan kira-kira hampir 4 (empat) kali daripada di Kalimantan Timur. Logikanya kinerja fisik jaringan jalan nasional dan propinsi di Kalimantan Timur seharusnya jauh lebih baik daripada Kalimantan Selatan karena LHR rerata per tahun lebih kecil, nilai investasi rerata per tahun lebih besar. Hasil telaah teknis menunjukkan nilai IRI rerata per tahun Kalimantan Timur sebesar 7,53 m/km hampir 1,5 kali daripada nilai IRI rerata per tahun Kalimantan Selatan (sebesar 5,35 m/km). Demikian pula panjang ruas jalan nasional dan propinsi yang memiliki SDI>50 rerata per tahun di Kalimantan Timur sebesar 117,62 km lebih besar daripada di Kalimantan Selatan (sebesar 89,44 km). Berdasarkan data tersebut, berarti panjang jalan nasional dan propinsi yang harus diperbaiki atau ditingkatkan di Kalimantan Timur hampir 1,5 kali daripada di Kalimantan Selatan. Kondisi yang demikian juga terjadi di beberapa wilayah lain, seperti antara Riau dan Sumatera Barat.

Berdasarkan data IRMS (Ditjen Bina Marga, 2006.b), secara ideal jika kondisi LHR dan kondisi regional hampir sama serta standar mutu perkerasan yang diimplementasikan juga sama, maka penggunaan investasi yang sama akan berpengaruh terhadap perubahan nilai IRI dan SDI>50 yang hampir sama. Kondisi tersebut tidak terjadi pada beberapa wilayah seperti Sulawesi Tengah dan Sulawesi Selatan yang letaknya berdekatan. Biaya investasi rerata per tahun pada kedua propinsi tersebut hampir sama sekitar Rp. 32,00 juta per km, di Sulawesi Tengah nilai IRI rerata per tahun sebesar 6,48 m/km hampir sama dengan nilai IRI rerata per tahun di Sulawesi Selatan sebesar 6,82 m/km. Sementara panjang ruas jalan yang memiliki SDI>50 rerata per tahun di Sulawesi Selatan sebesar 405,26 km jauh lebih besar daripada di Sulawesi Tengah sebesar 276,08 km atau hampir 1,5 kali lipatnya. Kondisi yang demikian juga terjadi di beberapa wilayah lain, seperti antara Sumatera Utara dan Riau. Fakta tersebut menggambarkan bahwa penggunaan biaya investasi yang hampir sama pada tipe jalan dengan penerapan standar mutu yang sama ternyata belum tentu menghasilkan kualitas perkerasan yang sama.

Fakta dan data tersebut di atas menunjukkan adanya kegagalan mutu perkerasan jalan nasional dan propinsi, yang direpresentasikan oleh:

1) nilai IRI rerata (tahun 2004- 2005) adalah 8,25 m/km lebih besar dari 7,0 m/km (standar minimal nilai IRI untuk kategori "tidak mantap" atau mengalami kerusakan struktural);
2) rerata panjang ruas jalan yang memiliki SDI>50 pada tahun 2004-2005 sebesar 316,5 km lebih besar dari 50 km (standar minimal kategori perbaikan intensif struktur perkerasan jalan);
3) makin besar nilai investasi (Rp/km) tidak berpengaruh terhadap penurunan nilai IRI dan pengurangan panjang ruas jalan yang memiliki nilai SDI>50;
4) makin besar nilai investasi (Rp/km) tidak berpengaruh terhadap pengurangan panjang ruas jalan yang mengalami rusak ringan dan berat; dan
5) kemantapan jalan di berbagai wilayah menunjukkan variasi yang berbeda meskipun standar mutu yang diimplementasikan sama.

Hal tersebut di atas mengindikasikan bahwa peningkatan investasi jalan nasional dan propinsi belum berdampak penuh terhadap peningkatan kemantapan jalan meskipun standar mutu yang diimplementasikan sama. Sistem pengendalian mutu perkerasan jalan belum dapat dilaksanakan sesuai standar yang disyaratkan. Kondisi yang demikian tersebut mengindikasikan bahwa monitoring dan evaluasi terhadap implementasi standar mutu perkerasan sangat diperlukan agar kemantapan jalan dapat lebih ditingkatkan dengan biaya yang lebih efisien.

Kegagalan mutu perkerasan dapat disebabkan oleh beberapa aspek yang berkaitan langsung dengan pengelolaan jalan, antara lain: (i) kesalahan perencanaan terutama pemilihan mutu material yang kurang tepat dan kesalahan desain struktur perkerasan (Kasi, 1995; Wang, 2004; Aly, 2006); (ii) kesalahan pelaksanaan yang tidak sesuai dengan spesifikasi teknis (standar mutu) yang diterapkan (Mustazir, 1999; Paterson, 1995 & 2007.b; Bennett, 2000.a & 2007.a; Morgan & Casanova, 2006; Mulyono, 2006.b); (iii) kesalahan penulisan laporan administrasi proyek, terjadi ketidaksesuaian antara fakta lapangan dan laporan tertulis (Smith, 1996; Harris & McCaffer, 2001; Mulyono, 2006.c); dan (iv) ketidaktepatan pengendalian mutu, terjadi penyimpangan mutu terhadap standar mutu yang diimplementasikan (Bennett, 2004; Scott *et al*., 2004; Andriyanto, 2005; Soehartono, 2006.a).

Permasalahan kegagalan mutu perkerasan jalan nasional dan propinsi tersebut menjadi latar belakang perlunya suatu sistem monitoring dan evaluasi

terhadap pemberlakuan standar mutu perkerasan jalan. Pemberlakuan standar mutu merupakan bagian penting dari manajemen perkerasan jalan. Scott *et al*. (2004) menjelaskan suatu metodologi monitoring kinerja perkerasan jalan untuk mengevaluasi persyaratan teknis (standar mutu) perkerasan jalan yang dikaitkan dengan kontrak berbasis kinerja (*performance based contract*). Fokus penelitian Scott *et al*. (2004) ini adalah bagaimana ketepatan implementasi standar mutu harus menjadi masukan kepada tim manajemen program pemeliharaan dan rehabilitasi (peningkatan) perkerasan jalan dalam mempertahankan dan meningkatkan umur pelayanannya. Namun demikian, penelitian Scott *et al*. (2004) ini belum memasukkan faktor-faktor dominan yang mempengaruhi penerapan spesifikasi teknis (standar mutu). Kegagalan mutu konstruksi jalan yang sering terjadi pada pelaksanaan *performance based contract* lebih banyak disebabkan oleh penyimpangan standar mutu di lapangan. Kondisi demikian akan mempengaruhi kelancaran pembayaran jasa kontraktor. Hal ini berarti pemberlakuan standar mutu sangat berpengaruh terhadap kinerja konstruksi perkerasan jalan (Scott *et al*., 2004). Oleh karena itu, secara praktis pengembangan spesifikasi teknis (standar mutu) perlu mencermati secara kritis permasalahan penerapannya di lapangan. *The AASHTO Highway Subcommittee* untuk konstruksi jalan telah mengembangkan suatu *Constructability Best Practices Guide* yang menekankan bahwa jika rencana dan spesifikasi teknis (standar mutu) tidak dapat dilaksanakan akan mengganggu proses konstruksi perkerasan jalan (Ford, 2004). Penelitian Ford (2004) ini tidak mendetailkan tentang permasalahan apa yang mengganggu penerapan standar mutu tetapi lebih fokus membahas tentang ketidaktepatan standar mutu pada proses pembangunan jalan. Berkaitan dengan permasalahan tersebut, Buttlar & Harrell (1998) telah mengembangkan sistem evaluasi antara hasil akhir dan kinerja (performansi) yang terkait dengan implementasi standar mutu pelaksanaan perkerasan jalan raya di Amerika. Dalam hal ini, Buttlar & Harrell (1998) menyimpulkan bahwa pengembangan suatu standar mutu dengan kombinasi antara hasil akhir dan kinerja akan sangat praktis dalam merespon teknologi, material lokal dan peralatan uji untuk penjaminan mutu (*quality assurance*) pembangunan perkerasan jalan. Penelitian ini mendeskripsikan perkembangan implementasi standar mutu dari *method related specifications* (MRS), *end result related*

specification (ERS) dan *performance related specifications* (PRS). Secara khusus, penelitian Buttlar & Harrell (1998) ini belum menjelaskan apa dan bagaimana pengaruh faktor-faktor beserta variabel dan indikatornya terhadap implementasi standar mutu dari ketiga metoda peningkatan pencapaian kualitas perkerasan jalan tersebut.

Penerapan standar mutu dapat mengalami berbagai kendala. Aiken & Cavallini (1994) dan Oksada *et al*.(1996) mengungkapkan beberapa permasalahan mendasar yang terkait dengan standar mutu adalah menentukan kebutuhan pengembangan atau memperkuat standar yang ada. Permasalahan lain adalah menetapkan siapa sesungguhnya yang memiliki otoritas mengembangkan dan memproduksi standar mutu. Selain itu, substansi standar yang tumpang tindih antar institusi atau orang yang mengembangkan substansinya dapat menambah permasalahan serius dalam pemberlakuannya. Hal tersebut menggambarkan bahwa penerapan standar mutu sangat memerlukan koordinasi untuk penyeragaman persepsi dan pemahamannya.

Weston & Whiddett (1999) mengembangkan suatu konsep adopsi terhadap substansi standar mutu untuk sistem manajemen infrastruktur. Konsep adopsi ini menjelaskan faktor-faktor yang perlu dipertimbangkan dalam adopsi standar mutu. Faktor-faktor tersebut dikelompokkan dalam subsistem pengadopsian standar: *input-process-goal*. Dampak dari adopsi standar tersebut mampu meningkatkan mutu infrastruktur karena standar yang dimplementasikan sesuai kondisi sumber daya dan perubahan lingkungan. Meskipun konsep ini berkaitan dengan sistem manajemen infrastruktur secara luas, tetapi dasar-dasar adopsinya dapat dijadikan dasar pengembangan konsep adopsi standar mutu untuk pembangunan jalan di Indonesia.

Kesulitan penerapan standar mutu dapat terjadi di industri konstruksi, termasuk konstruksi jalan raya. Bubshait & Al Atiq (1999) dan Bubshait & Al Abdulrazzak (1996) mengkaji permasalahan penerapan ISO 9000 pada industri konstruksi di Arab Saudi. Pemberlakuan standar ISO 9000 tersebut mengalami kesulitan. Kesulitan tersebut adalah banyaknya pekerjaan yang berkaitan dengan dokumentasi dari sistem mutu dan implementasinya. Kesulitan mengawasi subkontraktor dalam penerapan standar mutu. Kesulitan dalam melakukan

penerapan seluruh substansi standar mutu dan monitoring terhadap kemungkinan terjadinya penyimpangan standar mutu. Kesulitan dalam memahami istilah-istilah dalam standar mutu. Kesulitan dalam menempatkan pegawai perusahaan untuk melaksanakan suatu beban pekerjaan tambahan agar melakukan sistem mutu dan persyaratannya dengan benar. Ketidakmampuan untuk menyediakan manajer dan spesialis mutu secara penuh waktu dalam suatu proyek konstruksi. Selain itu, terdapat banyak kendala yang mengakibatkan terhambatnya penerapan standar. Kendala-kendala penerapan standar tersebut, antara lain: (i) biaya tinggi yang harus disediakan, khususnya biaya awal; (ii) adanya resistensi untuk berubah pada berbagai tingkatan dari organisasi; (iii) kehilangan produktivitas dari satuan kerja karena adanya kegiatan tambahan memahami sistem mutu yang baru; (iv) adanya intervensi dari manajemen dan keterbatasan kemampuan sumber daya manusia; (v) lokasi proyek yang sangat jauh membuat kesulitan untuk mengendalikan dan mengikuti dengan seksama implementasi standar mutu; (vi) kesulitan komunikasi antara pekerja dan pimpinan karena perbedaan bahasa standar mutu; dan (vii) perbedaan budaya antar pekerja sehingga memiliki respon yang berbeda terhadap hasil diseminasi dan pelatihan (Bubshait & Al Atiq, 1999). Hal tersebut menggambarkan bahwa kualitas hasil pekerjaan konstruksi sangat dipengaruhi oleh proses implementasi standar mutu yang disepakati pada setiap tahapan konstruksi.

Berkaitan dengan permasalahan mutu pembangunan jalan, OECD (2000) dan Binnendijk (2001) membuat konsep model evaluasi indikator kinerja pembangunan jalan di Indonesia yang berbasis pendekatan sistemik. Konsep tersebut dikembangkan untuk menentukan tingkat efisiensi, efektifitas dan keberlanjutan terhadap hasil pembangunan jalan. Namun demikian, model ini belum merumuskan konsep monitoring substansi standar maupun implementasinya secara spesifik, artinya tidak ada kajian seberapa besar pengaruh tiap faktor atau indikator terhadap kinerja tiap tahapan pembangunan jalan. Sebenarnya secara prinsip pengembangan konsep ini merujuk pada pendekatan sistemik yang dikemukakan oleh Mindell (2002), yaitu rangkaian *input-process-output-outcome-impact* dari proses pembangunan jalan tetapi belum menguraikan secara detail faktor-faktor yang mempengaruhi tiap subsistem implementasi program pembangunan jalan.

Evaluasi terhadap implementasi standar mutu perkerasan jalan harus dilakukan sejak awal konstruksi sampai pasca konstruksi sehingga faktor sukses yang mempengaruhinya adalah data teknis yang dapat dicatat, diarsip, dan dievaluasi. Berkaitan dengan hal tersebut Bennett & McPherson (2005) yang diperjelas Paterson (2007.b) telah membuat model faktor sukses dalam sistem manajemen jalan untuk menilai dan mengevaluasi perkerasan jalan dengan memanfaatkan teknologi informasi yang didukung kombinasi antara pelaku, proses pembangunan, teknologi, dan biaya pelaksanaan. Model ini hanya mencatat dan mengevaluasi data teknis dari kondisi di lapangan tanpa mencermati prioritas faktor-faktor atau variabel *socio engineering* lain yang mempengaruhi kondisi performansi perkerasan jalan. Model ini lebih tepat diterapkan di negara yang sudah berkembang baik teknologi informasinya maupun penerapan kontrak berbasis kinerja dalam mengelola jalan. Model Paterson (2007.b) ini sangat sulit diterapkan di negara sedang berkembang seperti Indonesia karena kerusakan struktural perkerasan tidak hanya disebabkan oleh repetisi beban lalu lintas kendaraan tetapi lebih didominasi oleh penyimpangan prosedur implementasi standar mutu. Hal tersebut menggambarkan bahwa permasalahan aspek *socio engineering* merupakan faktor penting yang harus dicermati dalam memonitor dan mengevaluasi manajemen sistem mutu jalan.

Di Indonesia, pemberlakuan standar mutu perkerasan jalan telah menjadi perhatian pemerintah sejak tahun 1991. Sebelum tahun 1985, standar-standar mutu perkerasan produk luar negeri (AASHTO dan ASTM) lebih banyak diterapkan dan diadopsi pada pengendalian mutu perkerasan jalan karena belum tersedianya standar mutu nasional yang baku. Beberapa kendala yang dihadapi saat itu adalah beberapa substansi standar mutu produk luar negeri sulit diimplementasikan karena ketidaksesuaian material lokal, kondisi lingkungan, dan aspek *socio engineering* yang beragam jika dibandingkan terhadap negara asal pembuat standar (Mustazir, 1999). Pada transisi tahun 1985-1991, pemerintah pusat telah menyiapkan beberapa konsep standar mutu rujukan perkerasan jalan (kurang lebih 400 konsep standar mutu rujukan) yang akan diberlakukan secara nasional untuk mendapatkan keseragaman mutu perkerasan jalan yang sudah dilakukan penyesuaian substansinya terhadap kondisi lingkungan dan material di Indonesia. Kondisi

sekarang dipertegas dengan Peraturan Pemerintah No. 102 tahun 2000 tentang Standardisasi Nasional yang mendasari pemberlakuan Standar Nasional Indonesia (SNI) yang dikeluarkan oleh Badan Standardisasi Nasional (BSN). Namun demikian, beberapa kendala yang dihadapi dalam penerapan standar mutu berlisensi SNI adalah: (i) sosialisasi dan distribusi belum dilakukan secara merata karena keterbatasan sumber daya (SDM, peralatan, biaya, lembaga) yang ada di tiap daerah, (ii) pemerintah pusat sebagai pembina mutu belum memiliki metode tepat untuk mengevaluasi keberhasilan penerapan standar mutu di lapangan (Balitbang Depkimpraswil, 2002.a & 2002.b; LPJK, 2006).

Deputi Bidang Konstruksi, Kementrian Negara PU (2000) menetapkan dan mengelompokkan standar-standar mutu konstruksi yang relevan di Indonesia dan membuat konsep untuk mengevaluasi substansi standar konstruksi di Indonesia, khususnya SNI bidang pekerjaan umum. Evaluasi substansi standar ini disesuaikan dengan kendala lapangan sehingga diharapkan ada modifikasi dan standar baru yang disesuaikan dengan lingkungan (kondisi regional) dan kemampuan sumber daya. Pengembangan model tersebut dilakukan pada tahapan subsistem evaluasi: *input-output-outcome,* yang mendasarkan bahwa bobot variabel-variabel pengaruh dalam tiap subsistem dianggap sama. Indikator kinerja didapatkan dari perkalian antara bobot variabel dengan nilai kuantitatif atribut variabel yang dipilih. Oleh karena itu, metode analisis pembobotan variabel pengaruh belum menjadi bagian penting dari model ini. Selain itu, basis komprehensivitas dari pengembangan model tersebut belum sepenuhnya mengadopsi pendekatan sistemik yang lengkap.

Bapekin (2003.b) membuat model untuk melihat pengaruh sistem manajemen mutu kontruksi jalan terhadap manajemen proyek pembangunan jalan. Pengembangan model ini telah meneliti pengaruh setiap faktor yang mempengaruhi sistem manajemen mutu jalan. Bobot pengaruh faktor-faktor tersebut ditentukan dengan mempertimbangkan tingkat kesulitan lapangan tanpa suatu pendekatan empirik yang teruji. Model ini tidak memiliki nilai ambang batas kritis indikator tiap faktor pengaruh sehingga sulit menilai keberhasilan pemberlakuan standar mutu dan penerapannya sangat tergantung subyektivitas tim evaluator. Evaluasi keberhasilan mutu pembangunan jalan dilakukan pada tahapan *input-process* dan *output.* Pengembangan konsep ini juga belum sepenuhnya mengadopsi model

pendekatan sistemik yang komprehensif karena belum mengkaitkan manfaat (*outcome*) dan dampak (*impact*) yang terjadi akibat penerapan standar mutu tersebut.

Ditjen Bina Marga (2006.a) telah mengembangkan model evaluasi untuk menilai utilisasi standar mutu pengelolaan jalan nasional dengan pendekatan *input-output-outcome*. Semua evaluasi kriteria dalam tiap subsistem dibandingkan terhadap standar kualitatif yang ditetapkan dalam standar mutu, sehingga nilai efisiensi dan efektivitas merupakan perbandingan kualitatif bukan kuantitatif. Model ini tidak menetapkan bobot kepentingan kriteria-kriteria dalam tiap subsistem aplikasi standar mutu karena yang dievaluasi adalah perbandingan nilai kualitatif. Model ini belum mampu mencermati permasalahan mutu yang lebih komprehensif walaupun metode yang digunakan mengikuti pendekatan sistemik serta belum memasukkan kriteria *socio engineering* dalam tiap tahapan subsistem penerapan standar mutu. Model ini hanya melihat kriteria teknis sebagai penentu pencapaian mutu jalan.

Meskipun pengembangan konsep model monitoring dan evaluasi penerapan standar mutu perkerasan jalan tersebut menggunakan pendekatan yang komprehensif dengan mencermati komponen dari suatu rangkaian sistem penerapan standar, tetapi konsep-konsep tersebut belum menjelaskan hierarki setiap elemen dari bagian-bagian sistem (subsistem) pemberlakuannya. Selain itu, beberapa konsep model di atas juga belum menjelaskan bagaimana menentukan bobot dari setiap faktor atau variabel pengaruh terhadap keberhasilan penerapan (pemberlakuan) standar mutu secara keseluruhan serta belum mampu menjelaskan indikator dan parameter untuk mengukur kecenderungan pengaruh variabelnya. Berdasarkan uraian beberapa konsep model yang ada, suatu model monitoring dan evaluasi berbasis pendekatan sistemik yang hierarkis dan komprehensif diperlukan untuk menjelaskan bagaimana sesungguhnya pemberlakuan standar mutu dilaksanakan sejak awal konstruksi sampai dengan pasca konstruksi, khususnya pemberlakuan standar mutu pekerasan lentur jalan nasional dan propinsi di Indonesia. Model monitoring dan evaluasi ini diharapkan menjadi alternatif untuk memperbaiki kekurangan beberapa konsep model lain yang sudah ada. Model yang dibuat ini harus mampu memberikan metode monitoring dan evaluasi parameter

tiap indikator untuk mengukur kecenderungan pengaruh variabel-variabel terhadap faktor-faktor pemberlakuan standar mutu perkerasan jalan pada tiap subsistem pemberlakuannya. Hasil monitoring dan evaluasi tersebut harus mampu memberikan solusi perbaikan untuk penyempurnaan faktor-faktor yang mempengaruhi pemberlakuan standar mutu sejak awal konstruksi sampai pasca konstruksi perkerasan jalan.

B. Identifikasi Masalah

Beberapa permasalahan yang terkait dengan pemberlakuan standar mutu perkerasan jalan dapat diidentifikasi sebagai berikut:

1) tidak ada korelasi antara peningkatan investasi jalan nasional dan propinsi dengan peningkatan kemantapan perkerasan jalan (penurunan nilai IRI dan pengurangan panjang ruas jalan yang memiliki SDI>50), meskipun standar mutu yang digunakan sama tetapi proses pemberlakukannya belum tepat dilaksanakan di lapangan (Mulyono & Riyanto, 2005);
2) sosialisasi dan distribusi standar mutu perkerasan jalan belum mencapai sasaran yang optimal sehingga sulit didapatkan keseragaman untuk memahami implementasi substansinya (Deputi Bidang Konstruksi, Kementrian Negara PU, 2000; Bapekin, 2003.a; LPJK, 2006; BPK-SDM, 2006);
3) kondisi daerah otonomi (kabupaten/kota) belum siap menerapkan substansi standar mutu perkerasan jalan secara keseluruhan karena utilisasi sumberdaya (SDM, peralatan, material, biaya, kelembagaan) belum optimal sehingga sulit dicapai keseragaman mutu perkerasan (Deputi Bidang Konstruksi, Kementrian Negara PU, 2000; Bapekin, 2003.b; LPJK, 2006);
4) beberapa standar mutu belum dapat diimplementasikan di daerah karena kebijakan lokal belum mendukung pemberlakuannya (Kumar, 2000; Ditjen Prasarana Wilayah, 2002; Palgunadi, 2006);
5) beberapa standar mutu perkerasan jalan belum dapat diimplementasikan di lapangan karena kualitas material lokal yang belum memenuhi syarat dan keterbatasan peralatan uji mutu di lapangan (Andriyanto, 2005; Aly, 2003.a);
6) penggunaan standar mutu perkerasan jalan yang sama tidak diikuti penerapannya dengan tepat di lapangan sehingga mempercepat terjadinya kerusakan struktural dini pada awal umur pelayanan (Ditjen Prasarana Wilayah, 2002; Aly, 2003.a);

7) belum ada metode (model) untuk memonitor pemberlakuan standar mutu perkerasan jalan nasional dan propinsi dengan mengevaluasi parameter tiap indikator untuk mengukur kecenderungan pengaruh variabel-variabel terhadap proses pemberlakuannya (Bapekin, 2003.b; Mulyono, 2006.b); dan
8) beberapa model adopsi dan evaluasi penerapan standar mutu perkerasan jalan yang sudah ada belum dilakukan pendekatan sistemik yang komprehensif (*input-process-output-outcome-impact*) dengan merepresentasikan hierarki elemen-elemen yang mempengaruhinya.

C. Perumusan Masalah

Berdasarkan identifikasi masalah yang terkait dengan pemberlakuan standar mutu perkerasan jalan nasional dan propinsi, maka rumusan-rumusan masalah dapat diuraikan sebagai berikut:

1) apa penyebab dan jenis kerusakan struktural perkerasan yang sering terjadi pada awal umur pelayanan jalan?
2) bagaimana pengenalan dan pemahaman pengguna terhadap substansi standar mutu perkerasan jalan dikaitkan dengan implementasi di lapangan?
3) apa kendala dan penyimpangan yang sering terjadi dalam implementasi standar mutu perkerasan jalan pada pembangunan, peningkatan dan pemeliharaan jalan?
4) bagaimana kerangka berpikir menyusun model monitoring dan evaluasi pemberlakuan standar mutu perkerasan jalan yang hierarkis, komprehensif dan berbasis pendekatan sistemik?
5) faktor-faktor apa yang dipertimbangkan dalam tiap subsistem pemberlakuan standar mutu perkerasan jalan?
6) variabel-variabel apa yang dipertimbangkan dapat mempengaruhi faktor-faktor dalam tiap subsistem pemberlakuan standar mutu perkerasan jalan?
7) bagaimana model monitoring dan evaluasi pemberlakuan standar mutu tersebut dapat diaplikasikan agar mendapatkan solusi perbaikan dan penyempurnaan pemberlakuannya?

D. Maksud dan Tujuan Penelitian

Maksud penelitian ini adalah membuat model monitoring dan evaluasi pemberlakuan standar mutu perkerasan jalan nasional dan propinsi berbasis pendekatan sistemik.

Tujuan penelitian yang ingin dicapai adalah sebagai berikut:

1) mengidentifikasi jenis dan penyebab kerusakan struktural perkerasan pada awal umur pelayanan jalan yang terjadi di lapangan;
2) mengidentifikasi kesulitan mengenal dan memahami standar mutu perkerasan jalan dikaitkan dengan implementasinya di lapangan;
3) mengidentifikasi kendala dan penyimpangan implementasi standar mutu perkerasan jalan pada pembangunan, peningkatan dan pemeliharaan jalan;
4) merumuskan kerangka berpikir membuat model monitoring dan evaluasi pemberlakuan standar mutu perkerasan jalan yang hierarkis, komprehensif dan berbasis pendekatan sistemik;
5) menganalisis perbandingan tingkat kepentingan antar faktor dalam tiap subsistem pemberlakuan standar mutu perkerasan jalan;
6) menganalisis perbandingan tingkat kepentingan antar variabel yang mempengaruhi faktor-faktor dalam tiap subsistem pemberlakuan standar mutu perkerasan jalan; dan
7) mengembangkan dan menerapkan model monitoring dan evaluasi pemberlakuan standar mutu perkerasan jalan agar diperoleh solusi perbaikan dan penyempurnaan pemberlakuannya.

E. Manfaat Penelitian

Manfaat teoritis (*theorytical benefits*) yang diperoleh dari penelitian tentang model monitoring dan evaluasi pemberlakuan standar mutu perkerasan jalan, adalah:

1) peningkatan pemahaman konsep hierarki setiap elemen dalam tiap subsistem pemberlakuan standar mutu perkerasan jalan yang berbasis pendekatan sistemik;
2) peningkatan pemahaman proses identifikasi dan penyeleksian serta pengelompokan variabel-variabel beserta indikator dan parameternya dalam tiap subsistem pemberlakuan standar mutu perkerasan jalan;

3) peningkatan pemahaman proses pembobotan antar variabel terhadap faktor-faktor dalam tiap subsistem pemberlakuan standar mutu perkerasan jalan; dan
4) pemahaman proses pembuatan model monitoring dan evaluasi pemberlakuan standar mutu perkerasan sebagai pedoman bagi pemangku kebijakan untuk mengevaluasi mutu perkerasan jalan dikaitkan implementasi standar mutu yang digunakan.

Manfaat praktis (*practical benefits*) yang didapatkan dari penelitian model monitoring dan evaluasi pemberlakuan standar mutu perkerasan jalan, adalah:

1) pedoman teknis bagi pembina dan penyedia jalan untuk memonitor dan mengevaluasi secara berkala terhadap penerapan standar-standar mutu perkerasan jalan sehingga dapat diidentifikasi variabel dan faktor yang paling berpengaruh terhadap penurunan pemberlakuan standar mutu perkerasan jalan serta umpan balik untuk penyempurnaan implementasinya;
2) pedoman kebijakan untuk mengevaluasi mutu hasil pembangunan, peningkatan dan pemeliharaan jalan di tiap wilayah kepulauan atau propinsi untuk mendapatkan tingkat penyeragaman mutu perkerasan jalan dalam rangka menjawab tuntutan otonomi daerah dan globalisasi;
3) pedoman kebijakan bagi Pemerintah Pusat (dalam hal ini Ditjen Bina Marga, Departemen Pekerjaan Umum) dalam mengevaluasi mutu perkerasan jalan sehingga dapat diidentifikasi dana pengelolaan jalan di tiap propinsi; dan
4) pedoman pembelajaran bagi pelaksana pembangunan jalan dan pengawas mutu agar dapat mengimplementasikan standar mutu perkerasan jalan dengan tepat dan benar di lapangan.

F. Pembatasan Masalah dan Lingkup Penelitian

Beberapa batasan permasalahan yang dilakukan agar lebih terfokus dalam mencapai tujuan penelitian, adalah:

1) status jalan yang ditinjau adalah jalan nasional dan jalan propinsi yang dikaitkan dengan kewenangan pembinaan dan pengelolaannya serta cakupan dampak ikutan pembangunan wilayah sebagaimana dijelaskan dalam pasal 14 dan pasal 15 Undang-Undang Republik Indonesia Nomor 38 Tahun 2004 tentang Jalan;

2) standar mutu perkerasan jalan yang dapat dimonitor dan dievaluasi pemberlakuannya, antara lain: (i) Spesifikasi Teknis Bidang Jalan dan Jembatan yang dikeluarkan oleh Pusat Penelitian dan Pengembangan Prasarana Transportasi, Badan Penelitian dan Pengembangan (Balitbang), Departemen PU (2005.a), yang di dalamnya merujuk Standar Nasional Indonesia (SNI) bidang infrastruktur jalan, terutama SNI 03-1737-1991 tentang tatacara pelaksanaan dan pengujian perkerasan beraspal; (ii) Pedoman atau Petunjuk Teknis bidang teknik jalan; dan (iii) standar mutu dari badan-badan dan organisasi lain yang disepakati;
3) kinerja perkerasan jalan yang dibahas adalah perkerasan lentur yang terdiri atas 3 (tiga) lapisan, yaitu: (i) lapis permukaan (*surface course*); (ii) lapis pondasi (*base course*); (iii) lapis pondasi bawah (*subbase course*), yang diletakkan di atas lapis tanah dasar (*subgrade*) mengacu Balitbang Departemen PU (2005.a);
4) model monitoring dan evaluasi terhadap standar mutu perkerasan jalan difokuskan pada proses pemberlakuannya dari tahap konstruksi sampai pasca konstruksi, berbasis pendekatan sistemik (*input-process-output-outcome-impact*) yang hierarkis dan komprehensif, bukan monitoring dan evaluasi terhadap substansi (materi) standar mutu;
5) faktor-faktor yang dipertimbangkan dalam mencermati subsistem pemberlakuan standar mutu perkerasan jalan, adalah:
   a) subsistem *input*: sumber daya manusia pengendali mutu perkerasan jalan, utilisasi alat dan bahan uji mutu, dan tampilan format standar;
   b) subsistem *process*: sosialisasi, distribusi dan implementasi standar, serta manajemen data;
   c) subsistem *output*: tingkat pencapaian mutu dan sosialisasi standar mutu;
   d) subsistem *outcome*: tingkat kekuatan struktural dan fungsional perkerasan; dan
   e) subsistem *impact*: tingkat kemantapan dan kenyamanan jalan.
6) sumber daya manusia (SDM) yang dimaksud dalam penelitian ini merupakan tim pengendali mutu perkerasan jalan di lapangan yang terdiri atas: (i) dua orang dari tim direksi lapangan (pihak *owner*); (ii) empat orang dari tim *quality control engineer* (pihak konsultan supervisi); dan (iii) tiga orang dari tim *site engineer* (pihak kontraktor); faktor SDM ini memfokuskan kapasitas (kemampuan) personal dalam tim pengendali mutu bukan kapasitas agregat (kombinasi antara aspek kelembagaan, wilayah, pendidikan dan lingkungan);

7) tipe kerusakan struktural perkerasan lentur jalan yang diamati dan dipelajari dalam penelitian ini mengacu pada ketentuan dan persyaratan dalam spesifikasi teknis yang dikeluarkan oleh Balitbang Departemen PU (2005.a) dan Ditjen Bina Marga (2006.a) yang sudah mengakomodasi hasil pendekatan empirik (AASHTO, 1998; FHWA-USA, 2006; *B.C Ministry of Transportation*, 2007) dan analitik (BSI-UK, 1998);
8) penelitian ini tidak membahas tentang faktor atau variabel yang berkaitan dengan aspek keterbatasan biaya penanganan jaringan jalan yang dialokasikan pemerintah; pemberlakuan standar mutu ditinjau pada suatu ruas jalan dengan konstruksi perkerasan lentur dari tahap konstruksi (sudah dinilai kelayakan biaya konstruksi melalui proses klarifikasi dan negosiasi saat penawaran berlangsung) sampai tahap pasca konstruksi.

Berdasarkan pembatasan masalah tersebut, pelingkupan kegiatan penelitian yang dilaksanakan, adalah:

1) mengobservasi fakta yang berkaitan dengan pengelolaan jalan nasional dan propinsi berdasarkan data institusional yang terkait;
2) mengidentifikasi variabel beserta indikator dan paramaternya pada tiap subsistem pemberlakuan standar mutu perkerasan jalan berdasarkan studi literatur;
3) merancang instrumen dan jumlah responden (pakar perkerasan jalan);
4) melakukan survai pendapat pakar untuk mendapatkan data, antara lain: (i) jenis kerusakan struktural perkerasan pada awal umur pelayanan jalan; (ii) kinerja pemberlakuan standar mutu saat ini; (iii) verifikasi variabel-variabel yang mempengaruhi faktor-faktor dalam tiap subsistem pemberlakuan standar mutu; (iv) tingkat kepentingan pengaruh variabel untuk proses seleksi dan pengelompokannya dengan metode analisis faktor; dan (v) tingkat perbandingan kepentingan antar variabel untuk proses pembobotan dengan metode AHP.
5) membangun *logic model* monitoring dan evaluasi pemberlakuan standar mutu dan pengembangan perangkat lunak untuk mengaplikasikannya

G. Sistematika Penulisan

Secara garis besar sistematika penulisan hasil penelitian disertasi Model Monitoring dan Evaluasi Pemberlakuan Standar Mutu Perkerasan Jalan Berbasis Pendekatan Sistemik ini terdiri atas 3 (tiga) bagian, yaitu: (i) bagian awal; (ii) bagian inti (pokok); dan (iii) bagian penutup. Uraian kerangka penulisan *(outline)* dari tiap bagian tersebut dapat dijelaskan sebagai berikut.

Bagian awal terdiri atas pengantar dan kajian pustaka serta kerangka berfikir yang masing-masing ditulis dalam Bab I dan Bab II.

Secara ringkas Bab I menjelaskan kegagalan mutu jalan nasional dan propinsi karena peningkatan investasi pengelolaan jalan tidak berdampak langsung terhadap peningkatan kemantapan perkerasannya meskipun standar mutu yang diimplementasikan sama tetapi proses pemberlakuannya belum tepat dilaksanakan di lapangan. Selain itu bab ini juga menguraikan kekurangan model monitoring implementasi standar mutu di beberapa negara termasuk Indonesia. Fakta-fakta tersebut mendasari perumusan masalah dan tujuan penelitian yang hendak dicapai serta batasan ruang lingkup penelitiannya.

Bab II terdiri atas kajian pustaka dan penyusunan kerangka berfikir. Kajian pustaka menguraikan secara detail tentang: (i) pengelolaan dan konstruksi perkerasan jalan serta jenis dan penyebab kerusakannya; (ii) perkembangan standar mutu perkerasan jalan dan permasalahan pemberlakuannya di beberapa negara termasuk Indonesia; (iii) variabel beserta indikator dan parameternya yang dipertimbangkan mempengaruhi faktor-faktor pemberlakuan standar mutu perkerasan jalan; dan (iv) model monitoring dan evaluasi terhadap pembangunan jalan yang relevan dengan implementasi standar mutu perkerasan jalan di beberapa negara. Kerangka berfikir menguraikan gagasan pemikiran penulis untuk mencapai maksud dan tujuan penelitian berdasarkan fakta dan kajian pustaka, yang terdiri atas: (i) konsep makro, pemberlakuan standar mutu perkerasan jalan merupakan salah satu sub manajemen dari sistem manajemen proyek pengelolaan jalan; (ii) konsep dasar pengembangan *logic model* yang merepresentasikan sistem hierarki elemen-elemen yang mempengaruhi pemberlakuan standar mutu ke dalam 5 (lima) subsistem, yaitu *input, process, output, outcome* dan *impact*; dan (iii) konsep pengembangan perangkat lunak terhadap *logic model* dengan bantuan bahasa pemrograman *delphi*.

Bagian inti (pokok) terdiri atas metodologi penelitian, pembahasan hasil penelitian dan pengembangan perangkat lunak model MESTAM_JALAN yang masing-masing ditulis dalam Bab III, Bab IV dan Bab V.

Secara ringkas Bab III ini menjelaskan urutan tahapan penelitian dari desain responden, penyiapan instrumen penelitian di 28 propinsi, metode analisis data dan pembahasan hasil penelitian. Jumlah responden adalah 14 pakar perkerasan jalan tiap propinsi, yang terdiri atas pemangku kebijakan lembaga pemerintah, akademisi dan praktisi, sehingga jumlah desain responden total sebanyak 392 pakar tiap kegiatan survai. Survai dilaksanakan 4 (empat) kali secara berurutan dan saling terkait satu sama lain. Beberapa metode analisis yang digunakan adalah: (i) metode analisis faktor *(factor analysis)* untuk menyeleksi dan mengelompokkan variabel-variabel yang memiliki karakter yang hampir sama; (ii) metode AHP untuk menentukan bobot perbandingan antar variabel terhadap faktor-faktor pemberlakuan standar mutu.

Bab IV terdiri atas 4 (empat) bagian yang masing-masing menguraikan pembahasan hasil penelitian sesuai survai yang dilakukan. Uraian masing-masing bagian dapat dijelaskan sebagai berikut:

1) bagian pertama menjelaskan: pendapat pakar tentang: (i) kinerja mutu perkerasan yang meliputi jenis dan penyebab kerusakan struktural dini; dan (ii) kinerja pemberlakuan standar mutu yang meliputi kendala dan permasalahannya;
2) bagian kedua menjelaskan pendapat pakar terhadap verifikasi 131 variabel beserta indikator dan parameternya yang mempengaruhi faktor pemberlakuan standar mutu;
3) bagian ketiga menjelaskan: (i) analisis faktor terhadap 131 variabel menjadi 104 variabel hasil seleksi awal, selanjutnya variabel-variabel yang memiliki karakter hampir sama mengelompok untuk membentuk 50 variabel baru; dan (ii) merumuskan logika kecenderungan pengaruh variabel terhadap faktor pemberlakuan standar mutu;
4) bagian keempat menjelaskan: (i) analisis AHP untuk mendapatkan bobot perbandingan antar 50 variabel terhadap pemberlakuan standar mutu; (ii) selanjutnya dibuat *logic model* sistem hierarki elemen-elemen yang

mempengaruhi tiap subsistem pemberlakuannya; dan (iii) merumuskan solusi perbaikan pemberlakuan standar mutu jika kecenderungan pengaruh variabel-variabelnya makin buruk dalam tiap subsistem pemberlakuannya.

Bab V terdiri atas 2 (dua) bagian penting yang dapat diuraikan sebagai berikut: (i) merumuskan metodologi pengembangan perangkat lunak model MESTAM_JALAN; (ii) aplikasi model tersebut terhadap SNI 03-1737-1991 pada 10 (sepuluh) ruas jalan nasional yang mewakili beberapa wilayah kepulauan; (iii) evaluasi terhadap hasil aplikasi model untuk menyusun solusi perbaikan proses pemberlakuan standar mutu serta perbandingan tingkat pencapaian pemberlakuannya pada tiap subsistem sehingga dapat dirumuskan rekomendasi serta penjadwalan pemeliharaan berkala dan atau peningkatan perkerasan jalan yang tepat.

Bagian penutup ditulis dalam Bab VI, terdiri atas: kesimpulan, implikasi hasil penelitian dan saran-saran yang berkaitan dengan penyempurnaan pemberlakuan standar mutu dan usulan program penelitian lanjutan yang relevan.

BAB II. KAJIAN PUSTAKA DAN KERANGKA BERPIKIR

A. Standar Mutu Perkerasan Lentur Jalan

1. Pengertian perkerasan jalan

Ditjen Bina Marga (2006.b) mendefinisikan perkerasan jalan berdasarkan tipe konstruksi yang membentuk wujud fisik jalan, secara berurutan dari atas ke bawah adalah lapisan permukaan, lapisan pondasi, lapisan pondasi bawah dan lapisan tanah dasar.

Perkerasan jalan dikelompokkan dalam 2 (dua) jenis, yaitu perkerasan lentur (*flexible pavement*) dan perkerasan kaku (*rigid pavement*). Perkerasan lentur bersifat lentur (fleksibel) karena bahan susunnya terdiri atas berbagai ukuran butiran agregat pecah yang diselimuti aspal, yang kekuatannya sangat ditentukan oleh *internal friction* antar butiran dan modulus elastisitas aspal serta jumlah rongga dalam campuran agregat yang terisi aspal. Sifat elastisitas aspal ini disebabkan aspal merupakan bahan *rheologic* dan *thermoplasthic* yang sifat fisiknya sangat dipengaruhi oleh perubahan beban dan temperatur udara (B.C. *Ministry of Transportation*, 2007; TNZ, 2002.a & 2004; Scott *et al*., 2004) serta temperatur pencampurannya dengan butiran agregat (Balitbang Departemen PU, 2005.a). Perkerasan *rigid* bersifat kaku karena bahan susunnya terdiri atas berbagai ukuran agregat pecah yang dihubungkan oleh bahan ikat yang mengeras seperti *cement portland* (Boucher, 2007). Sifat kaku lebih ditentukan oleh proses pengerasan *cement portland* karena fisik bahan semen tidak mengalami perubahan wujud ketika menerima beban dan perubahan cuaca.

Perbandingan teknis antara perkerasan lentur dan kaku dapat ditunjukkan dalam Tabel 2.1. Ditjen Bina Marga (2006.b) dan Paterson (2007.a) menyimpulkan bahwa konstruksi perkerasan jalan agar mampu memberikan rasa aman dan nyaman kepada pemakai jalan, maka harus memenuhi syarat-syarat teknis sebagai berikut:

a) syarat berlalu lintas, antara lain: (i) permukaannya rata, tidak bergelombang, tidak melendut dan tidak berlubang; (ii) permukaan cukup kaku sehingga tidak

mudah berubah bentuk akibat beban yang bekerja di atasnya; (iii) permukaan cukup kesat sehingga dapat memberikan gesekan yang baik antara ban roda kendaraan dan permukaan jalan untuk menghindari selip; dan (iv) permukaan tidak mengkilap, tidak silau karena pantulan sinar matahari; dan

b) syarat kekuatan struktural, antara lain: (i) ketebalan yang cukup sehingga mampu mendistribusikan beban lalulintas ke tanah dasar; (ii) kedap air sehingga air tidak mudah meresap ke lapisan di bawahnya; (iii) permukaan mudah mengalirkan air sehingga tidak terjadi genangan air hujan di atasnya; dan (iv) kekakuan untuk mendukung beban yang bekerja tanpa menimbulkan deformasi.

Dengan demikian dapat disimpulkan bahwa perkerasan merupakan lapisan tambahan yang berada antara beban kendaraan dan tanah dasar, yang bersifat konstruktif sehingga memiliki nilai struktural dan fungsional. Nilai struktural berkaitan dengan daya dukung perkerasan untuk mendukung repetisi beban lalu lintas kendaraan dan kemampuannya untuk tetap stabil, mantap dan aman terhadap pengaruh infiltrasi air permukaan dan perubahan cuaca (Bennett *et al*., 2007). Penurunan nilai struktural diindikasikan dengan terjadinya kerusakan dini perkerasan di awal umur pelayanan, seperti retak (*cracking*), lubang (*pothole*), penurunan (*deformation*), bekas alur roda kendaraan (*rutting*), pelepasan butiran permukaan perkerasan (*ravelling*) dan permukaan yang keriting (*corrugation*).

Nilai fungsional berkaitan dengan performansi permukaan jalan dalam melayani lalu lintas kendaraan dengan aman dan nyaman yang meliputi aspek-aspek teknis, antara lain: kerataan, kekesatan dan kemiringan permukaan. Penurunan nilai fungsional diindikasikan dengan penurunan tingkat keamanan dan kenyamanan berkendaraan karena kondisi performansi hasil pemeliharaan berkala maupun peningkatan jalan kurang memenuhi standar indek performansi yang disyaratkan (Mulyono, 2007.b; Ditjen Bina Marga, 2006.b).

Tabel 2.1 Perbandingan teknis antara perkerasan lentur dan kaku

No	Aspek	Perkerasan lentur	Perkerasan kaku
1	Umur rencana	umur rencana efektif 5 (lima) sampai 10 (sepuluh) tahun	umur rencana dapat mencapai 20 sampai 30 tahun dalam satu kali konstruksi
2	Lendutan	cenderung untuk melendut	lendutan jarang terjadi
3	Perilaku terhadap *overloading*	lebih sensitif terhadap *overloading* dikaitkan dengan	tidak sensitif terhadap *overloading* karena lendutan

		perilaku perkerasan terhadap lendutan	perkerasan jarang terjadi
4	Kebisingan dan vibrasi	cenderung lebih rendah	cenderung lebih tinggi
5	Pantulan cahaya	cenderung lebih rendah	cenderung lebih tinggi

Tabel 2.1 (Lanjutan)

No	Aspek	Perkerasan lentur	Perkerasan kaku
6	Bentuk permukaan	permukaan lebih halus dan rata sehingga terasa lebih nyaman untuk berkendaraan	permukaan lebih kasar dan tidak rata sehingga terasa tidak nyaman berkendaraan
7	Proses konstruksi	relatif lebih mudah dan cepat; dengan teknologi campuran AMP maka waktu yang diperlukan dari mulai penghamparan sampai dibuka untuk layanan lalu lintas membutuhkan waktu sekitar 3 (tiga) jam	teknologi bahan aditif mempercepat proses pematangan beton antara satu sampai dua hari terhadap umur beton 28 hari, tetapi beton yang terlalu cepat matang cenderung mengalami retak
8	Perawatan	memerlukan perawatan rutin tetapi relatif lebih mudah jika terjadi kerusakan dapat diperbaiki pada titik kerusakan	tidak perlu perawatan tetapi perbaikan kerusakan relatif lebih sulit dan kompleks karena tidak dapat diperbaiki hanya pada titik kerusakan
9	Biaya konstruksi dan perawatan	biaya awal proses konstruksi lebih murah tetapi perlu ada perawatan rutin tahunan dan lima tahunan	biaya awal relatif lebih mahal tetapi tidak memerlukan perawatan rutin pada umur pelayanan yang sama
10	Karakteristik terhadap pembebanan	beban didistribusikan secara berjenjang dan bertahap sampai tanah dasar	beban diterima oleh struktur beton karena memiliki kekuatan yang tinggi sehingga tidak didistribusikan ke lapisan di bawahnya
11	Karakteristik material	material utama adalah agregat, aspal dan *filler* (jika diperlukan) dan sangat sensitif terhadap air dan cuaca	material utama adalah agregat, semen dan *filler* (jika diperlukan) dan air dapat membantu proses pematangan beton
12	Karakteristik tanah dasar	sesuai untuk tanah dasar yang memiliki CBR > 4%	dapat diletakkan di atas tanah dasar yang memiliki CBR < 4%
13	*Overlaping* konstruksi	dapat diletakkan di atas perkerasan kaku	tidak dapat diletakkan di atas perkerasan lentur

Sumber: Ditjen Bina Marga (2006.b); Paterson (2007.a);Boucher (2007)

2. Struktur perkerasan lentur jalan

AASHTO (1998.a) maupun Balitbang Departemen PU (2005.a) mendefinisikan perkerasan lentur adalah perkerasan yang menggunakan bahan campuran agregat dan aspal dalam keadaan panas (*hotmix*) atau dingin (*coldmix*) sebagai lapisan permukaan (*surface course*) serta bahan berbutir (*granular material*) sebagai lapisan di bawahnya, yang dibangun di atas tanah dasar

(*subgrade*). Susunan struktur lapisan perkerasan lentur jalan dari bagian bawah ke atas, meliputi: (i) lapis pondasi bawah (*subbase course*); (ii) lapis pondasi (*base course*); dan (iii) lapis permukaan (*surface course*). Implementasi struktur perkerasan di lapangan maupun di lingkungan birokrasi pemerintah sering mengalami kerancuan antara nama bahan konstruksi dan nama lapisan struktur jalan. Ditjen Bina Marga (2006.a) menyebut ATB (*asphalt treated base course*) sebagai nama bahan konstruksi bukan nama lapisan struktur perkerasan. ATB menurut hasil riset BSI (1998) dan AASHTO (1998) merupakan *base course* yang tersusun dari bahan campuran agregat yang menggunakan bahan ikat aspal, dengan demikian ATB dapat dibuat dari bahan laston, *hot rolled asphalt* (HRA) maupun *split mastic asphalt* (SMA). Penggunaan ATB ini dilakukan pada pembangunan struktur jalan yang bertahap terutama pada alokasi anggaran *surface course* yang belum pasti pada tahun berikutnya, sehingga untuk mengantisipasi kerusakan *base course* maka digunakan bahan campuran agregat yang beraspal. Tabel 2.2 menyajikan nama bahan konstruksi dan nama lapisan struktur jalan yang diolah dari metode analitik (BSI, 1998) dan metode empirik (AASHTO, 1998.a; Ditjen Bina Marga, 2006.b). Perbedaan yang prinsip *surface course* antara BSI (1998) dan AASHTO (1998.a) adalah:

a) AASHTO (1998.a) menggunakan metode empirik, yang menghasilkan formula beton aspal dengan gradasi butiran agregat yang bersifat tertutup (*well graded*), dengan mengutamakan *internal friction* antar butiran agregat sebagai kekuatan struktural sehingga kadar aspal optimum yang digunakan berkisar 5,0% – 5,5%;
b) BSI (1998) menggunakan metode analitik, yang menghasilkan formula beton aspal dengan gradasi butiran agregat yang bersifat timpang (*gap graded*), dengan mengutamakan modulus elastisitas aspal dan campuran agregat aspal sebagai kekuatan struktural sehingga kadar aspal optimum yang digunakan berkisar 7,5% – 8,5% yang lebih besar daripada metode empirik.

Tabel 2.2. Nama lapisan struktur jalan dan nama bahan konstruksi

Nama lapisan struktur jalan			Nama bahan konstruksi jalan
BSI (1998)	AASHTO (1998)	Ditjen Bina Marga (2006.a)	
Surfacing: *- wearing course*	*Surface course:* *- wearing course*	Lapis permukaan: - lapis aus	- HRS, *sand sheet*, latasir, lataston, *slurry seal,* SMA

- *base course*	- *binder course*	- lapis pengikat	0/5, burtu - AC, HRA, SMA 0/11,burda, lasbutag
Road course	*Base course*	Lapis pondasi	agregat pecah kelas A atau B
Road course	*Subbase course*	Lapis pondasi bawah	agregat pecah kelas C
Subgrade	*Subgrade*	Tanah dasar	- tanah asli - tanah timbunan - tanah galian

Sumber: Ditjen Bina Marga (2006.b); BSI (1998); AASHTO (1998.a)

Ditjen Bina Marga (2006.a) dan Balitbang Departemen PU (2005.a) telah menyusun formula beton aspal yang mengakomodasi *internal friction* antar butiran agregat dengan memberikan peluang kadar aspal optimum antara 5,5% - 7,5% untuk mengantisipasi oksidasi aspal akibat temperatur udara yang tinggi di daerah tropis seperti Indonesia.

a. Daya dukung tanah dasar sangat berpengaruh terhadap kinerja perkerasan lentur jalan dalam mendukung beban lalu lintas kendaraan (TNZ, 2002.a; Ditjen Bina Marga, 2006.a; Gedafa, 2006). Permasalahan teknis yang menyangkut tanah dasar, antara lain: (i) terjadinya deformasi permanen oleh repetisi beban lalu lintas kendaraan sehingga berakibat perubahan bentuk dari struktur perkerasan di atasnya; (ii) terjadinya penurunan permukaannya yang tidak merata karena kekurangtepatan mutu pelaksanaan pemadatannya terutama pada konstruksi timbunan, sehingga mempercepat bentuk gelombang permukaan perkerasannya; (iii) terjadinya perubahan volume (mengembang dan menyusut) akibat perubahan kadar air terutama terjadi saat penyimpangan prosedur mutu pemadatan tanah berbutir kasar (*granular soil*); (iv) daya dukung tanah yang tidak merata dan sukar ditentukan secara pasti terutama pada daerah dengan jenis tanah yang sangat berbeda sifat dan kedudukannya, atau akibat ketidaktepatan mutu pelaksanaan pemadatannya; (v) aliran air tanah yang tidak terdeteksi sejak awal karena tidak terakomodasi dalam gambar rencana sehingga akan membentuk aliran kapilaritas ke lapisan *subbase* dan *base course*; (vi) perubahan kembang susut karena jenis tanah ekspansif sehingga konstruksi perkerasan tidak pernah stabil.

Beberapa indikator teknis untuk mengukur mutu konstruksi tanah dasar, antara lain: (i) nilai CBR lapangan disyaratkan lebih besar atau sama dengan 90% dari CBR laboratorium (AASHTO, 1998.a; Wright, 1999; Scott *et al*., 2004; Balitbang Departemen PU, 2005.b; Gedafa, 2006); (ii) nilai kepadatan lapangan

disyaratkan lebih besar atau sama dengan 95% dari kepadatan laboratorium (Yoder & Witczak, 1975; Wright, 1999; Scott *et al*., 2004; Balitbang Departemen PU, 2005.b); dan (iii) nilai kadar air lapangan berada pada rentang toleransi 2,0% terhadap nilai kadar air optimum laboratorium (Yoder & Witczak, 1975; Wright, 1999; Scott *et al*., 2004; Balitbang Departemen PU, 2005.a).

b. Lapis pondasi bawah atau *subbase course* diletakkan di atas tanah dasar (Yoder & Witczak, 1975; AASHTO, 1998.a; Wright, 1999; Wignall *et al*., 2002; Balitbang Departemen PU, 2005.c) berfungsi secara struktural, antara lain: (i) sebagai bagian dari struktur perkerasan untuk mendukung dan menyebarkan beban kendaraan ke lapisan tanah dasar; (ii) mencegah aliran air tanah dari tanah dasar masuk ke dalam lapisan di atasnya (lapis pondasi); dan (iii) sebagai lapisan penutup tanah dasar dari pengaruh cuaca sehingga dapat mempertahankan daya dukung tanah dasar. Beberapa indikator teknis untuk mengukur mutu konstruksi lapis pondasi bawah (Balitbang Departemen PU, 2005.c), antara lain: (i) nilai CBR lapangan disyaratkan minimal 20%; (ii) nilai kepadatan lapangan minimal 95% dari kepadatan kering maksimum laboratorium; dan (iii) nilai kadar air lapangan berada pada rentang toleransi 2,0% terhadap nilai kadar air optimum laboratorium.

c. Lapis pondasi atau *base course* diletakkan di atas lapis pondasi bawah (Yoder & Witzack, 1975; AASHTO, 1998.a; Wright, 1999; Wignall *et al*., 2002; Balitbang Departemen PU, 2005.e) berfungsi secara struktural, antara lain: (i) sebagai bagian perkerasan yang menahan limpahan beban kendaraan dari lapisan permukaan yang selanjutnya sebagian ditransfer ke lapisan pondasi bawah; (ii) sebagai perletakan struktural terhadap lapis permukaan (*surface course*); dan (iii) mencegah kapilaritas air tanah yang berasal dari lapisan di bawahnya. Beberapa indikator teknis untuk mengukur mutu konstruksi lapis pondasi (Balitbang Departemen PU, 2005.c), antara lain: (i) nilai CBR lapangan disyaratkan minimal 80%; (ii) nilai kepadatan lapangan minimal 95% dari kepadatan kering maksimum laboratorium; dan (iii) nilai kadar air lapangan berada pada rentang toleransi 2,0% terhadap nilai kadar air optimum laboratorium.

d. Lapis permukaan atau *surface course* (Yoder & Witzack, 1975; Wright, 1999; AASHTO, 1998.a; Wignall *et al*., 2002; Balitbang Departemen PU, 2005.d) berfungsi secara struktural, antara lain: (i) sebagai bagian utama

perkerasan untuk menahan beban kendaraan dan sebagian ditransfer ke lapisan pondasi; (ii) sebagai lapisan rapat air untuk melindungi badan jalan dari kerusakan akibat cuaca; (iii) sebagai lapisan aus (*wearing course*) yang mampu melindungi infiltrasi air permukaan yang menerobos pori-pori lapisan di bawahnya; dan (iv) sebagai lapisan pertama yang kontak langsung dengan beban kendaraan. Penggunaan bahan aspal diperlukan agar lapisan dapat bersifat kedap air, disamping itu bahan aspal sendiri memberikan bantuan tegangan tarik, yang berarti mempertinggi daya dukung lapisan terhadap beban kendaraan.

Balitbang Departemen PU (2005.d) dan AASHTO (1998.a) mensyaratkan indikator teknis untuk mengukur kualitas lapis permukaan adalah tingkat kepadatan, yang merupakan perbandingan antara kepadatan lapangan dan kepadatan laboratorium. Kepadatan lapangan minimal 95% terhadap kepadatan laboratorium atau tingkat kepadatan minimal agar mutu lapis permukaan dapat diterima jika lebih besar dari 95%.

3. Standar mutu perkerasan lentur jalan

a. Pengertian standar mutu.Yates & Aniftos (1998) mendefinisikan standar adalah sesuatu yang digunakan sebagai basis (dasar) untuk perbandingan dan evaluasi karakteristik material dan prosedur kerja beserta hasil implementasinya yang selalu siap pakai jika diperlukan dan selalu mengutamakan aspek keselamatan dan keamanan bagi manusia dan lingkungan. Standar adalah dokumen yang berisi ketentuan teknis dari sebuah produk, metode, proses atau sistem yang dirumuskan secara konsensus (komitmen bersama) dan ditetapkan oleh instansi yang berwenang (Haryono, 2005). Standar disusun dengan tujuan untuk menciptakan keteraturan optimum dalam konteks tertentu menuju keamanan dan keselamatan umat manusia dan lingkungannya. Standar merupakan produk inti (*core product*) dari kegiatan standardisasi, yakni kegiatan yang dilakukan oleh badan standardisasi, baik secara nasional maupun internasional (Haryono, 2005).

Pada awal tahun 2005, Indonesia memiliki Standar Nasional Indonesia (SNI) sebanyak 6.565 judul yang terdiri dari berbagai bidang usaha dan pekerjaan fisik. Jumlah yang paling besar adalah untuk bidang konstruksi, perindustrian, pertanian atau pangan, kesehatan dan kelistrikan/elektronika. Standar Nasional Indonesia disusun melalui proses perumusan yang panjang dari mulai penyusunan

rancangan oleh Panitia Teknis (Pantek) Perumusan Standar yang berada di bawah koordinasi Instansi Teknis (departemen/lembaga pemerintah non departemen) terkait melalui rapat konsensus para *stakeholder* hingga ditetapkan menjadi SNI oleh Badan Standardisasi Nasional (BSN). Balitbang Departemen PU (2005.a) telah mengelompokkan produk SNI sebagai standar rujukan dalam standar teknis bidang kontruksi jalan dan jembatan. Standar teknis yang dimaksud adalah buku spesifikasi teknis bidang jalan dan jembatan yang di dalamnya terdapat urutan standardisasi: definisi jenis konstruksi, standar rujukan yang digunakan, persyaratan bahan dan peralatan serta metode kerja (tata cara) yang digunakan, pengendalian mutu, pengukuran dan pembayaran.

Di dalam Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 102 tahun 2000 tentang Standardisasi Nasional, beberapa pengertian yang berhubungan dengan istilah standar dijelaskan sebagai berikut:

1) Standar adalah spesifikasi teknis atau sesuatu yang dibakukan termasuk tata cara dan metode yang disusun berdasarkan konsensus semua pihak yang terkait dengan memperhatikan syarat-syarat keselamatan, keamanan, kesehatan, lingkungan hidup, perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi, pengalaman, serta perkembangan masa kini dan masa yang akan datang untuk memperoleh manfaat yang sebesar-besarnya;
2) Standardisasi adalah proses merumuskan, menetapkan, dan merevisi standar yang dilaksanakan secara tertib dan bekerja sama dengan semua pihak;
3) Standar Nasional Indonesia (SNI), adalah standar yang ditetapkan oleh Badan Standardisasi Nasional (BSN) dan berlaku secara nasional;
4) Penerapan Standar Nasional Indonesia adalah kegiatan menggunakan SNI sesuai dengan kebutuhan;
5) Pemberlakuan Standar Nasional Indonesia adalah keputusan pimpinan instansi teknis yang berwenang untuk memberlakukan SNI secara wajib terhadap barang dan atau jasa;
6) Sistem Standar Nasional Indonesia adalah tatanan jaringan sarana dan kegiatan yang serasi, selaras dan terpadu serta berwawasan nasional yang meliputi penelitian dan pengembangan standardisasi, perumusan standar, penerapan standar, akreditasi, sertifikasi, metodologi, pembinaan dan pengawasan

standardisasi, kerjasama, informasi dan dokumentasi, persyaratan dan pendidikan serta pelatihan standardisasi.

Berdasarkan beberapa definisi tersebut, dapat disimpulkan bahwa implementasi standar mutu dilakukan untuk mencapai hasil pekerjaan yang mengutamakan aspek keselamatan, keamanan, kenyamanan, kesehatan dan pelestarian lingkungan hidup, sehingga pemberlakuannya memerlukan program-program: sosialisasi (diseminasi) dan distribusi ke seluruh wilayah kerja agar dapat diperoleh penyeragaman mutu. Penilaian penyeragaman mutu tersebut dilakukan dengan monitoring dan evaluasi sistem pemberlakuannya secara terpadu dari sejak penyiapan sumber daya, proses sampai pengoperasian produk dan dampaknya terhadap lingkungan.

Istilah mutu memiliki kata sinonim: kualitas atau *quality*. Oxford English Dictionary (1999) menjelaskan mutu sebagai: (i) *the degree of excellence of a thing (of good quality; poor in quality)*; (ii) *a general excellence (their work has quality)*. Dengan kata lain, istilah mutu didefinisikan sebagai derajat kebaikan, kehebatan atau kepiawaian sesuatu hal, termasuk benda dan hasil suatu metode kerja. Jahren & Federle (1999) mendefinisikan mutu dalam dua hal, yaitu: (i) pemenuhan terhadap tuntutan dari pelanggan, dan (ii) suatu produk atau jasa yang bebas dari kekurangan. . Mutu adalah derajat yang dicapai oleh karakteristik produk dalam memenuhi persyaratan, kebutuhan dan harapan pelanggan (Haryono, 2005). Bubshait & Al Atiq (1999) menyatakan bahwa persyaratan konstruksi infrastruktur yang bermutu baik adalah: (i) sesuai dengan persyaratan spesifikasi, norma, standar, panduan dan manual yang telah ditetapkan; (ii) efektif dan efisien; (iii) memberikan manfaat yang kuat, aman dan nyaman; dan (iv) selalu hadir pada saat dibutuhkan. Goetsch & Davis (2002) menyimpulkan bahwa keberhasilan pencapaian mutu harus dinilai dalam suatu sistem terpadu mulai dari proses produksi, pengelolaan dan sampai pelayanan, artinya mutu tidak dapat dinilai secara parsial terhadap proses dan produk kerja saja melainkan harus dinilai sampai operasional produknya terhadap keselamatan dan keamanan pengguna. Juran (1993) dalam Nasution (2005) telah merumuskan mutu adalah kesesuaian penggunaan produk (*fitness for use*) untuk memenuhi kebutuhan dan kepuasan pelanggan, yang didasarkan atas lima ciri utama, yaitu: (i) teknologi (kekuatan atau

daya tahan); (ii) psikologis (citra rasa atau status); (iii) waktu (kehandalan); (iv) kontraktual (adanya jaminan); dan (v) etika (sopan santun, ramah dan jujur). Crosby (1979) dalam Nasution (2005) menyatakan bahwa mutu adalah *conformance to requirement*, yaitu sesuatu yang sesuai dengan yang disyaratkan atau distandarkan, artinya sesuatu produk memiliki mutu apabila sesuai dengan standar mutu yang telah ditentukan. Standar mutu yang dimaksud meliputi bahan baku, proses produksi dan produk jadi. Deming (1986) dalam Nasution (2005) juga menyatakan bahwa mutu adalah sesuai dengan kebutuhan pasar, artinya perusahaan harus benar-benar dapat memahami apa yang dibutuhkan konsumen atas suatu produk yang akan dihasilkan. Feigenbaum (1986) dalam Nasution (2005) juga menyimpulkan bahwa mutu adalah kepuasan pelanggan sepenuhnya (*full customer satisfaction*). Goetsch & Davis (2002) menyatakan bahwa mutu adalah suatu kondisi dinamis yang berkaitan dengan produksi, SDM, proses dan tugas serta dampak lingkungan yang memenuhi atau melebihi harapan pengguna. Nasution (2005) menyatakan selera atau harapan pengguna pada suatu produk selalu berubah sehingga kualitas produk juga harus berubah untuk disesuaikan. Perubahan mutu tersebut memerlukan perubahan atau peningkatan pendidikan dan ketrampilan SDM, perubahan proses produksi dan tugas serta perubahan lingkungan agar dapat memenuhi dan melebihi harapan pengguna. Meskipun tidak ada definisi mengenai mutu yang dapat diterima secara universal, namun dari keenam definisi di atas terdapat beberapa persamaan, yaitu dalam hal: (i) mutu mencakup sesuatu yang digunakan sebagai dasar perbandingan terhadap kinerja sumber daya (tenaga kerja, alat dan material), proses dan keluaran produksi, serta dampak lingkungan; (ii) mutu mencakup usaha untuk memenuhi atau melebihi harapan pengguna; (iii) mutu juga mencakup sesuatu yang disyaratkan atau distandarkan; (iv) mutu merupakan suatu kondisi yang selalu berubah, artinya apa yang sekarang dianggap merupakan mutu saat ini mungkin dianggap kurang bermutu pada masa mendatang, sehingga pemberlakuannya perlu dimonitor dan dievaluasi secara berkala untuk penyempurnaan implementasinya di lapangan (Goetsch & Davis, 2002).

Beberapa definisi mutu dikaitkan dengan sektor industri konstruksi, Smith (1996) menyatakan bahwa mutu berkaitan dengan: (i) kemampuan untuk memenuhi persyaratan teknis, kebutuhan, dan harapan pasar serta pelanggan; (ii) pelayanan

pengiriman barang yang tidak dikembalikan oleh pelanggan; (iii) kesesuaian dengan persyaratan pengguna; (iv) ketepatan sesuatu untuk digunakan. Bennett *et al*. (2007) menyebutkan mutu berkaitan erat dengan sesuatu yang dijadikan acuan untuk menilai kekuatan struktural dan fungsional konstruksi jalan dalam mendukung beban lalu lintas kendaraan, bertahan terhadap pengaruh perubahan cuaca terutama air hujan atau genangan air serta tidak terjadi penyimpangan prosedur kerja di lapangan. Dimensi mutu konstruksi jalan menurut Bennett *et al*. (2007), Tsunokawa (2007) dan Paterson (2007.a & 2007.b) merupakan gabungan dari beberapa kondisi yang terdiri atas:

1) performansi (*performance*) permukaan yang berkaitan dengan aspek fungsional perkerasan jalan, antara lain: kondisi kerataan (nilai IRI), kemiringan melintang dan memanjang, kondisi kelicinan, kekesatan (nilai SCRIM) dan keamanan berkendaraan;
2) kehandalan (*reliability*) yang berkaitan dengan aspek struktural perkerasan jalan, antara lain: kondisi daya dukung (*rating* PCI), kerusakan permukaan (panjang jalan yang memiliki nilai SDI>50), stabilitas perkerasan (tingkat kepadatan) dan genangan air permukaan (lama waktu *hydroplaning*);
3) konformansi (*conformance*) yang berkaitan dengan tingkat pencapaian mutu konstruksi terhadap spesifikasi teknis yang telah disepakati sebelumnya, antara lain: ketepatan prosedur implementasi standar mutu; ketepatan mutu, volume dan waktu pengujian; dan
4) daya tahan (*durability*) yang berkaitan dengan ukuran masa atau waktu operasional perkerasan jalan untuk mendukung dan melayani beban lalu lintas kendaraan, indikasinya adalah jumlah dan jenis kerusakan struktural yang terjadi di awal umur pelayanan, antara lain: *cracking*, *pothole*, *rutting*, *deformation*, *ravelling*, *corrugation* dan *bleeding*.

Berkaitan dengan dimensi mutu, Weston & Whiddett (1999) menyatakan bahwa aspek mutu juga memiliki dimensi *service ability* (kemampuan melayani) dan *aesthetics* (estetika) yang berkaitan kemudahan pemahamannya dan pengakuan substansinya oleh pengguna, beberapa indikasinya adalah: jenis bahasa yang mampu mendeskripsikan substansinya, sertifikasi dan performansi standar mutu. Selain itu, Soebandono (2006) menyatakan bahwa aspek mutu memiliki dimensi

perceived quality yang berkaitan dengan etika dan perasaan pengguna yang bersifat subyektif terhadap tampilan format standar mutu, misalnya seorang *engineer* akan lebih bangga dan percaya diri jika mendalami standar mutu produk AASHTO (luar negeri) daripada SNI (dalam negeri) untuk reputasi diri (*brand name image*).

Berdasarkan definisi pakar tersebut, dapat disimpulkan bahwa mutu terkait dengan suatu sistem atau rangkaian program kegiatan yang sistemik dan terpadu, yang didalamnya memiliki elemen-elemen *input, process, output, outcome* dan *impact* dari suatu program. Mutu adalah keadaan dinamik yang disosialisasikan dengan produk, jasa, orang, proses dan lingkungan yang mampu mencapai atau melebihi harapan.Penilaian mutu perkerasan jalan tidak dapat hanya dievaluasi dari performansi bentuk fisik yang dihasilkan melainkan harus dimonitor dan dievaluasi sejauhmana kecermatan implementasi standar mutunya dari sejak awal sampai operasional.

b. Standar mutu perkerasan lentur jalan di Indonesia. Sebelum tahun 1985, pengelolaan perkerasan jalan sebagian besar dilaksanakan dengan mengacu pada standar Amerika (AASHTO dan ASTM) karena masih belum banyak tersedia standar mutu produk Indonesia yang disesuaikan dengan kondisi lingkungan daerah di wilayah kerja Indonesia. Pada era tersebut, Indonesia melalui Departemen Pekerjaan Umum telah membangun perkerasan baru dengan bahan konstruksi beton aspal bergradasi tertutup yang mengacu pada AASHTO T84-81, dengan indikasi teknis adalah: (i) kadar aspal optimum sekitar 5,5%; (ii) lebih bersifat kaku karena rongga antar butiran sangat kecil dan *internal friction* cukup tinggi; (iii) memerlukan kinerja unit produksi AMP tipe *batch plant* beserta operator yang trampil; dan (iv) memerlukan peralatan mekanis lapangan yang canggih untuk menghampar dan memadatkan campuran panas. Namun dalam tahap operasionalnya, mulai timbul permasalahan teknis yang cukup serius dikaitkan terjadinya kerusakan dini di awal umur pelayanan. Beberapa penyebab kerusakan dini tersebut berasal dari aspek SDM, peralatan, bahan konstruksi, pengendalian mutu dan lingkungan. Kemajuan teknologi campuran beraspal panas sistem mekanis sebagai pengganti teknologi konvensional padat karya (konstruksi Macadam dan Telford), memerlukan teknologi bahan susun yang berupa batu pecah bersudut banyak dengan berbagai ukuran yang harus membentuk gradasi butiran

yang mampu membentuk inter koneksi satu sama lain hingga didapatkan rongga antar butiran yang kecil dan kadar aspal optimum yang efektif. Selain itu diperlukan peralatan penghampran dan pemadatan yang ketersediaan dan kalibrasinya sangat terbatas di tiap wilayah kerja serta kondisi temperatur udara yang jauh lebih tinggi daripada negara asal pembuat standar tersebut, maka diperlukan ketrampilan dan pendidikan SDM yang mampu menerapkan standar mutu produk AASHTO yang tepat di Indonesia. Implikasi penggunaan campuran bergradasi tertutup adalah penyelimutan permukaan butiran agregat oleh aspal sangat terbatas. Pengaruh sinar matahari dan temperatur udara yang tinggi menyebabkan aspal teroksidasi dan menguap sehingga mengganggu ikatan antar butiran, yang pada akhirnya memudahkan terjadinya pelepasan butiran (*ravelling*), selanjutnya diikuti terbentuknya *pothole* dan *block cracking*. Evaluasi kinerja perkerasan berjalan terus, mulai tahun 1991 beralih ke teknologi campuran agregat bergradasi terbuka atau senjang dengan harapan aspal tidak habis karena teroksidasi dan penguapan sehingga durabilitasnya tinggi, tetapi permasalahan yang timbul adalah terjadinya *bleeding* sehingga mengurangi kenyamanan berkendaraan serta memperkecil kekesatan permukaan atau menambah potensi kecelakaan selip roda kendaraan terhadap permukaan jalan.

Sejak tahun 1991, tepatnya sejak dikeluarkannya Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 15 Tahun 1991 tentang SNI dan Keputusan Presiden Republik Indonesia Nomor 12 Tahun 1991 tentang Penyusunan Penerapan dan Pengawasan Standar Nasional Indonesia (SNI); mulai terjadi transisi penerapan standar mutu dari produk luar negeri ke dalam produk dalam negeri. Kegiatan diawali dengan mengusulkan 400 konsep standar mutu bidang jalan dan jembatan untuk mendapatkan sertifikasi SNI. Tahapan tersebut lebih diperjelas lagi dengan berlakunya Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 102 Tahun 2000 tentang Standardisasi Nasional yang mewajibkan kepada penyedia jasa dan pengguna jasa untuk memiliki dan menerapkan SNI agar diperoleh suatu pandangan keseragaman mutu konstruksi Indonesia. Berkaitan dengan pelaksanaan perundangan tersebut, Bapekin (2003.a) selaku instansi pembina dari Departemen Kimpraswil yang bertugas untuk membina jasa kontruksi dan investasi, melakukan program aksi sebagai berikut: (i) melaksanakan sosialisasi pemberlakuannya; (ii)

mengawasi distribusinya; (iii) mengevaluasi substansinya yang dikaitkan dengan SDM, peralatan, biaya, material dan lingkungan setempat; dan (iv) memantapkan pemahaman para pelaksana pembangunan melalui program-program pelatihan mutu konstruksi.

Balitbang Depkimpraswil (2002.a & 2002.b) telah menyusun standar peraturan atau NSPM (Norma, Standar, Pedoman, Manual) bidang konstruksi dan bangunan sebagai standar mutu yang diterapkan dalam pekerjaan pembangunan prasarana dan sarana kimpraswil bagi masyarakat. NSPM tersebut dikelompokkan menjadi 2 (dua) bagian, yaitu: (i) metode, spesifikasi dan tatacara, yang ditetapkan oleh BSN sebagai standar rujukan dalam penyusunan spesifikasi teknis dan pedoman pelaksanan (ii) pedoman/petunjuk teknik dan manual yang disahkan oleh Menteri Kimpraswil. Dalam perkembangannnya, Balitbang Departemen PU (2005.a) telah membuat Spesifikasi Umum Bidang Jalan dan Jembatan sebagai standar mutu untuk pembangunan perkerasan jalan baru dan peningkatan serta pemeliharaaan jalan lama, yang terdiri atas 11 divisi yaitu: (i) divisi-1 (penjelasan umum): 4 (empat) seksi; (ii) divisi-2 (drainase jalan): 4 (empat) seksi; (iii) divisi-3 (pekerjaan tanah): 4 (empat) seksi; (iv) divisi-4 (pelebaran perkerasan jalan dan bahu jalan): 2 (dua) seksi; (v) divisi-5 (perkerasan berbutir dan beton semen): 7 (tujuh) seksi; (vi) divisi-6 (perkerasan beraspal): 7 (tujuh) seksi; (vii) divisi-7 (struktur jembatan): 18 seksi; (viii) divisi-8 (pengembalian kondisi): 4 (empat) seksi; (ix) divisi-9 (pekerjaan harian): satu seksi; (x) divisi-10 (pemeliharaan rutin): 2 (dua) seksi; dan (xi) divisi-11 (perlengkapan jalan dan utilitas): 4 (empat) seksi. Setiap seksi tersebut terdiri atas: (i) standar-standar mutu yang digunakan sebagai rujukan (produk SNI, AASHTO, BSI); (ii) standar metode pelaksanaan yang terdiri atas persyaratan bahan kontruksi, peralatan dan tata cara kerja; (iii) standar pengendalian mutu; dan (iv) standar pengukuran dan pembayaran hasil pekerjaan. Dalam pembahasan standar mutu perkerasan lentur jalan ini digunakan acuan divisi-3; divisi-5 dan divisi-6.

4. Konstruksi tanah dasar

Tanah dasar (*subgrade*) dapat dibangun dari hasil galian dan atau timbunan, masing-masing memiliki metode kerja yang tersendiri. Kontruksi tanah dasar yang lebih banyak memerlukan pengendalian mutu adalah timbunan tanah. Pekerjaan

timbunan ini mencakup pengadaan, pengangkutan, penghamparan dan pemadatan tanah atau bahan berbutir yang sesuai standar mutu yang disyaratkan dan gambar rencana (Balitbang Departemen PU, 2005). Timbunan dapat berupa timbunan biasa, timbunan pilihan di atas tanah yang jelek atau tanah rawa.

a. Standar mutu konstruksi tanah dasar yang digunakan di lapangan (Balitbang Departemen PU, 2005.b) meliputi: (i) SNI 03-1742-1989 tentang metode pengujian kepadatan ringan untuk tanah; (ii) SNI 03-1743-1989 tentang metode pengujian kepadatan berat untuk tanah; (iii) SNI 03-1744-1989 tentang metode pengujian CBR laboratorium; (iv) SNI 03-1966-1989 tentang metode pengujian batas plastis; (v) SNI 03-1967-1990 tentang metode pengujian batas cair dengan alat Casagrande; (vi) SNI 03-1976-1990 tentang metode koreksi untuk pengujian pemadatan tanah yang mengandung butir kasar; (vii) SNI 03-2828-1992 tentang metode pengujian kepadatan lapangan dengan alat konus pasir; (viii) SNI 03-3423-1994 tentang metode pengujian analisis ukuran butir tanah dengan alat hidrometer; (ix) SNI 03-3637-1994 tentang metode pengujian berat isi tanah berbutir halus dengan cetakan benda uji; (x) Pd M-29-1998-03 tentang metode pengujian untuk menentukan tanah ekspansif; (xi) Pd T-03-1998-03 tentang tata cara klasifikasi tanah dan campuran tanah agregat untuk konstruksi jalan; (xii) SNI 03-1738-1989 tentang metode pengujian CBR lapangan; dan (xiii) SNI 03-1965.1-2000 tentang metode pengujian kadar air tanah dengan alat *speedy*.

b. Persyaratan bahan konstruksi tanah dasar dapat diambil dari sumber material tanah urug yang disepakati secara teknis dan ditindaklanjuti dengan pengujian awal terhadap kelayakan teknisnya (Balitbang Departemen PU, 2005.b).

Timbunan biasa terbuat dari tanah hasil galian setempat yang kualitasnya masih dapat diterima sebagai bahan timbunan. Persyaratan teknis yang harus dimiliki material timbunan, antara lain: (i) CBR minimal 6% (SNI 03-1744-1989) setelah perendaman 4 (empat) hari bila dipadatkan 100% kepadatan kering maksimum seperti yang ditentukan dalam SNI 03-1742-1989; (ii) tidak termasuk tanah berplastisitas tinggi, dengan klasifikasi A-7-6 menurut Pd.T-03-1998-03 (AASHTO M145).

Timbunan pilihan terbuat dari tanah pilihan yang didatangkan dari luar lokasi pekerjaan jalan yang memiliki sifat teknis lebih baik daripada bahan timbunan biasa. Persyaratan teknis yang harus dimiliki antara lain: (i) CBR minimal

10% (SNI 03-1744-1989) setelah perendaman 4 (empat) hari bila dipadatkan 100% kepadatan kering maksimum seperti yang ditentukan dalam SNI 03-1742-1989; (ii) memiliki Indeks Plastisitas maksimum 6%. Ketentuan kepadatan untuk timbunan tanah baik biasa mapun pilihan harus mengikuti pedoman teknis sebagai berikut: (i) lapisan tanah yang lebih dalam dari 30 cm di bawah elevasi dasar perkerasan dan tanah dasar timbunan sedalam 20 cm harus dipadatkan sampai 95 % dari kepadatan kering maksimum (SNI 03-1742-1989); (ii) untuk tanah yang mengandung lebih dari 10 % bahan yang tertahan pada ayakan 3/4 inci, kepadatan kering maksimum yang diperoleh harus dikoreksi terhadap bahan yang berukuran lebih (*oversize*) sesuai SNI 03-1976-1990; (iii) lapisan tanah pada kedalaman 30 cm atau kurang dari elevasi dasar perkerasan harus dipadatkan sampai dengan 100 % dari kepadatan kering maksimum (SNI 03-1742-1989); (iv) pengujian kepadatan harus dilakukan pada setiap lapis timbunan yang dipadatkan sesuai SNI 03-2828-1992, satu rangkaian pengujian bahan yang lengkap harus dilakukan untuk setiap 1000 meter kubik bahan timbunan yang dihampar.

c. Pelaksanaan pekerjaan tanah dasar pada umumnya terdiri atas 4 (empat) kegiatan, yaitu (i) pengadaan dan pengangkutan material timbunan dari sumber material ke lokasi pekerjaan; (ii) uji coba (*trial*) penghamparan dan pemadatan material timbunan; (iii) penghamparan material timbunan di lokasi pekerjaan; dan (iv) pemadatan material timbunan setelah penghamparan selesai (Balitbang Departemen PU, 2005.b; Mulyono, 2002). Diagram konstruksi tanah dasar ditunjukkan dalam Gambar 2.1.

Pengadaan dan pengangkutan material timbunan harus memenuhi ketentuan komitmen pelestarian lingkungan sebagaimana tercantum dalam dokumen pengendalian lingkungan hidup (dokumen UKL-UPL maupun RKL-RPL sebagaimana mengacu pada Peraturan Menteri Lingkungan Hidup Nomor 11 Tahun 2006).

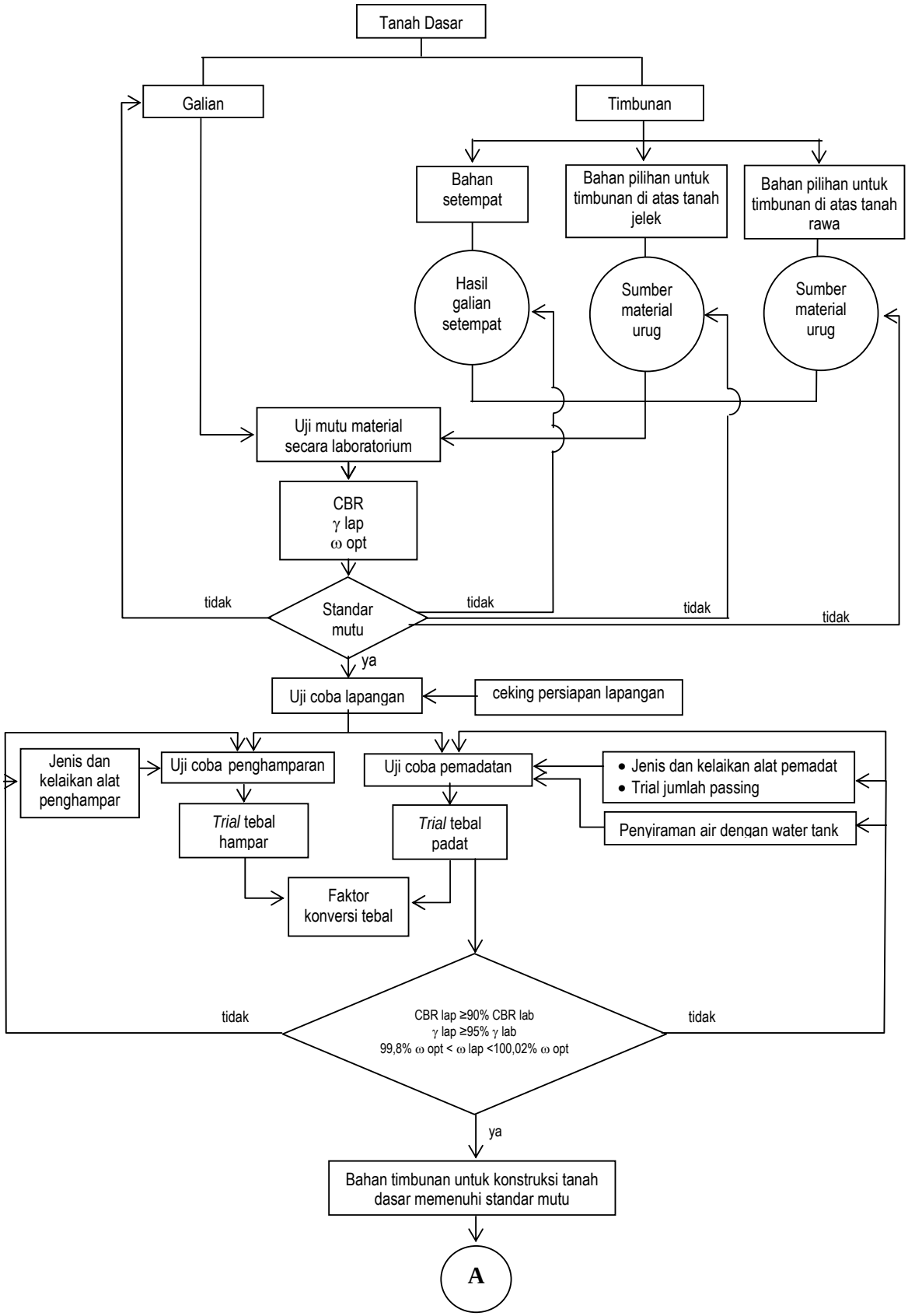
Uji coba penghamparan dan pemadatan material timbunan untuk mendapatkan kepastian jaminan mutu yang berkaitan dengan: (i) tebal hampar dan padat yang disepakati; (ii) jenis, berat dan jumlah lintasan (*passing*) alat berat pemadat yang digunakan; dan (iii) nilai kepadatan kering maksimum dan kadar air optimum pada tiap model *passing* alat pemadat dan tiap alternatif tebal hampar (Mulyono, 2002). Keluaran yang diharapkan dari *trial* ini adalah tebal hampar yang diijinkan dan

jumlah passing alat pemadat serta faktor konversi tebal, yaitu perbandingan tebal hampar dan tebal padat.

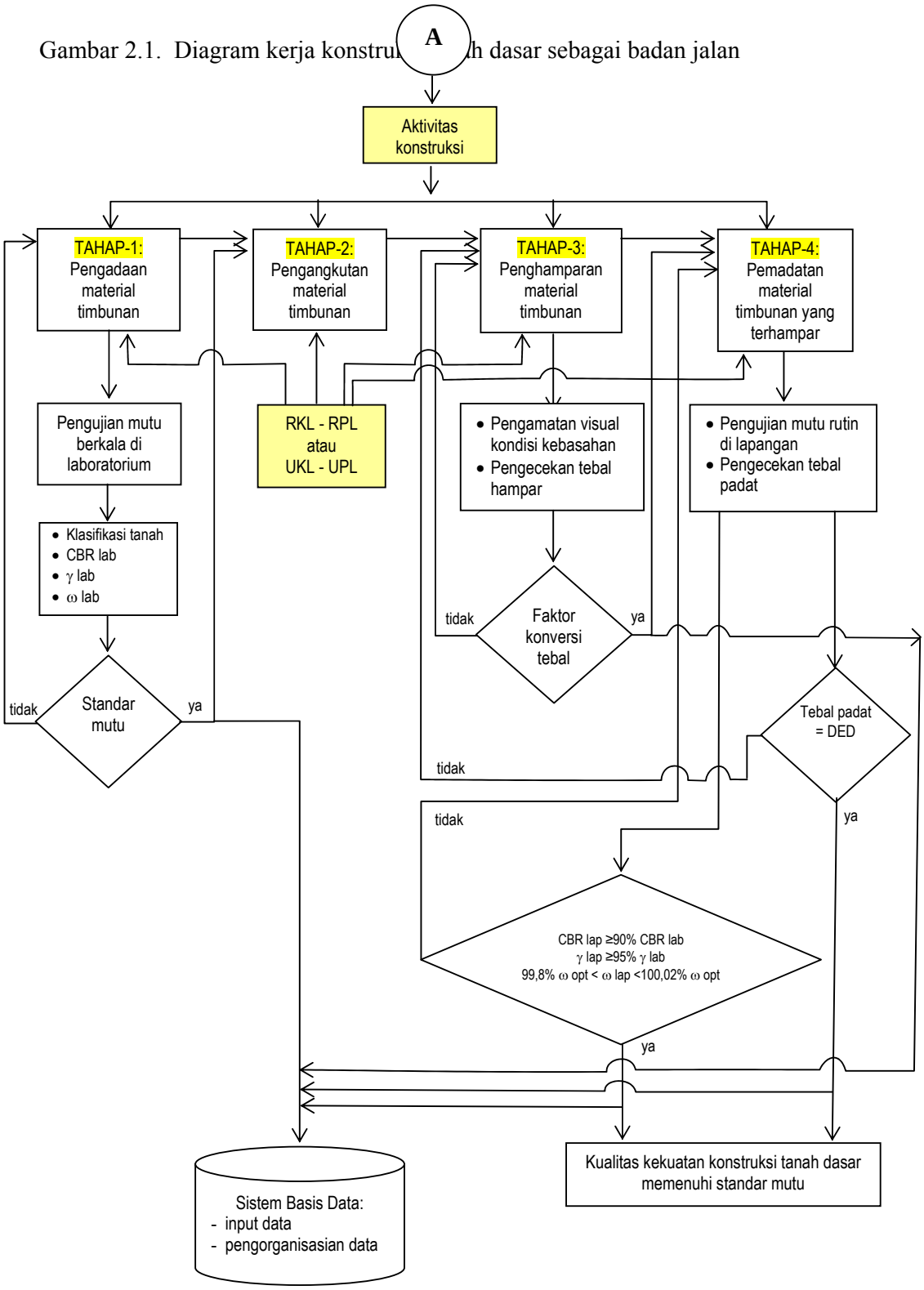
Penghamparan material timbunan dilakukan dengan *motor grader* untuk mendapatkan bentuk timbunan sesuai bidang gambar rencana, tebal hampar mengacu pada hasil *trial* penghamparan. Material timbunan ditempatkan di permukaan yang telah disiapkan dan disebar pada permukaan yang merata sehingga akan memenuhi toleransi tebal hampar dan padat yang disepakati dalam berita acara trial. Penghamparan ini tidak boleh dilakukan pada saat cuaca buruk atau hujan untuk mempertahankan kondisi kadar airnya mendekati kadar air optimum yang disepakati di laboratorium (Balitbang Departemen PU, 2005.b).

Pemadatan material timbunan dilakukan setelah dihampar rata dengan tebal hampar yang sudah disepakati dari hasil trial, selanjutnya dilakukan proses passing alat pemadat vibrator roller pada tiap lapisan hamparan material timbunan. Aspek pelaksanaan pemadatan yang harus diperhatikan: (i) pemadatan dilakukan bilamana kadar air material berada dalam rentang 3% di bawah kadar air optimum sampai 1% di atas kadar air optimum; (ii) pengujian mutu dilakukan setelah proses pemadatan pada tiap lapisan; (iii) proses pemadatan dimulai dari tepi luar dan bergerak menuju ke arah sumbu jalan sedemikian rupa sehingga setiap ruas akan menerima jumlah energi pemadatan yang sama (Balitbang Departemen PU, 2005.b).

d. Pengendalian mutu pekerjaan tanah dasar dilakukan pada setiap tahapan mulai dari pengadaan, pengangkutan, penghamparan sampai pemadatan (Balitbang Departemen PU, 2005.b).


Tanah Dasar
Galian
Timbunan
Bahan setempat
Bahan pilihan untuk timbunan di atas tanah jelek
Bahan pilihan untuk timbunan di atas tanah rawa
Hasil galian setempat
Sumber material urug
Sumber material urug
Uji mutu material secara laboratorium
CBR
γ lap
ω opt
tidak
Standar mutu
tidak
tidak
tidak
ya
Uji coba lapangan
ceking persiapan lapangan
Jenis dan kelaikan alat penghampar
Uji coba penghamparan
Uji coba pemadatan
• Jenis dan kelaikan alat pemadat
• Trial jumlah passing
Trial tebal hampar
Trial tebal padat
Penyiraman air dengan water tank
Faktor konversi tebal
tidak
CBR lap ≥90% CBR lab
γ lap ≥95% γ lab
99,8% ω opt < ω lap <100,02% ω opt
tidak
ya
Bahan timbunan untuk konstruksi tanah dasar memenuhi standar mutu
A

Gambar 2.1. Diagram kerja konstruksi tanah dasar sebagai badan jalan



Gambar 2.1. Diagram kerja konstruksi tanah dasar sebagai badan jalan (lanjutan)

.

Pengujian awal dilakukan masing-masing minimal tiga sampel terhadap tiap sumber material (*quarry*) untuk mengetahui nilai CBR laboratorium (SNI 03-1744-1989), nilai kepadatan kering maksimum (SNI 03-1743-1989) dan kadar air optimum (SNI 03-1742-1989), selain itu juga untuk mendapatkan indeks karakteristik material tanah timbunan (SNI 03-1967-1990; SNI 03-3423-1994; Pd T-03-1998-03). Pengangkutan material timbunan dengan kendaraan truk dilakukan penutupan material kering dengan terpal agar kadar airnya tidak berubah dan dalam perjalanannya tidak menebarkan debu.

Pada penghamparan material timbunan, pengendalian mutu dilakukan dengan pengecekan kerataan permukaan tempat material dihampar dan pengukuran tebal hampar tiap lapisan agar tidak mengubah tebal hampar yang sudah disepakati (berita acara *trial* penghamparan) serta pengontrolan jenis alat penghampar yang digunakan.

Pengendalian mutu pada pemadatan material timbunan yang sudah dihampar, dilakukan secara berurutan, adalah: (i) pengecekan jenis dan kondisi alat pemadat; (ii) mencatat jumlah *passing* alat pemadat pada tiap lapisan material timbunan yang dihampar; dan (iii) melakukan uji mutu daya dukung yang meliputi pengujian CBR lapangan (SNI 03-1738-1989 atau AASHTO T 193-81), pengujian kepadatan lapangan (SNI 03-2828-1992 atau AASHTO T 191-86) dan pengujian kadar air lapangan (SNI 03-1965.1-2000 atau AASHTO D T 217-87).

Dengan demikian ada beberapa faktor yang harus dipertimbangkan dengan cermat dalam mengendalikan mutu pada tiap tahapan pekerjaan tanah (Watanatada *et al*., 1987 dalam Bennett, 2001), antara lain: (i) SDM yang meliputi *engineer*, operator alat berat dan teknisi alat uji, dalam hal konsistensi untuk mengimplementasikan standar mutu dengan tepat dan benar, serta memahami data ukur yang didapatkan; (ii) kondisi peralatan berat dan uji mutu yang dilengkapi dokumen kelaikan pakai dan sertifikasi kalibrasinya; (iii) kondisi sampel uji mutu yang merepresentasikan volume timbunan tanah, misalnya dalam hal ketepatan metode *sampling*; dan (iv) evaluasi pada satu tahun pertama terhadap kerusakan

perkerasan akibat penurunan kinerja hasil pemadatan timbunan tanah pada badan jalan. Salah satu kelemahan yang mendasar di negara sedang berkembang (seperti Indonesia) adalah tidak adanya sistem basis data ukur mutu yang akurat sehingga sulit untuk melakukan *feedback* terhadap kerusakan struktural yang terjadi sekarang dibandingkan data pengendalian mutu ketika pelaksanaan konstruksi (Bennett, 2004). Andriyanto (2005) dan Soehartono (2006.a) berdasarkan pengalaman empiriknya dalam pengelolaan perkerasan jalan di Pantura Jawa dan Lintas Timur Sumatera, menyatakan bahwa kegagalan mutu tanah dasar akan berdampak kerugian minimal dua kali dari nilai konstruksi total perkerasan, artinya jika terjadi kerusakan struktural pada lapisan tanah dasar akan berdampak serius pada lapisan di atasnya (lapisan pondasi dan permukaan) sehingga perbaikan dan solusinya harus memperbaiki tanah dasar dan membongkar lapisan pondasi dan permukaannya.

Beberapa kendala teknis yang sering dihadapi dalam pekerjaan timbunan tanah dasar, antara lain: (i) kedatangan suplai material timbunan yang sering mengalami keterlambatan sehingga prosedur penghamparan dan pemadatan berikutnya tidak tepat karena harus mengejar waktu yang sudah disediakan (Kini, 1999); (ii) keterbatasan kualitas material timbunan yang disediakan sehingga sering uji mutu kurang memenuhi spesifikasi teknisnya (Kasi, 1995; Aly, 2003.a); (iii) waktu pelaksanaan pembangunan yang bersamaan bulan hujan sehingga berpengaruh terhadap kondisi air tanah yang lebih besar dari kadar air optimumnya (Aly, 2006; Widjajanto & Maulana, 2006; Widjajanto & Pryandana, 2005); dan (iv) keterbatasn kualitas SDM dan alat uji mutu di lapangan sehingga banyak data mutu hasil pengukuran tidak sama dengan kondisi aktual (Soenarno, 2006; Widjajanto & Pryandana, 2005). Salah satu kunci penting yang menentukan kualitas hasil timbunan tanah adalah uji coba penghamparan dan pemadatan bahan timbunan (Peurifoy *et al*., 2002) karena pada tahapan ini akan menghasilkan kesepakatan teknis dalam bentuk berita acara penjaminan mutu, yang berisi: (i) kepastian sumber material; (ii) jenis alat dan tebal hampar; (iii) tebal padat; (iv) jenis dan jumlah *passing* alat pemadat; dan (v) faktor konversi tebal hampar terhadap tebal padat. Hasil uji coba yang tidak memenuhi spesifikasi teknis mengindikasikan kualitas material timbunan belum memenuhi standar mutu sehingga hasil uji coba

ini harus diulang atau mencari sumber material yang baru dan belum dapat ditindaklanjuti pelaksanaan penghamparan dan pemadatan (Wang, 2004).

Satu hal penting yang harus diperhatikan dalam pemberlakuan standar mutu adalah sistem basis data, yaitu mengorganisasikan data uji mutu konstruksi timbunan yang sesuai tahapan pekerjaan dalam sistem pengamanan dan pengarsipan data sehingga dapat dibuka kembali jika diperlukan untuk monitoring dan evaluasi terhadap penurunan kinerja perkerasan (Paterson, 2007.b; Bennett *et al*., 2007; Bennett, 2000.b; 2004).

5. Kontruksi perkerasan berbutir

Perkerasan berbutir (*granular pavement*) merupakan pengembangan dari konstruksi Telford atau Macadam, yang menggunakan teknologi butiran agregat pecah mekanis (berbentuk sudut banyak yang tidak beraturan) dari ukuran yang terkecil (0,075 mm) sampai yang terbesar (50 mm) dicampur untuk membentuk *internal friction* antar butiran sehingga tercapai campuran yang kompak dan homogen. Konstruksi perkerasan berbutir digunakan sebagai lapis pondasi jalan yang meliputi kegiatan pengadaan (pembentukan dan pencampuran), pengangkutan, penghamparan dan pemadatan campuran agregat di atas permukaan yang telah disiapkan sesuai persyaratan yang ditunjukkan dalam gambar rencana. Balitbang Departemen PU (2005) telah mengelompokkan lapis pondasi agregat dalam tiga kelas, yaitu: (i) Kelas A dan Kelas B untuk bahan lapis pondasi (*base course*); dan (ii) Kelas C untuk bahan lapis pondasi bawah (*subbase course*).

a. Standar mutu konstruksi perkerasan berbutir meliputi: (i) SNI 03-1743-1989 tentang metode pengujian kepadatan berat untuk tanah; (ii) SNI 03-1744-1989 tentang metode pengujian CBR laboratorium; (iii) SNI 03-1966-1990 tentang metode pengujian batas plastis; (iv) SNI 03-1967-1990 tentang tentang metode pengujian batas cair dengan alat *Cassagrande*; (v) SNI 03-2417-1991 tentang metode pengujian keausan agregat dengan mesin abrasi *Los Angeles*; (vi) SNI 03-2828-1992 tentang metode pengujian kepadatan lapangan dengan alat konus pasir; (vii) SNI 03-4141-1996 tentang metode pengujian gumpalan lempung dan butir-butir mudah pecah dalam agregat; (viii) SNI 03-1738-1989 atau AASHTO T 193-81 tentang metode pengujian CBR lapangan; (ix) SNI 03-1965.1-

2000 atau AASHTO D T 217-87 tentang metode pengujian kadar air tanah dengan alat *speedy*.

b. Persyaratan bahan perkerasan berbutir pada prinsipnya harus terbuat dari bahan batu pecah dalam ukuran yang bervariasi membentuk gradasi tertutup, masing-masing untuk Kelas A, Kelas B dan Kelas C, seperti dapat ditunjukkan dalam Tabel 2.3. Asal batuan dapat diambil dari beberapa sumber material batu andesit yang secara teknis dapat diuji kekuatannya dengan pengujian keausan agregat. Bahan susun butiran tiap kelas lapis pondasi memiliki dua fraksi agregat, yaitu fraksi agregat kasar dan fraksi agregat halus. Ketentuan agregat kasar adalah: (i) agregat kasar (tertahan pada ayakan 4,75 mm) harus terdiri dari partikel yang keras dan awet; (ii) agregat kasar Kelas A yang berasal dari batu kali harus 100 % mempunyai paling sedikit dua bidang pecah; (iii) agregat kasar Kelas B yang berasal dari batu kali harus 65 % mempunyai paling sedikit satu bidang pecah; dan (iv) agregat kasar Kelas C berasal dari kerikil. Ketentuan agregat halus (lolos ayakan 4,75 mm) harus terdiri dari partikel pasir atau batu pecah halus. Agregat harus bebas dari bahan organik dan gumpalan lempung atau bahan-bahan lain yang tidak dikehendaki dan memenuhi standar mutu gradasi butiran agregat dan sifat-sifat fisik agregat. Sifa-sifat fisik agregat sebagai bahan susun lapis pondasi jalan dapat ditunjukkan dalam Tabel 2.4. Homogenitas campuran dapat dicapai dengan instalasi pemecah batu atau pencampur yang menggunakan pemasok mekanis terkalibrasi untuk memperoleh aliran yang menerus dari komponen-komponen campuran dengan proporsi yang benar dan tepat. Dalam keadaan apapun tidak dibenarkan melakukan pencampuran di lapangan dengan *motor grader*, *loader* atau *backhoe* kecuali dengan alat khusus *pulvi mixer*.

Tabel 2.3. Persyaratan gradasi butiran agregat sebagai bahan susun lapis pondasi jalan

Ukuran ayakan ASTM		Berat yang lolos (%)		
(*inch*)	(mm)	Kelas A	Kelas B	Kelas C
2”	50		100	100
1½”	37,5	100	88 – 95	70 – 100
1”	25,0	77 – 85	70 – 85	55 – 87
3/8”	9,50	44 – 58	40 – 65	40 – 70
# 4	4,75	27 – 44	25 – 52	27 – 60
# 10	2,0	17 – 30	15 – 40	20 – 50
# 40	0,425	7 – 17	8 – 20	10 – 30

# 200	0,075	2 – 8	2 – 8	5 – 15

Sumber: Balitbang Departemen PU (2005.c)

Tabel 2.4. Sifat-sifat fisik agregat sebagai bahan susun lapis pondasi jalan

Sifat-sifat	Kelas A	Kelas B	Kelas C
Abrasi dari agregat kasar (SNI 03-2417-1990)	< 40 %	< 40%	< 40 %
Batas plastis (SNI 03-1966-1990) dan (SNI-03-1967-1990)	< 6	< 6	4 – 9
Hasil kali indek plastisitas dengan % lolos ayakan #200	< 25	-	-
Batas cair (SNI 03-1967-1990)	< 25	< 25	< 25
Gumpalan lempung dan butir-butir mudah pecah dalam agregat (SNI 03-4141-1996)	< 5 %	< 5 %	-
CBR (SNI 03-1744-1989)	> 90 %	> 65 %	> 35 %
Perbandingan persen lolos ayakan #200 dan #40	< 2/3	< 2/3	< 2/3

Sumber: Balitbang Departemen PU (2005.c)

c. Persyaratan peralatan *processing* harus direncanakan, dipasang, dioperasikan dengan kapasitas yang optimum sehingga dapat mencampur agregat dan air secara merata sehingga menghasilkan campuran yang homogen yang diperlukan untuk pemadatan. Instalasi pencampur APP *(aggregate processing plant)* yang digunakan harus dikalibrasi terlebih dahulu untuk memperoleh aliran yang menerus dari komponen-komponen campuran dengan proporsi yang tepat. Lapis pondasi agregat harus dipadatkan dengan alat pemadat seperti alat pemadat roda besi dengan penggetar (*vibrator roller*), alat pemadat roda besi (*three wheel roller*), dan alat pemadat roda karet (*pneumatic tyre roller*). *Vibrator roller* hanya boleh digunakan pada awal pemadatan dengan keadaan kadar air optimum. Selain alat pemadat, juga digunakan alat penghampar (*motor grader*) material campuran yang harus mampu menyebarkannya dengan lebar dan toleransi permukaan yang diinginkan. *Dump truck* dengan penutup terpal harus digunakan untuk pengangkutan bahan ke lokasi pekerjaan.

Soenarno (2006) dalam pengalaman empiriknya menyimpulkan bahwa utilisasi alat pemadat perkerasan berbutir pada umumnya kurang optimal, disebabkan oleh: (i) sebagian besar alat berat memiliki umur operasional lebih panjang daripada umur kalendernya dan diperparah minimumnya biaya perawatan rutin maupun berkala; (ii) sertifikasi kalibrasi presisi komponen alat berat sudah tidak diperbaiki lagi ketika pekerjaan pemadatan sudah selesai. Hal tersebut yang menyebabkan produktifitasnya rendah dan hasil pemadatan kurang mencapai mutu yang diharapkan. Penurunan kinerja pemadatan yang disebabkan kurangnya

utilisasi alat berat akan berdampak terjadinya konsolidasi bahan berbutir sehingga volumenya menjadi berkurang dan tidak mampu menerima desakan vertikal beban lalu lintas melalui lapisan permukaan.

d. Pelaksanaan konstruksi perkerasan berbutir pada umumnya terdiri atas 4 (empat) tahapan kegiatan secara berurutan, yaitu: i) pengadaan material termasuk pembentukan ukuran agregat dan proses pencampurannya; (ii) uji coba penghamparan dan pemadatan; (iii) penghamparan material campuran di lokasi pekerjaan; dan (iv) pemadatan pada material campuran yang sudah dihampar. Diagram konstruksi perkerasan berbutir dapat ditunjukkan dalam Gambar 2.2.

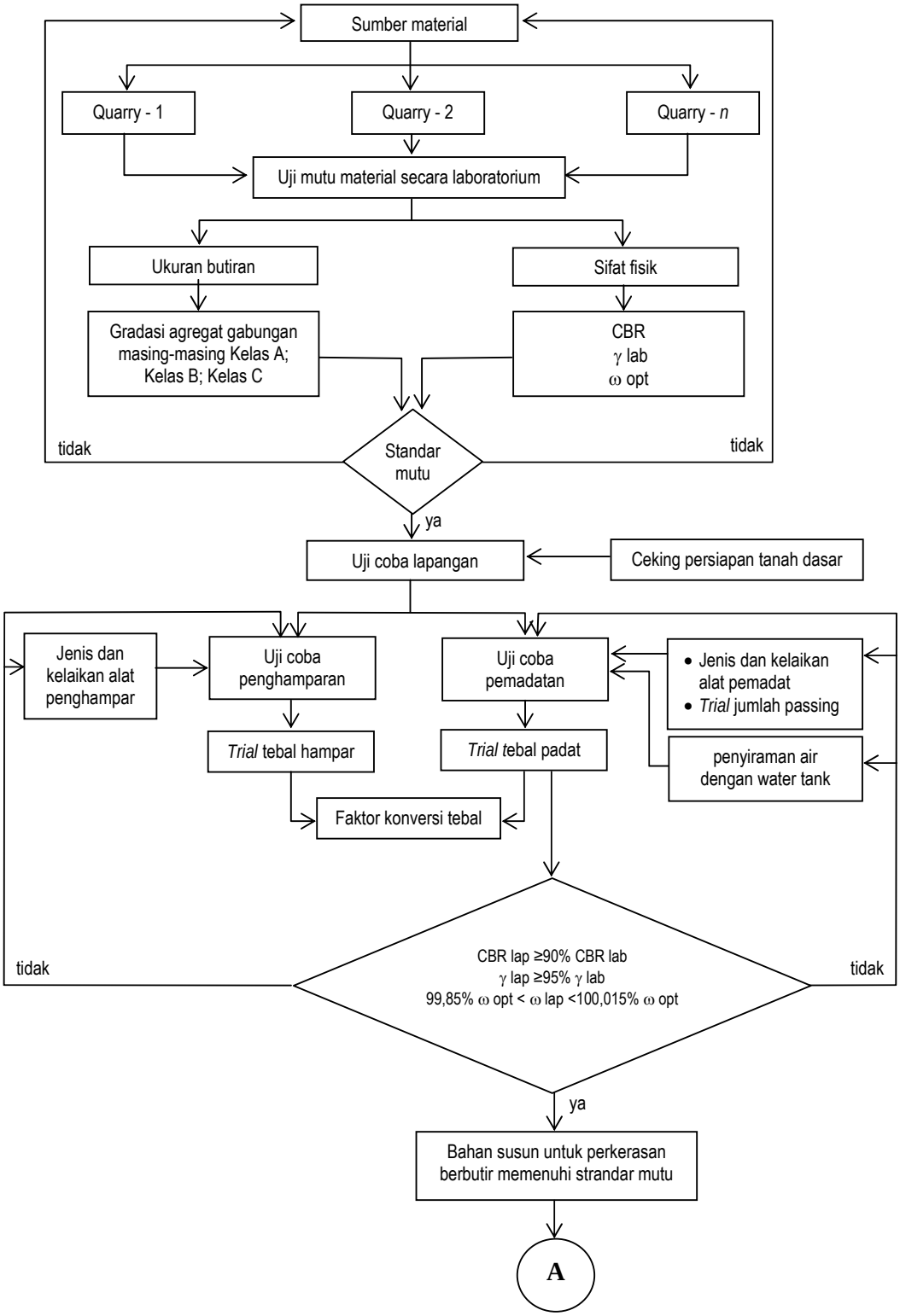
Pengadaan material diambil dari beberapa lokasi sumber material dengan diawali pengujian mutu pendahuluan untuk mendapatkan sifat fisik keausan butiran agregat sehingga dapat diteruskan uji sifat fisik lainnya, antara lain: (i) CBR laboratorium; (ii) kepadatan kering maksimum dan kadar air optimum laboratorium; dan (iii) analisa jenis satuan geologi. Selanjutnya dilakukan pengangkutan material batuan dari sumber material menuju APP untuk mendapatkan ukuran butiran batuan yang sesuai persyaratan, diikuti proses pencampuran berbagai ukuran butiran agregat dalam keadaan kadar air optimum menjadi bahan susun lapis pondasi agregat. Langkah berikutnya adalah melakukan uji *trial* penghamparan dan pemadatan untuk mendapatkan kesepakatan tenis, antara lain: (i) tebal hampar dan padat untuk menghitung faktor konversi material; (ii) jenis dan jumlah *passing* alat pemadatan; (iii) nilai CBR lapangan, nilai kepadatan dan kadar air lapangan; (iv) model penghamparan dan pemadatan yang sesuai spesifikasi teknis.

Penghamparan material campuran hasil APP di atas badan jalan dilakukan dengan alat penghampar (*motor grader*) untuk mendapatkan tebal hampar yang rata (sesuai berita acara *trial* penghamparan) sedemikian sehingga tidak menyebabkan segregasi antara butiran agregat kasar dan halus.

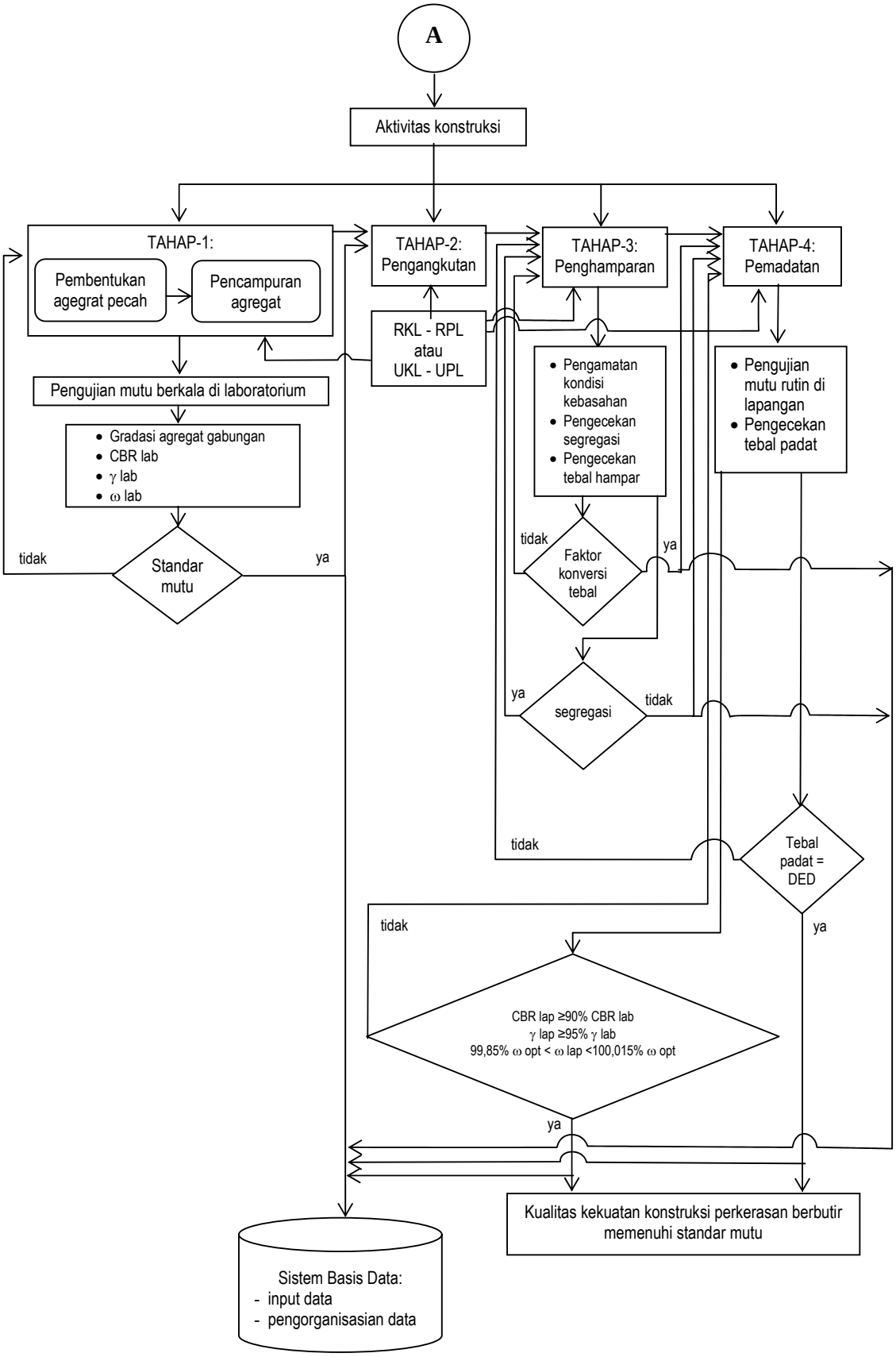
Pemadatan dilakukan setelah proses penghamparan dinilai sudah memenuhi prosedur teknis dan kadar air bahan berada dalam rentang 1,5% di bawah kadar air optimum dan 1,5% di atas kadar air optimum (SNI 03-1743-1989) serta tidak terjadi hujan (dalam kondisi kering). Pemadatan awal dilakukan dengan *vibrator roller*, diikuti pemadatan antara dengan *three wheel roller* atau *tandem roller* dan pemadatan akhir dengan *pneumatic tyre roller*. Jumlah lintasan (*passing*) tiap alat

pemadat tersebut disesuaikan dengan berita acara *trial* pemadatan. Proses pemadatan dimulai dari sepanjang tepi dan bergerak sedikit demi sedikit ke arah sumbu jalan, dalam arah memanjang. Pada bagian ruas jalan yang membelok (tikungan), pemadatan harus dimulai dari bagian yang rendah dan bergerak sedikit demi sedikit ke bagian yang lebih tinggi. Pemadatan harus dilanjutkan sampai seluruh bekas roda alat pemadat hilang dan permukaan lapisan dalam kondisi rata.

Aly (2006) dan Mulyono & Suraji (2005) menyimpulkan dari survai persepsi para praktisi lapangan, yang menyebutkan bahwa banyak fakta penyimpangan prosedur selama pelaksanaan penghamparan dan pemadatan bahan agregat berbutir, antara lain: (i) pelanggaran komitmen berita acara *trial* penghamparan dan pemadatan, misalnya pengurangan jumlah *passing* alat pemadat dan ketidaktepatan kadar air optimum walaupun kepadatannya memenuhi syarat, sehingga akan menghasilkan lapisan yang bersifat padat sementara waktu, ketika beban lalu lintas bekerja maka lapisan tersebut akan mengalami konsolidasi (penurunan volume); (ii) alat pemadat yang kurang layak dipaksakan bekerja di lapangan sehingga hasil pemadatannya tidak sempurna.



Gambar 2.2. Diagram konstruksi perkerasan berbutir untuk lapis pondasi jalan


A
Aktivitas konstruksi
TAHAP-1:
Pembentukan agegrat pecah
Pencampuran agregat
TAHAP-2: Pengangkutan
TAHAP-3: Penghamparan
TAHAP-4: Pemadatan
RKL - RPL atau UKL - UPL
Pengujian mutu berkala di laboratorium
Gradasi agregat gabungan
CBR lab
γ lab
ω lab
Standar mutu
tidak
ya
Pengamatan kondisi kebasahan
Pengecekan segregasi
Pengecekan tebal hampar
Faktor konversi tebal
segregasi
Pengujian mutu rutin di lapangan
Pengecekan tebal padat
Tebal padat = DED
CBR lap ≥90% CBR lab
γ lap ≥95% γ lab
99,85% ω opt < ω lap <100,015% ω opt
Kualitas kekuatan konstruksi perkerasan berbutir memenuhi standar mutu
Sistem Basis Data:
- input data
- pengorganisasian data

Gambar 2.2. Diagram konstruksi perkerasan berbutir untuk lapis pondasi jalan (lanjutan)

e. Pengendalian mutu pekerjaan pekerasan berbutir dilakukan pada setiap tahapan lapis pondasi agregat mulai dari pengadaan pembentukan butiran dan pencampuran, pengangkutan, penghamparan sampai pemadatan.

Pengujian awal dilakukan masing-masing minimal tiga sampel terhadap tiap sumber material (*quarry*) untuk mengetahui nilai CBR laboratorium, nilai kepadatan kering maksimum dan kadar air optimum, serta sifat-sifat fisik material agregat. Pengangkutan material lapis pondasi agregat dengan kendaraan truk dilakukan penutupan dengan terpal agar kadar airnya tidak berubah dan dalam perjalanannya tidak menebarkan debu (dokumen RKL-RPL atau UKL-UPL sebagaimana mengacu pada Peraturan Menteri Lingkungan Hidup Nomor 11 Tahun 2006).

Pada penghamparan material lapis pondasi agregat, pengendalian mutu dilakukan dengan pengecekan kerataan permukaan tempat material dihampar dan pengukuran tebal hampar tiap lapisan agar tidak melebihi tebal hampar yang sudah disepakati (berita acara *trial* penghamparan).

Pengendalian mutu pada pemadatan material lapis pondasi agregat yang sudah dihampar dilakukan secara berurutan, adalah: (i) pengecekan jenis dan kondisi alat pemadat (berita acara *trial* pemadatan); (ii) mencatat jumlah *passing* alat pemadat pada tiap lapisan material yang dihampar (berita acara *trial* pemadatan); (iii) melakukan uji mutu daya dukung yang meliputi pengujian CBR lapangan, pengujian kepadatan lapangan dan pengujian kadar air lapangan; (iv) mengevaluasi nilai ambang batas mutu yang mensyaratkan bahwa kepadatan lapangan minimal 95% terhadap kepadatan kering maksimum laboratorium, kadar air lapangan berada pada rentang toleransi 1,5% terhadap kadar air optimum laboratorium, dan nilai CBR lapangan minimal 90% terhadap CBR laboratorium. Setiap 1000 meter kubik bahan yang diproduksi paling sedikit harus meliputi tidak kurang dari 5 (lima) masing-masing untuk pengujian indeks plastisitas dan gradasi butiran, serta satu uji penentuan kepadatan kering maksimum (SNI 03-1743-1989, metode D). Pengambilan sampel uji mutu di lapangan harus dilakukan pada seluruh luasan pemadatan, tidak boleh berselang lebih dari 200 m.

Mulyono (2006.a) menyebutkan beberapa kendala yang dihadapi dalam pekerjaan perkerasan berbutir, antara lain: (i) keterbatasan kualitas material yang digunakan karena tuntutan spesifikasi teknis dari teknologi konvensional ke mekanis yang memerlukan APP; (ii) ketidaktepatan proses pembentukan butiran agregat karena banyak komponen APP yang sudah aus dan ketidaktepatan jenis APP terhadap target diameter butiran; (iii) proses pencampuran butiran agregat yang kurang homogen sehingga memperlemah *internal friction* campuran. Kendala-kendala tersebut menurut Aly (2006) dan Sugiri (2006) bersumber pada: (i) keterbatasan kualitas SDM dan alat uji mutu terhadap teknologi perkerasan berbutir; (ii) keterbatasan lembaga independen pengujian mutu sebagai *second opinion* terhadap mutu aktual di lapangan; (iii) ketidakharmonisan koordinasi antara pengawas mutu dan pelaksana sehingga banyak prosedur kerja yang tidak sesuai dengan tata cara dalam standar mutu; dan (iv) ketidaktepatan penyelenggaraan diseminasi dan distribusi standar mutu, biasanya *overlapping* dengan waktu pelaksanaan perkerasan berbutir. Seperti halnya pada pekerjaan tanah dasar, satu hal aspek teknis yang tidak boleh ditinggalkan adalah uji coba pencampuran, penghamparan dan pemadatan bahan susun perkerasan berbutir karena hasil uji coba merupakan *job mix formula* yang akan digunakan di lapangan (Wang, 2004). Watanatada *et al*. (1987) dalam Paterson (1995) menyebutkan banyak kasus kerusakan struktural perkerasan beraspal disebabkan oleh penurunan daya dukung lapisan pondasi jalan, antara lain: (i) bentuk permukaan yang bergelombang; (ii) terjadinya retak blok yang luas lebih dari satu meter persegi dengan kedalaman lebih 25 cm; dan (iii) terbentuk alur permukaan bekas roda kendaraan. Kerusakan-kerusakan seperti tersebut di atas perlu untuk dimonitor dan dievaluasi pemberlakuan standar mutu perkerasan berbutir, oleh karenanya pengarsipan *database* menjadi informasi historis yang sangat penting.

6. Konstruksi perkerasan aspal

Perkerasan beraspal terdiri atas agregat dan bahan aspal yang dicampur dalam keadaan panas di unit produksi *Asphalt Mixing Plant* (AMP), selanjutnya diangkut dalam keadaan panas ke lokasi penghamparan di atas lapis pondasi jalan atau lapis permukaan jalan lama, kemudian diikuti proses pemadatan lapangan dengan tetap memperhatikan persyaratan suhu pada tiap tahapan pemadatannya

sampai didapatkan konstruksi perkerasan aspal yang sesuai dengan mutu dan gambar rencana. Jenis konstruksi perkerasan aspal dibedakan dalam dua kelompok, yaitu (i) kelompok non struktural, seperti lapis tipis beton aspal (lataston) untuk lapis pondasi maupun lapis aus permukaan, masing-masing untuk melayani lalulintas rencana kurang dari satu juta ESAL; (ii) kelompok struktural, seperti lapis beton aspal (laston) atau sering disebut *Asphaltic Concrete* (AC) yang terdiri atas *AC-binder* dan *AC-base,* masing-masing untuk *surface course* dan pondasi jalan. AC ini digunakan untuk perkerasan jalan yang melayani lalulintas rencana dari satu hingga sepuluh juta ESAL.

a. Standar mutu konstruksi perkerasan aspal ditunjukkan dalam Tabel 2.5. Pada umumnya substansi standar mutu masih mengacu pada beberapa standar mutu yang distandardisasi AASHTO, antara lain: RSNI S-01-2003 mengacu AASHTO M 20-70; SNI 06-2432-1991 mengacu AASHTO T 51-89; SNI 03-1968-1990 mengacu AASHTO T 84-81; dan RSNI M-01-2003 mengacu AASHTO T 245-82. Implikasi yang muncul di lapangan adalah banyak parameter yang berbeda antara Indonesia dengan negara asal, misalnya tentang temperatur dan cuaca, karakteristik beban lalu lintas kendaraan, sifat fisik bahan konstruksi, yang semua itu memerlukan kecermatan dalam implementasi standar mutu. Permasalahan lain yang sering muncul adalah faktor SDM dan alat uji mutu yang kualitasnya sangat terbatas dan masih terfokus di beberapa wilayah kerja tertentu khususnya di Jawa dan Bali, sehingga sulit didapatkan keseragaman mutu konstruksi perkerasan beraspal. Oleh karenanya perlu disiapkan suatu metode untuk memantau perkembangan standar mutu secara terpadu dan sistemik sehingga akan dapat diperoleh faktor dan variabel apa saja yang perlu disempurnakan untuk meningkatkan kualitas jalan. Pemantauan perkembangan standar mutu tidak hanya terbatas substansinya, tetapi yang terpenting sejauh mana standar mutu tersebut dapat diimplementasikan dan bagaimana dampaknya terhadap mutu perkerasan jalan, artinya pemantauannya dilakukan sejak masa konstruksi sampai pasca konstruksi (tahapan operasional). Direktorat Jenderal Bina Marga Departemen Pekerjaan Umum sebagai regulator sampai saat ini belum memiliki metode yang tepat untuk memonitor dan mengevaluasi pemberlakuan standar mutu perkerasan jalan terhadap: (i) aspek SDM, (ii) proses pengujian mutu, (iii) keberhasilan

diseminasi dan distribusi, (iv) implikasi data ukur mutu di lapangan, (v) keterkaitannya dengan performansi dan jenis kerusakan struktural yang terjadi, dan (vi) kesesuaian substansi terhadap perubahan cuaca dan material serta kendala dan penyimpangan standar mutu yang terjadi di lapangan. Hal tersebut dirasakan sangat penting dikaitkan dengan kebijakan pembangunan jalan yang sudah mulai didelegasikan kepada pemerintah daerah untuk merealisasikan semangat otonomi daerah sehingga diperlukan efektivitas upaya-upaya penyeragaman mutu konstruksi jalan melalui peningkatan diseminasi dan distribusinya.

Tabel 2.5. Standar mutu perkerasan beraspal

Nomor seri standar	Judul buku standar
Aspal:	
SNI 06-2432-1991	metoda pengujian daktilisasi bahan-bahan aspal
SNI 06-2433-1991	metoda pengujian titik nyala dan titik bakar dengan alat *cleveland open cup*
SNI 06-2434-1991	metode pengujian titik lembek aspal dan ter
SNI 06-2440-1991	metode pengujian kehilangan berat minyak dan aspal
SNI 06-2441-1991	metode pengujian berat jenis aspal padat
SNI 06-2456-1991	metode pengujian penetrasi bahan-bahan bitumen
SNI 06-2490-1991	metode pengujian kadar air aspal dan bahan yang mengandung aspal
SNI 03-3640-1994	metode pengujian kadar aspal dengan cara ekstraksi menggunakan alat soklet
SNI 06-6399-2000	tata cara pengambilan contoh aspal
SNI 03-4797-1998	metode pengujian pemulihan aspal dengan alat penguap putar
SNI 03-6441-2000	metode pengujian viskositas aspal minyak dengan alat brookfield termosel
SNI 03-6721-2002	metode pengujian kekentalan aspal cair dengan alat *saybolt*
SNI 03-6885-2002	metode pengujian noda aspal minyak
RSNI S-01-2003	spesifikasi aspal keras berdasarkan penetrasi
RSNI M-04-2004	metode pengujian kelarutan aspal
AASHTO T301-95	*elastic recovery test of bituminous material by means of a ductilometer*
Agregat:	
SNI 03-1968-1990	metode pengujian tentang analisis saringan agregat halus dan kasar
SNI 03-1969-1990	Metode pengujian berat jenis dan penyerapan air agregat kasar
SNI 03-1970-1990	Metode pengujian berat jenis dan penyerapan air agregat halus
SNI 03-2417-1991	metode pengujian keausan agregat dengan mesin abrasi *Los Angeles*
SNI 03-3407-1994	metode pengujian sifat kekekalan bentuk batu terhadap larutan natrium sulfat dan magnesium sulfat

SNI 03-4141-1996	metode pengujian gumpalan lempung dan butir-butir mudah pecah dalam agregat
SNI 03-4142-1996	metode pengujian jumlah bahan dalam agregat yang lolos saringan nomor 200 (0,075 mm)
SNI 03-4428-1997	metode pengujian agregat halus atau pasir yang mengandung bahan plastis dengan cara setara pasir
SNI 03-4804-1998	metode pengujian bobot isi dan rongga udara dalam agregat
SNI 03-6723-2002	spesifikasi bahan pengisi untuk campuran beraspal
SNI 03-6819-2002	spesifikasi agregat halus untuk campuran beraspal
SNI 03-6877-2002	metode pengujian kadar rongga agregat halus yang tidak dipadatkan
ASTM D 4791	*standard test method for flat or elongated particles in coarse aggregate*

Tabel 2.5 (lanjutan)

Nomor seri standar	Judul buku standar
ASTM E 102-93	*saybolt furol viscosity of asphaltic material at high temperature british standard*
Campuran:	
SNI 03-1737-1991	tata cara pelaksanaan lapis aspal beton (laston) untuk jalan raya
SNI 03-2439-1991	metode pengujian kelekatan agregat terhadap aspal
SNI 03-6757-2002	metode pengujian berat jenis nyata campuran beraspal padat menggunakan benda uji kering permukaan jenuh.
SNI 03-6890-2002	tata cara pengambilan contoh campuran beraspal
SNI 03-6893-2002	metode pengujian berat jenis maksimum campuran beraspal
SNI 03-6894-2002	metode pengujian kadar aspal dan campuran beraspal cara sentrifius
RSNI M-01-2003	metode pengujian campuran beraspal panas dengan alat *Marshall*
RSNI M-06-2004	cara uji campuran beraspal panas untuk ukuran agregat maksimum dari 25,4 mm (1 inci) sampai dengan 38 mm (1,5 inci) dengan alat *Marshall*
AASHTO T165-97	*effect of water on cohesion of compacted bituminous paving mixtures*
AASHTO T283-89	*Resistance of compacted bituminous mixture to moisture induced damaged*
BS 598 Part 104 (1989)	*the compaction procedure used in the percentage refusal density test*
SNI 03-3425-1994	tata cara pelaksanaan lapis tipis beton aspal untuk jalan raya

Sumber: Balitbang Departemen PU (2005.d)

b. Tebal lapisan campuran beraspal dimonitor dengan benda uji *core drill* yang diambil paling sedikit dua buah untuk tiap luasan 500 m^2 atau jarak antar titik *core drill* tidak lebih dari 200 m. Toleransi tebal lapisan beraspal dapat dilihat dalam Tabel 2.6. Tebal aktual campuran beraspal yang dihampar di setiap ruas dari

pekerjaan, didefinisikan sebagai tebal rata-rata dari semua benda uji *core drill* yang diambil di ruas tersebut, yang harus sama atau lebih besar dari tebal nominal rancangan yang ditentukan dalam gambar rencana. Toleransi tebal ini disyaratkan untuk mengantisipasi ketidaktepatan pencapaian tebal padat di lapangan karena beberapa faktor penyebab, antara lain: tebal hampar tidak dihitung dengan faktor konversi yang tepat, gangguan teknis pada alat penghampar maupun pemadat, perubahan cuaca yang mendadak sehingga pelaksanaan penghamparan dan pemadatan tidak berlangsung sesuai standar yang ditetapkan, dan beberapa proses pencampuran ada perubahan gradasi agregat tetapi masih dalam rentang spesifikasi teknisnya.

Tabel 2.6 Tebal nominal minimum lapisan beraspal dan toleransinya.

Jenis campuran		Simbol	Tebal nominal minimum (cm)	Toleransi tebal (mm)
Latasir kelas A		SS-A	1,5	+ 2,0
Latasir kelas B		SS-B	2,0	+ 2,0
Lataston:	lapis aus	HRS-WC	3,0	+ 3,0
	lapis pondasi	HRS-Base	3,5	+ 3,0
Laston:	lapis aus	AC-WC	4,0	+ 3,0
	lapis pengikat	AC-BC	5,0	+ 4,0
	lapis pondasi	AC-Base	6,0	+ 5,0

Sumber: Balitbang Departemen PU (2005.d)

c. Persyaratan bahan agregat secara umum dimulai dari jenis batuannya merupakan batuan andesit yang memiliki daya lekat sempurna dengan aspal, penyerapan terhadap air maksimum 3%. Berat jenis (*bulk spesific gravity*) agregat kasar dan halus minimum 2,5 gr/cc dan perbedaannya tidak boleh lebih dari 0,2.

1) Fraksi agregat kasar merupakan butiran agregat yang tertahan saringan ayakan nomor 8 (diameter 2,36 mm) yang bersih, keras, awet dan bebas dari lempung atau bahan yang tidak dikehendaki lainnya dan memenuhi ketentuan standar mutu, sebagaimana ditunjukkan dalam Tabel 2.7. Agregat kasar merupakan komponen yang terbesar dalam struktur perkerasan sehingga harus dibangun dalam konstruksi yang kuat, kompak dan tahan lama. Salah satu parameter yang memegang peranan penting adalah: (i) bentuk butiran agregat yang bersudut banyak tidak beraturan dan tidak pipih atau lonjong, agar dicapai *internal friction* yang tinggi antar butiran kasar; (ii) tektur permukaan butiran agregat yang kasar sehingga mampu menyerap aspal efektif untuk membentuk ikatan antar butiran yang kuat sehingga didapatkan kohesi campuran yang kuat.

Tabel 2.7 Sifat-sifat fisik agregat kasar sebagai bahan susun campuran beraspal

Pengujian mutu	Metode	Persyaratan
Kekekalan bentuk agregat terhadap larutan natrium dan magnesium sulfat	SNI 03-3407-1994	< 12%
Abrasi dengan mesin Los Angeles	SNI 03-2417-1991	< 40%
Kelekatana agregat terhadap aspal	SNI 03-2439-1991	> 95%
Angularitas (kedalaman dari permukaan <10 cm	SNI 03-6877-2002	95/90(*)
Angularitas (kedalaman dari permukaan ≥ 10 cm)	SNI 03-6877-2002	80/75(*)
Partikel pipih dan lonjong	ASTM D-4791	< 10%
Material lolos saringan No.200	SNI 03-4142-1996	< 1%

Sumber: Balitbang Departemen PU (2005.d)

Catatan:

(*) 80/75 menunjukkan bahwa 80% agregat kasar mempunyai muka bidang pecah satu atau lebih dan 75% agregat kasar mempunyai muka bidang pecah dua atau lebih.

2) Fraksi agregat halus dapat berasal dari pasir atau hasil pengayakan batu pecah yang lolos saringan ayakan nomor 8 (diameter 2,36 mm) sesuai SNI 03-6819-2002, yang bersih, keras, bebas dari lempung atau bahan yang tidak dikehendaki lainnya dan memenuhi standar mutu, sebagaimana ditunjukkan dalam Tabel 2.8. Butiran halus mengisi rongga antar butiran kasar sehingga didapatkan kohesi campuran yang kuat. Oleh karenanya butiran halus harus memiliki bentuk pecah bersudut banyak dan tidak pipih serta bertekstur kasar.

Tabel 2.8. Sifat-sifat fisik agregat halus sebagai bahan susun campuran beraspal

Pengujian mutu	Metode	Persyaratan
Nilai setara pasir	SNI 03-4428-1997	> 50 %
Material lolos saringan # 200	SNI 03-4142-1996	< 8 %
Angularitas (kedalaman dari permukaan < 10 cm)	SNI 03-6877-2002	> 45
Angularitas (kedalaman dari permukaan ≥ 10 cm)	SNI 03-6877-2002	> 40

Sumber: Balitbang Departemen PU (2005.d)

3) Bahan pengisi (*filler*) yang ditambahkan dalam campuran beraspal dapat berasal dari *cement portland* dan atau debu batu atau abu batu (*stonedust*) yang harus kering dan bebas dari gumpalan-gumpalan. Bahan pengisi ini harus mengandung bahan halus yang lolos saringan ayakan nomor 200 (diameter 75 *micron*) dengan kadar tidak kurang dari 75% terhadap beratnya dan bersifat non plastis (SNI 03-6723-2002). Peranan agregat pengisi ini amat penting terutama untuk mengisi ruang-ruang kecil yang kosong antar butiran halus sehingga akan didapatkan campuran padat yang memiliki rongga sesuai spesifikasi teknisnya.

4) Gradasi agregat gabungan untuk campuran beraspal, ditunjukkan dalam persentase terhadap berat agregat lolos saringan yang harus memenuhi nilai rentang antara batas bawah dan batas atas, sebagaimana ditunjukkan dalam Tabel 2.9. Ketepatan gradasi ukuran butiran agregat gabungan merupakan kunci penting untuk mencapai mutu campuran dan efektivitas kadar aspal karena hampir 85% volume campuran beraspal terisi agregat. Gradasi agregat yang memenuhi standar mutu akan berdampak membentuk campuran yang kompak karena *internal friction* antar butiran tinggi dan luas penyelimutan aspal terhadap butiran agregat makin

merata sehingga akan menghasilkan tekstur perkerasan yang memiliki *skid resistance* yang tinggi.

Tabel 2.9 Gradasi agregat gabungan untuk campuran beraspal

Ukuran ayakan ASTM		Persentase berat yang lolos (%)						
		Latasir (SS)		Lataston (HRS)		Laston (AC)[2]		
(*inch*)	(mm)	Kelas A	Kelas B	WC	Base	WC	BC	Base
1½"	37,5							100
1"	25						100	90 - 100[3])
¾"	19	100	100	100	100	100	90 - 100[3])	Maks. 90
½"	12,5			90 - 100[3])	90 - 100[3])	90 - 100[3])	Maks. 90	
3/8"	9,5	90 – 100[3])		75 - 85	65 - 100	Maks. 90		
No.8	2,36		75 - 100[3])	50 – 72[1]	35 - 55[1]	28 - 58	23 – 49	19 - 45
No.16	1,18							
No.30	0,600			35 - 60	15 - 35			
No.200	0,075	10 - 15	8 - 13	6 - 12	2 – 9	4 - 10	4 – 8	3 - 7
						DAERAH TERLARANG		
No.4	4,75					-	-	39,5
No.8	2,36					39,1	34,6	26,8 – 30,8
No.16	1,18					25,6 – 31,6	22,3 – 28,3	18,1 – 24,1
No.30	0,600					19,1 – 23,1	16,7 – 20,7	13,6 – 17,6
No.50	0,300					15,5	13,7	11,4

Sumber: Balitbang Departemen PU (2005.d)

Catatan:

1. Untuk HRS-WC dan HRS-Base, paling sedikit 80% agregat lolos ayakan No. 8 (2,36 mmm) harus juga lolos ayakan No. 30 (0,600 mm). Kriteria gradasi senjang yang lolos ayakan No. 8 (2,36 mm) dan tertahan ayakan No. 30 (0,600 mm) dalam Tabel 2.10.
2. Untuk AC, digunakan titik kontrol gradasi agregat, berfungsi sebagai batas-batas rentang utama yang harus ditempati oleh gradasi-gradasi tersebut. Batas-batas gradasi ditentukan pada ayakan ukuran nominal maksimum, ayakan menengah (2,36 mm) dan ayakan terkecil (0,075 mm).
3. Ukuran nominal maksimum masing-masing campuran.

Tabel 2.10. Kriteria gradasi senjang agregat gabungan

Ukuran ayakan	Persentase berat yang lolos (%)			
	Alternatif-1	alternatif-2	alternatif-3	alternatif-4
# 8	40	50	60	70
# 30	> 32	> 40	> 48	> 56

Sumber: Balitbang Departemen PU (2005.d)

c. Persyaratan aspal diawali dengan pemilihan jenis aspal, dapat berasal dari aspal keras penetrasi 60/70, aspal polimer, aspal dimodifikasi dengan asbuton atau aspal *multigrade* yang memenuhi persyaratan sebagaimana ditunjukkan dalam Tabel 2.11 sampai dengan Tabel 2.14. Pengambilan contoh aspal (SNI 06-6399-2000) dari tiap truk tangki harus dilaksanakan pada bagian atas, tengah dan bawah. Aspal dapat diekstraksi dari benda uji campuran beraspal sesuai SNI 03-3640-1994. Setelah konsentrasi larutan aspal yang terekstraksi mencapai 200 ml, partikel mineral yang terkandung harus dipindahkan dengan alat sentrifugal. Brown & Brunton (1987) dalam Mulyono (2002) merumuskan bahwa aspal memegang

peranan penting dalam menentukan kekuatan campuran walaupun kadarnya jauh lebih kecil dibandingkan agregat. Peranan itu dinyatakan dalam kekakuan aspal (*bitumen stiffness*) yang merupakan fungsi dari nilai angka penetrasi, titik lembek, dan kecepatan beban kendaraan. Sedangkan kekakuan campuran (*mixed stiffness*) merupakan fungsi dari *bitumen stifness* dan *voids in the mineral aggregate* (jumlah rongga dalam campuran agregat).

Tabel 2.11. Sifat-sifat fisik aspal keras penetrasi 60/70

No	Pengujian mutu	Metode	Persyaratan
1.	Penetrasi, 25 ’C; 100 gr; 5 detik; 0,1 mm	SNI 06-2456-1991	60 – 70
2.	Titik Lembek, ^{o}C	SNI 06-2434-1991	48 – 58
3.	Titik Nyala, ^{o}C	SNI 06-2433-1991	> 200
4.	Daktilitas 25 ’C, cm	SNI 06-2432-1991	> 100
5.	Berat jenis	SNI 06-2441-1991	> 1,0
6.	Kelarutan dalam *Trichlor Ethylen*, % berat	RSNI M-04-2004	> 99
7.	Penurunan Berat (dengan TFOT), % berat	SNI 06-2440-1991	< 0,8
8.	Penetrasi setelah penurunan berat, % asli	SNI 06-2456-1991	> 54
9.	Daktilitas setelah penurunan berat, % asli	SNI 06-2432-1991	> 50
10.	Uji noda aspal - Standar *Naptha* - *Naptha Xylene* - *Hephtane Xylene*	SNI 03-6885-2002	negatif

Sumber: Balitbang Departemen PU (2005.d)

Tabel 2.12. Sifat-sifat fisik aspal polimer

No	Pengujian mutu	Metode	Persyaratan	
			Plastomer	Elastomer
1.	Penetrasi, 25 ’C; 100 gr; 5 detik; 0,1 mm	SNI 06-2456-1991	50-70	60 – 70
2.	Titik lembek, ^{o}C	SNI 06-2434-1991	> 56	>54
3.	Titik nyala, ^{o}C	SNI 06-2433-1991	> 232	> 232
4.	Berat jenis	SNI 06-2441-1991	>1,0	> 1,0
5.	Kekentalan pada 135 ^{o}C, cSt	SNI 06-6721-2002	150-1500	< 2000
6.	Stabilitas penyimpanan pada 163 ^{o}C selama 48 jam, perbedaan titik lembek, ^{o}C	SNI 06-2434-1991	homogen*	< 2
7.	Kelarutan dalam *Trichlor Ethylen*, % berat	RSNI M-04-2004	> 99	> 99
8.	Penurunan berat (dengan TFOT), % berat	SNI 06-2440-1991	> 1,0	< 1,0
9.	Perbedaan penetrasi setelah RTFOT; % asli	SNI 06-2456-1991		
	- Kenaikan penetrasi		< 10	< 10
	- Penurunan penetrasi		< 40	< 40
10.	Perbedaan titik lembek setelah RTFOT, % asli	SNI 06-2432-1991		
	- Kenaikan titik lembek		< 6,5	< 6,5
	- Penurunan titik lembek		< 2	< 2
11.	*Elastic recovery residu* RTFOT, %	AASHTO T301-95		< 45

Sumber: Balitbang Departemen PU (2005.d)
Catatan *: pada permukaan tidak terjadi lapisan (kulit), kerut dan tidak terjadi endapan

Tabel 2.13. Sifat-sifat fisik aspal dimodifikasi dengan asbuton

No	Pengujian mutu	Metode	Persyaratan
1.	Penetrasi, 25 ’C; 100 gr; 5 detik; 0,1 mm	SNI 06-2456-1991	40 – 55
2.	Titik lembek, ^{o}C	SNI 06-2434-1991	> 55
3.	Titik nyala, ^{o}C	SNI 06-2433-1991	> 225
4.	Daktilitas 25 ’C, cm	SNI 06-2432-1991	> 50
5.	Berat jenis	SNI 06-2441-1991	> 1,0
6.	Kelarutan dalam *Trichlor Ethylen*, % berat	RSNI M-04-2004	> 90
7.	Penurunan berat (dengan TFOT), % berat	SNI 06-2440-1991	< 2
8.	Penetrasi setelah penurunan berat, % asli	SNI 06-2456-1991	> 55
9.	Daktilitas setelah TFOT, % asli	SNI 06-2432-1991	> 50
10.	Mineral lolos saringan No. 100, % *	SNI 03-1968-1990	> 90

Sumber: Balitbang Departemen PU (2005.d)

Tabel 2.14. Sifat-sifat fisik aspal *multigrade*

No	Pengujian mutu	Metode	Persyaratan
1.	Penetrasi, 25 ’C; 100 gr; 5 detik; 0,1 mm	SNI 06-2456-1991	50 – 70
2.	Titik lembek, ^{o}C	SNI 06-2434-1991	> 55
3.	Titik nyala, ^{o}C	SNI 06-2433-1991	> 225
4.	Daktilitas 25 ’C, cm	SNI 06-2432-1991	> 100
5.	Berat jenis	SNI 06-2441-1991	> 1,0
6.	Kelarutan dalam *Trichlor Ethylen*, % berat	RSNI M-04-2004	> 99
7.	Penurunan berat (dengan TFOT), % berat	SNI 06-2440-1991	< 0,8
8.	Penetrasi setelah penurunan berat, % asli	SNI 06-2456-1991	> 60
9.	Daktilitas setelah penurunan berat, % asli	SNI 06-2432-1991	> 50

Sumber: Balitbang Departemen PU (2005.d)

d. Campuran agregat dan aspal dapat dilakukan dengan perbandingan berat atau volume. Pada perbandingan berat, proporsi agregat hampir 94% sisanya aspal sekitar 6%, artinya ditinjau dari satuan berat maka fungsi struktural agregat batuan sangat penting dalam mendukung beban lalulintas kendaraan (Watanatada *et al*., 1987 dalam Paterson, 2007.b). Aspal dalam perbandingan berat ini memiliki kadar berat yang kelihatannya kecil namun memegang peranan penting sebagai bahan ikat antar butiran agregat karena memiliki modulus elastisitas yang mampu memperkuat *internal friction* antar butiran yang kuat sehingga campuran agregat makin kompak (Brown & Brunton, 1987 dalam Mulyono, 2002).

Pada perbandingan volume, hampir 85% diisi agregat dan sisanya 15% diisi aspal, artinya ditinjau dalam satuan volume ruang maka fungsi struktural agregat sangat penting sebagai struktur utama mendukung beban lalulintas kendaraan,

sedangkan peranan aspal mengisi rongga udara yang ada di dalam butiran dan antar butiran agregat (Brown & Brunton, 1987 dalam Mulyono, 2002). Persentase aspal aktual yang ditambahkan ke dalam campuran akan bergantung pada penyerapan agregat yang digunakan.

Balitbang Departemen PU (2005.d) dan Ditjen Bina Marga (2006.a) Departemen PU sebagai institusi pembina teknis menerapkan model perbandingan berat dengan pertimbangan, antara lain: (i) sifat fisik agregat (termasuk berat jenis) lebih diutamakan daripada bentuk ruang agregat; (ii) penggunaan aspal lebih efisien (hemat) karena kondisi tekstur permukaan agregat lebih diperhatikan dalam proses interaksinya dengan aspal; (iii) secara ekonomi, pengadaan alat unit produksi AMP tipe *batch plant* lebih mudah dan lebih ekonomis daripada AMP tipe *continuous plant* terutama dikaitkan ketersediaan unit produksi tersebut yang harus menyebar di wilayah Indonesia yang luas. Prosedur pencampuran agregat aspal pada umumnya harus melalui dua tahapan, yaitu: (i) *Design Mix Formula* (DMF), sebagai tahap awal pengujian mutu bahan untuk merancang perbandingan antara agregat dan aspal secara laboratorium, termasuk juga pengujian sifat fisik agregat dan aspal; (ii) *Job Mix Formula* (JMF), sebagai tahap merancang perbandingan antara agregat dan aspal di lapangan dengan operasional unit produksi AMP, yang dilanjutkan dengan *trial* penghamparan dan pemadatan lapangan.

1) Prosedur DMF dimulai sejak usulan penggunaan agregat dan aspal sebagai bahan susun campuran sampai perancangan perbandingan kadar agregat dan aspal, yang secara berurutan adalah: (i) menetapkan sumber material dan mengambil contoh sampel agregat dari *hot bin* AMP sesuai kebutuhan benda uji yang disepakati; (ii) uji mutu awal terhadap sifat-sifat fisik agregat dan aspal; (iii) uji mutu analisis saringan gradasi agregat gabungan sesuai dengan spesifikasi teknis, grafik gradasi yang dianalisis sebaiknya mendekati grafik ideal yang berada di tengah antara batas atas dan bawah; (iv) menentukan perbandingan berat antara agregat kasar, halus dan *filler* terhadap total kebutuhan agregat; (v) mencampur agregat dan aspal untuk membuat benda uji dengan variasi kadar aspal dari yang terendah sampai yang tertinggi dengan interval 0,5% pada model gradasi agregat tertentu; (vi) melakukan uji *Marshall* untuk menghitung nilai stabilitas, kelelehan plastis (*flow*), jumlah rongga udara dalam keadaan padat, jumlah rongga udara yang

terisi aspal dan kepadatan laboratorium; (vii) menentukan kadar aspal optimum dengan metode grafis atau analitis; (viii) menghitung perbandingan berat agregat dan aspal terhadap total campuran. Spesifikasi teknis uji mutu campuran agregat dan aspal dapat ditunjukkan dalam Tabel 2.15 sampai Tabel 2.18. Perkiraan awal kadar aspal benda uji dirancang dengan Persamaan (2.1), selanjutnya dibuat tiga kadar aspal di atas dan dua kadar aspal di bawah kadar aspal perkiraan awal yang sudah dibulatkan mendekati 0,5%. Misalnya dari hasil perhitungan dengan Persamaan (2.1) didapatkan Pb = 5,7%, dibulatkan Pb = 5,5%; selanjutnya dibuat benda uji dengan kadar aspal 5,5%; langkah berikutnya membuat benda uji dengan kadar aspal 6,0%; 6,5%; 7,0%; dengan 4,5%; dan 5,0%.

$$Pb = 0{,}035\ (\%\ CA) + 0{,}045\ (\%\ FA) + 0{,}18\ (\%\ FR) + \text{konstanta} \qquad (2.1)$$

dengan: (i) Pb = kadar aspal perkiraan awal; (ii) CA = kadar agregat kasar tertahan saringan nomor 8; (iii) FA = kadar agregat halus lolos saringan nomor 8 dan tertahan nomor 200; (iv) FR = kadar agregat halus lolos saringan nomor 200; (v) nilai konstanta sekitar 0,5 - 1,0 untuk AC dan HRS.

Tabel 2.15. Spesifikasi teknis uji mutu campuran latasir (lapis tipis aspal pasir)

Pengujian mutu	Persyaratan
	Kelas A & B
Penyerapan aspal (%)	< 2,0
Jumlah tumbukan per bidang (kali)	50
Rongga dalam campuran (%)(3)	3,0 – 6,0
Rongga dalam agregat (VMA) (%)	> 20
Rongga terisi aspal (%)	> 75
Stabilitas *Marshall* (kg)	> 200
Pelelehan (mm)	2 – 3
Marshall Quotient (kg/mm)	> 80
Stabilitas *Marshall* Sisa (%) setelah perendaman selama 24 jam, 60 ^{o}C(4)	> 75

Sumber: Balitbang Departemen PU (2005.d)

Tabel 2.16. Spesifikasi teknis uji mutu campuran lataston (lapis tipis beton aspal)

Pengujian mutu	Persyaratan	
	WC	BC
Penyerapan aspal (%)	< 1,7	
Jumlah tumbukan per bidang (kali)	75	
Rongga dalam campuran (%)(3)	3,0 – 6,0	
Rongga dalam agregat (VMA) (%)	> 18	> 17
Rongga terisi aspal (%)	> 68	

Stabilitas *Marshall* (kg)	> 800
Pelelehan (mm)	> 250
Marshall Quotient (kg/mm)	> 80
Stabilitas *Marshall* Sisa (%) setelah perendaman selama 24 jam, 60 ^{o}C(4)	> 75
Rongga dalam campuran (%) pada (2) kepadatan membal (refusal)	> 2

Sumber: Balitbang Departemen PU (2005.d)

Tabel 2.17. Spesifikasi teknis uji mutu campuran laston (lapis beton aspal)

Pengujian mutu	Persyaratan		
	WC	BC	Base
Penyerapan aspal (%)	< 1,2		
Jumlah tumbukan per bidang (kali)	< 75		< 112 (1)
Rongga dalam campuran (%)(3)	3,5 – 5,5		
Rongga dalam agregat (VMA) (%)	> 15	> 14	> 13
Rongga terisi aspal (%)	> 65	> 63	> 60
Stabilitas *Marshall* (kg)	> 800		> 1500(3)
Pelelehan (mm)	> 3		> 5(1)
Marshall Quotient (kg/mm)	> 250		> 300
Stabilitas *Marshall* Sisa (%) setelah perendaman selama 24 jam, 60 ^{o}C(4)	> 75		
Rongga dalam campuran (%) pada (2) kepadatan membal (refusal)	> 2,5		

Sumber: Balitbang Departemen PU (2005.d)

Catatan:

1. Modifikasi pengujian Marshall (RSNI M-13-2004)
2. Penumbuk bergetar digunakan untuk menghindari pecahnya butiran agregat dalam campuran, 600 getaran untuk benda uji berdiameter 6 inci dan 400 getaran untuk benda uji berdiameter 4 inci
3. Berat jenis efektif dihitung berdasarkan SNI 03-6893-2002
4. Kepekaan campuran beraspal terhadap air diuji berdasarkan AASHTO T 283
5. Pengujian dengan *Wheel Tracking Machine* (WTM) temperatur 60°C (JRA,1980)

Tabel 2.18 Spesifikasi teknis campuran laston dimodifikasi (AC-*Modified*)

Pengujian mutu	Persyaratan		
	WC	BC	Base
Penyerapan aspal (%)	< 1,7		
Jumlah tumbukan per bidang (kali)	< 75		< 112 (1)
Rongga dalam campuran (%)(3)	3,5 – 5,5		
Rongga dalam agregat (VMA) (%)	> 15	> 14	> 13
Rongga terisi aspal (%)	> 65	> 63	> 60
Stabilitas *Marshall* (kg)	> 1000		> 1800(1)
Pelelehan (mm)	3 - 5		3 – 5
Marshall Quotient (kg/mm)	> 300		> 350
Stabilitas *Marshall* Sisa (%) setelah perendaman selama 24 jam, 60 ^{o}C(4)	> 75		
Rongga dalam campuran (%) pada (2) kepadatan membal (refusal)	> 2,5		
Stabilitas dinamis, lintasan / mm(5)	> 2500		

Sumber: Balitbang Departemen PU (2005.d)

Catatan:

1 Modifikasi pengujian Marshall (RSNI M-13-2004)
2 Penumbuk bergetar digunakan untuk menghindari pecahnya butiran agregat dalam campuran, 600 getaran untuk benda uji berdiameter 6 inci dan 400 getaran untuk benda uji berdiameter 4 inci.

3 Berat jenis efektif dihitung berdasarkan SNI 03-6893-2002
4 Kepekaan campuran beraspal terhadap air diuji berdasarkan AASHTO T 283
5 Pengujian dengan *Wheel Tracking Machine* (WTM) temperatur 600°C (JRA,1980)

2) Prosedur JMF pada prinsipnya terdiri atas *trial* campuran hasil DMF di unit produksi AMP dan *trial* penghamparan beserta pemadatannya. Uji coba penerapan DMF pada unit produksi AMP meliputi kegiatan: (i) mengecek kelaikan semua komponen AMP termasuk kalibrasinya; (ii) mengalirkan agregat dingin sesuai fraksinya ke dalam alat pemanas dan pengering; (iii) melakukan penimbangan agregat panas sesuai DMF; (iv) mencampurkan aspal terhadap agregat sesuai DMF; (v) memproses pencampuran agregat dan aspal secara panas; (vi) membuat benda uji untuk pengujian nilai *Marshall* (kepadatan, stabilitas, *flow*, jumlah rongga udara dalam campuran padat, jumlah rongga udara yang terisi aspal). Uji coba penghamparan meliputi kegiatan: (i) merencanakan jenis dan kapasitas alat penghampar (*asphalt finisher*) termasuk kelaikan pemakaiannya; dan (ii) menentukan beberapa alternatif tebal hampar campuran hasil olah AMP dan pengecekan temperatur penghamparannya. Uji coba pemadatan meliputi kegiatan: (i) merencanakan jenis dan berat alat pemadat serta alternatif jumlah lintasan (*passing*) pemadatannya pada tiap alternatif tebal hampar dan kelaikan pemakaiannya; (ii) mencatat temperatur pada tiap tahapan pemadatan; (iii) melakukan *core drill* terhadap lapisan yang padat dan rata untuk mendapatkan sampel kepadatan lapangan dan pengecekan kadar aspal yang aktual serta gradasi agregat yang digunakan. Keluaran yang dihasilkan dari uji coba tersebut adalah berita acara teknis yang berisi: (i) proporsi perbandingan berat agregat dan aspal terhadap total campuran, sebagai acuan operasional AMP; (ii) jenis dan kapasitas alat penghampar serta temperatur minimal yang diijinkan untuk penghamparan campuran panas; (iii) jenis dan kapasitas alat pemadat yang digunakan serta temperatur minimal yang diijinkan pada tiap tahapan pemadatannya; (iv) faktor konversi tebal perkerasan; (v) tingkat kepadatan dari formula campuran yang digunakan minimal 95%; (vi) gradasi agregat gabungan dan kadar aspal aktual hasil ekstraksi sampel benda uji campuran yang dipadatkan. Tabel 2.19 menyajikan contoh hasil uji coba penghamparan dan pemadatan campuran beraspal jenis AC-*binder* tebal minimal 5,0 cm. Dari Tabel 2.19 dapat dipertimbangkan secara teknis dan ekonomis untuk menetapkan model penghamparan dan pemadatan, yaitu: (i)

model B, C, D dan E memenuhi syarat karena masing-masing tingkat kepadatannya lebih besar 95% dan tebal padatnya lebih besar 5,0 cm; (ii) model A dan F tidak dapat digunakan karena tebal padat model F yang terjadi lebih kecil dari 5,0 cm walaupun tingkat kepadatannya 100% dan sebaliknya pada model A tingkat kepadatannya kurang dari 95% walaupun tebal padatnya lebih besar 5,0 cm; (iii) model D lebih ekonomis daripada model B, C dan E karena jumlah *passing* dan faktor konversi tebalnya lebih kecil sehingga ada efisiensi material dan energi alat pemadat di lapangan. Selanjutnya ditetapkan model D sebagai hasil *trial* penghamparan dan pemadatan dengan tebal hampar 6,0 cm; jumlah *passing tandem roller* dua kali pada pemadatan awal, *pneumatic tyre roller* delapan kali pada pemadatan antara, *tandem roller* dua kali pada pemadatan akhir; suhu minimal pemadatan awal 110^0C dan kepadatan laboratorium 2,35 gr/cc serta tingkat kepadatan minimal 95%. Kesepakatan ini dibuat di lapangan dalam bentuk berita acara JMF. Penyimpangan implementasi JMF ini akan berdampak tidak tercapainya mutu konstruksi jalan yang diawali kerusakan struktural dini dalam bentuk *rutting, cracking, pothole* dan *ravelling.*

Tabel 2.19. Contoh hasil uji coba penghamparan dan pemadatan AC-*binder* (tebal minimal padat 5,0 cm)

Model pias	Tebal hampar (cm)	Model *passing* alat berat	Tebal padat (cm)	Kepadatan lapangan (gr/cc)	Analisis	
					Faktor konversi	Tingkat kepadatan (%)
A	7,0	2: 8: 2	6,5	2,20	1,08	94
B	7,0	2: 10: 2	6,0	2,25	1,14	96
C	7,0	2: 12: 2	5,8	2,33	1,20	99
D	6,0	2: 8: 2	5,4	2,26	1,10	96
E	6,0	2: 10: 2	5,2	2,30	1,15	98
F	6,0	2: 12: 2	4,9	2,34	1,22	100

Sumber: Ditjen Bina Marga (2006.m)

Catatan:

Model *passing* 2: 8: 2, artinya pemadatan awal 2 (dua) *passing* dengan *tandem roller* 8-10 ton, suhu minimal 110^0C; pemadatan antara 8 (delapan) *passing* dengan *pneumatic roller* 15 ton, suhu sekitar 90^0C ; pemadatan akhir 2 (dua) *passing* dengan *tandem roller* 8-10 ton, suhu sekitar 60^0C.

Kepadatan laboratorium: 2,35 gr/cc

e. Peralatan lapangan dan laboratorium harus dinilai kelaikannya dalam bentuk sertifikasi kelaikan dan bukti kalibrasi presisi semua komponennya yang dikeluarkan oleh lembaga independen yang terakreditasi dalam JKN (Jaringan Kalibrasi Nasional). Peralatan lapangan pada umumnya terdiri atas peralatan

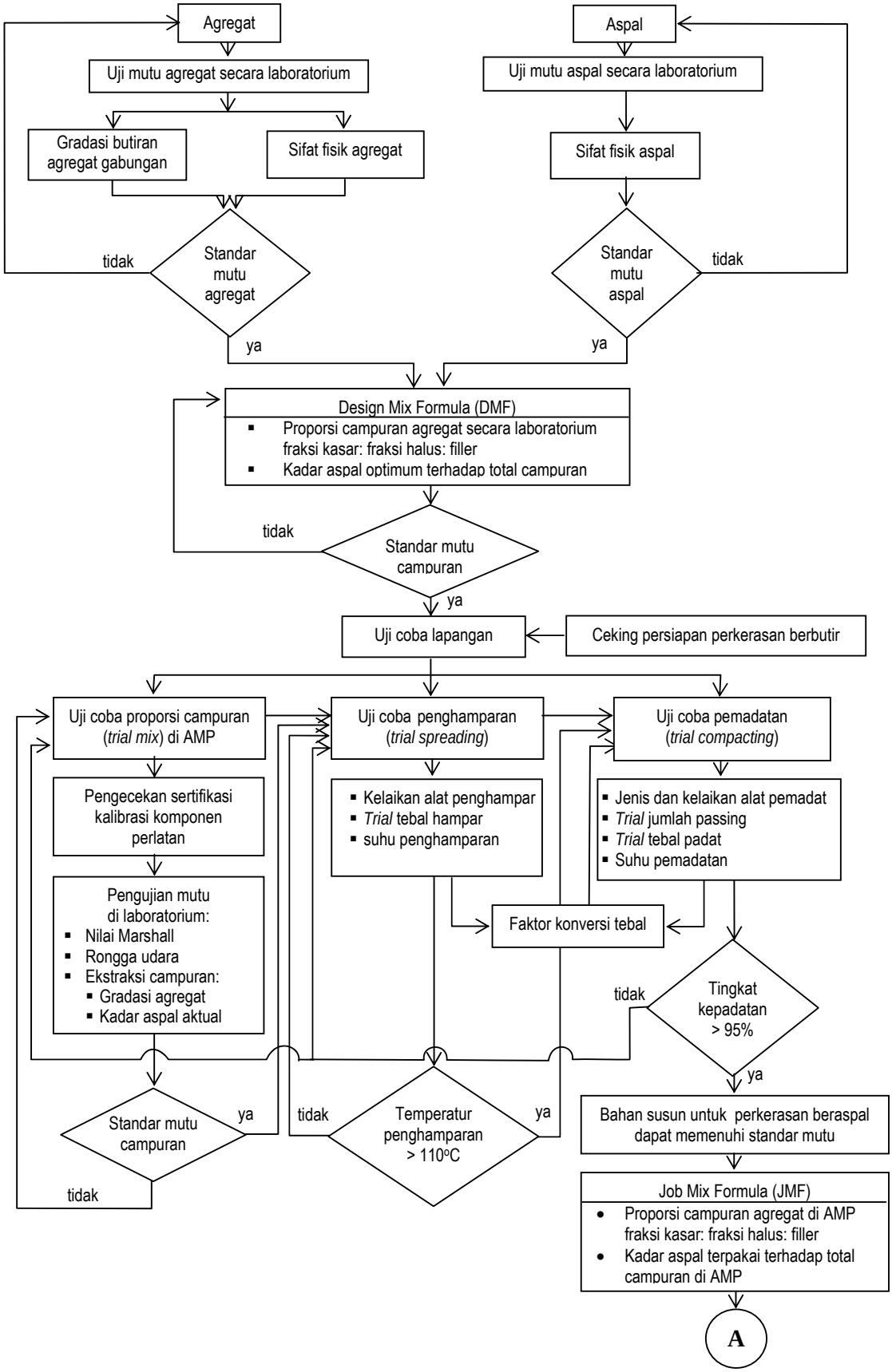
laboratorium dan peralatan berat. Peralatan laboratorium dapat disediakan di lapangan atau menyewa di laboratorium terakreditasi yang berada di wilayah kerja, semua alat uji yang digunakan harus dikalibrasi minimal satu kali tiap enam bulan. Penilaian kelayakan alat uji mutu dan alat berat lapangan, meliputi: (i) jumlah dan jenis serta spesifikasinya terhadap kebutuhan dalam RKS; (ii) sejarah kerusakan dan pemeliharaan rutin atau berkala; (iii) kemampuan teknisi atau operator; (iv) ketersediaan suku cadang jika alat mengalami kerusakan; (v) umur pemakaian alat uji; (vi) kesesuaian manual atau petunjuk teknis alat uji; dan (vii) proses pengadaan alat uji (milik sendiri atau menyewa dari lembaga lain). Beberapa peralatan berat lapangan yang harus disediakan adalah: (i) unit produksi *asphalt mixing plant* (AMP); (ii) alat angkut (*dump truck*); (iii) alat penghampar (*asphalt finisher*); (iv) alat pemadat (*tandem roller*, *pneumatic tyre roller*, *three wheel roller*); (v) alat penyemprot aspal (*asphalt sprayer*); (vi) timbangan truk (*truck scales*); dan (vii) alat pengukur campuran (termometer bahan).

f. Pelaksanaan perkerasan beraspal secara umum terdiri atas: (i) produksi campuran; (ii) penghamparan campuran panas; (iii) pemadatan terhadap hasil penghamparan dalam keadaan panas. Diagram konstruksi perkerasan beraspal ditunjukkan dalam Gambar 2.3.

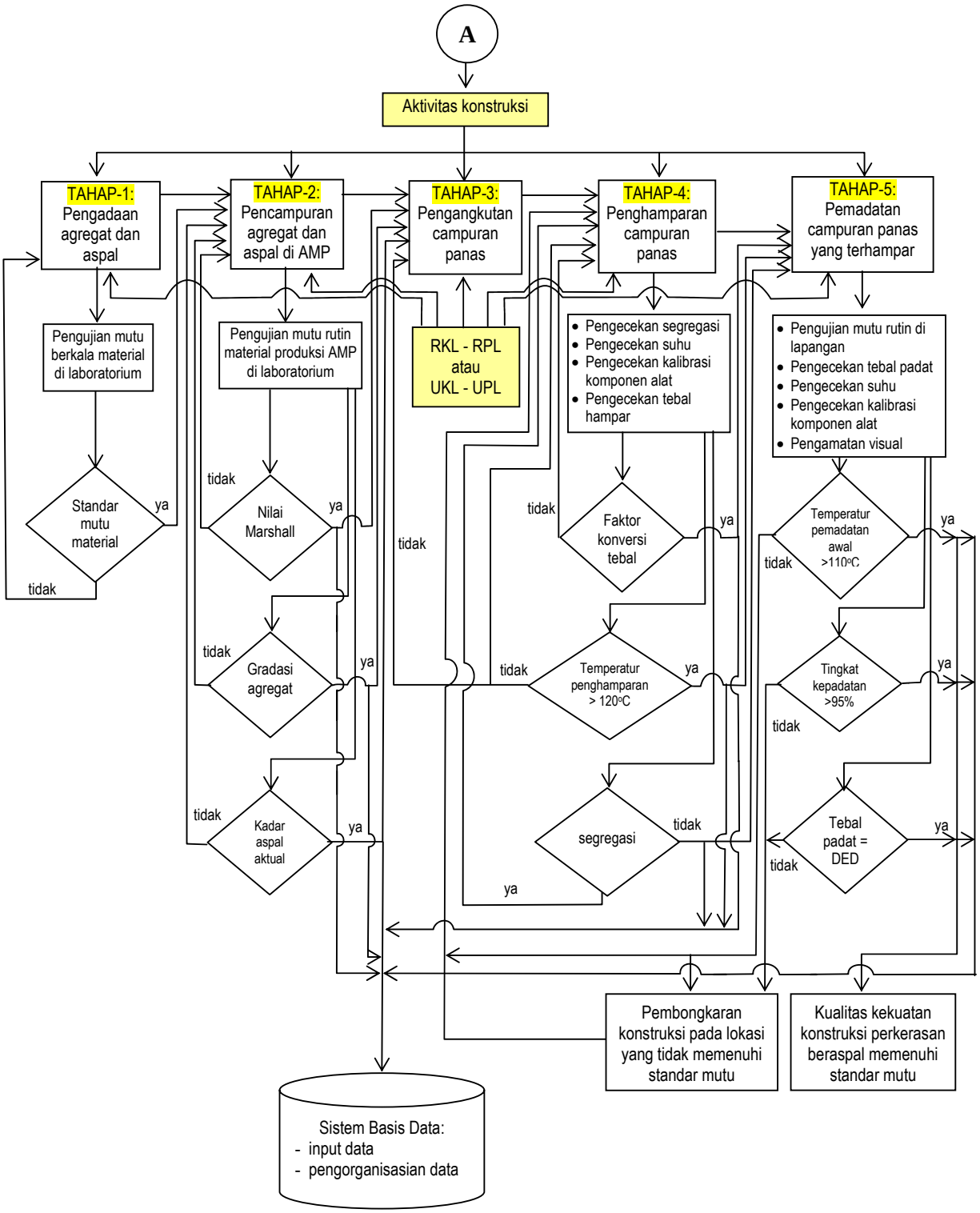
1) Produksi campuran dilakukan dengan menggunakan unit AMP yang telah memenuhi persyaratan sertifikasi kelaikan dan kalibrasi dari lembaga JKN. Setiap fraksi agregat harus ditampung secara terpisah dan masing-masing dimasukkan ke dalam pengering (*dryer*) secara seragam dengan menggunakan pemasok mekanis. Agregat harus dikeringkan dan dipanaskan secara seksama. Suhu agregat pada saat keluar dari pengering harus sedemikian rupa sehingga berada pada batas-batas ketentuan JMF. Agregat yang telah dipanaskan harus disaring sesuai dengan fraksi yang ditetapkan dan masing-masing fraksi dimasukkan ke dalam ruangan bin yang terpisah. Agregat panas dan bahan pengisi kering harus ditimbang secara teliti dan dimasukkan kedalam unit pengaduk, sesuai dengan proporsi yang diperlukan untuk mendapatkan rumusan JMF. Pada pengadukan campuran dalam AMP tipe *batch plant*, setelah agregat dan bahan pengisi diaduk kering selama 5 (lima) sampai 10 (sepuluh) detik, kemudian aspal ditambahkan dan diaduk terus menerus sekurang-kurangnya selama 10 (sepuluh) detik sampai diperoleh campuran yang merata (masa pengadukan yang terlalu lama

harus dihindarkan). Apabila digunakan AMP tipe *continuous plant*, masa pengadukan tidak boleh kurang dari 45 detik sampai memperoleh campuran yang merata.

Pemanasan aspal harus pada suhu antara 140°C sampai 160°C. Pada saat dimasukkan kedalam unit pengaduk, suhu agregat tidak boleh lebih tinggi 15°C daripada suhu aspal. Volume seluruh campuran di dalam ruang pengaduk tidak boleh terlalu banyak atau terlalu sedikit. Aspek teknis yang harus diperhatikan sebagai kunci utama pencapaian mutu campuran adalah: (i) tidak ada penyimpangan sifat fisik agregat dan aspal; (ii) tidak terjadi perubahan gradasi campuran butiran agregat; (iii) perbandingan berat antar fraksi agregat dan aspal tepat sesuai JMF; (iii) temperatur campuran lebih tinggi dari persyaratan minimal dan masih memungkinkan pencapaian suhu minimal penghamparan; (iv) lama pengadukan campuran optimum tidak menimbulkan segregasi; (v) kalibrasi semua presisi komponan peralatan.


Agregat
Uji mutu agregat secara laboratorium
Gradasi butiran agregat gabungan
Sifat fisik agregat
Standar mutu agregat
tidak
ya
Aspal
Uji mutu aspal secara laboratorium
Sifat fisik aspal
Standar mutu aspal
tidak
ya
Design Mix Formula (DMF)
Proporsi campuran agregat secara laboratorium fraksi kasar: fraksi halus: filler
Kadar aspal optimum terhadap total campuran
Standar mutu campuran
tidak
ya
Uji coba lapangan
Ceking persiapan perkerasan berbutir
Uji coba proporsi campuran (trial mix) di AMP
Pengecekan sertifikasi kalibrasi komponen perlatan
Pengujian mutu di laboratorium:
Nilai Marshall
Rongga udara
Ekstraksi campuran:
Gradasi agregat
Kadar aspal aktual
Standar mutu campuran
ya
tidak
Uji coba penghamparan (trial spreading)
Kelaikan alat penghampar
Trial tebal hampar
suhu penghamparan
Temperatur penghamparan > 110°C
tidak
ya
Uji coba pemadatan (trial compacting)
Jenis dan kelaikan alat pemadat
Trial jumlah passing
Trial tebal padat
Suhu pemadatan
Faktor konversi tebal
Tingkat kepadatan > 95%
tidak
ya
Bahan susun untuk perkerasan beraspal dapat memenuhi standar mutu
Job Mix Formula (JMF)
Proporsi campuran agregat di AMP fraksi kasar: fraksi halus: filler
Kadar aspal terpakai terhadap total campuran di AMP
A

Gambar 2.3. Diagram konstruksi perkerasan beraspal



Gambar 2.3. Diagram konstruksi perkerasan beraspal (lanjutan)

2) Pengangkutan campuran dari unit pengaduk AMP ke lokasi pekerjaan harus dilakukan dengan menggunakan truk beroda karet dan mempunyai bak dari logam yang rapat, bersih serta dilabur secukupnya dengan bahan pencegah melekatnya campuran terhadap bak truk (misal air sabun, minyak ringan, minyak parain atau larutan kapur). Untuk melindungi campuran dari pengaruh cuaca, maka selama pengangkutan, campuran dalam bak truk harus ditutup dengan kain terpal atau bahan lainnya yang sejenis. Pengangkutan campuran tidak boleh dilakukan terlalu sore, agar penghamparan dan pemadatan campuran dapat diselesaikan pada saat cuaca masih terang, kecuali apabila di lapangan telah disiapkan penerangan secukupnya. Setiap kali pengangkutan campuran, truk harus ditimbang dan dicatat berat seluruh beban, beban truk kosong dan berat bersih campuran. Pada saat dimasukkan ke dalam alat penghampar, campuran harus mempunyai suhu minimum 120°C.

Beberapa kasus di lapangan yang sering terjadi adalah operator truk tidak tepat waktu dan tidak mengerti dampak keterlambatan pengangkutan dari AMP menuju lokasi penghamparan. Penelitian pernah dilakukan Brown & Brunton (1987) dan Mulyono (1989) tentang hubungan lama pengangkutan terhadap penurunan temperatur campuran beraspal, yang menyimpulkan bahwa setiap pengangkutan selama satu jam perjalanan maka temperatur campuran beraspal turun 2,5^{o}C.

3) Penyiapan permukaan yang akan dilapisi campuran beraspal terlebih dahulu harus dibersihkan dari bahan-bahan lepas dan bahan-bahan lain yang menggangu. Apabila dipandang perlu, permukaan harus diberi lapisan pengikat sesuai dengan ketentuan yang berlaku. Lapisan pengikat ini terbuat dari aspal cair panas yang berfungsi sebagai pengikat antara lapisan yang lama dengan lapisan yang baru atau untuk mengkontaminasi lapisan pondasi jalan dengan aspal sehingga tidak mengurangi kadar aspal aktual dalam campuran perkerasan baru. Selain itu permukaan yang akan dilapisi campuran baru harus dalam kondisi bersih, kering (tidak basah), tidak lembab dan tidak turun hujan sehingga tidak mengganggu ikatan antara lapisan lama dan baru.

4) Pembatasan cuaca. Pelaksanaan penghamparan hanya boleh dilakukan pada cuaca dalam kondisi baik, yaitu tidak terjadi hujan. Oleh karenanya diperlukan langkah-langkah: (i) membaca fenomena ramalan hujan dari stasiun BMG terdekat agar tidak terjadi kegagalan penghamparan dan pemadatan; (ii) memperbaiki dan meningkatkan fungsi saluran drainase yang ada untuk mempercepat pengaliran air permukaan jika terjadi hujan pada saat mulai penghamparan; (iii) jika diperkirakan hari akan hujan maka komunikasi dengan unit produksi AMP harus efektif agar tidak terjadi pemborosan material dan penghamparan harus segera dihentikan; dan (iv) apabila dalam keadaan terpaksa unit produksi AMP terlanjur memproduksi campuran dalam jumlah yang diperlukan, sesampainya di lokasi penghamparan ternyata mulai turun hujan maka penghamparan tidak dapat diteruskan karena dikhawatirkan suhu minimal penghamparan tidak tercapai yang pada akhirnya berdampak kesulitan memadatkan lapisan beton aspal.

5) Penghamparan campuran sebaiknya dimulai dari posisi terjauh dari unit produksi AMP. Alat penghampar harus dioperasikan sedemikian rupa sehingga menghasilkan permukaan yang rata tanpa ada retakan, sobekan, alur atau cacat lainnya, apabila setelah selesai pemadatan akan diperoleh tebal, kelandaian memanjang, elevasi dan potongan melintang yang sesuai dengan bidang gambar rencana. Apabila ada permukaan terjadi segregasi, sobek atau alur, maka pengoperasian alat penghampar harus dihentikan dan dijalankan lagi setelah alat penghampar diperbaiki. Bagian permukaan yang kasar atau tersegregasi harus diperbaiki dengan cara menebarkan dan meratakan bahan campuran yang halus. Butiran kasar tidak boleh ditaburkan di atas permukaan hamparan yang segregasi karena akan membentuk perkerasan yang tidak kompak setelah dipadatkan. Perataan secara manual sejauh mungkin dihindarkan. Selama penghamparan, harus diperhatikan agar pada sudut-sudut atau tempat lainnya pada alat penghampar, tidak terdapat bahan campuran yang terkumpul atau mendingin. Beberapa tenaga kasar diperlukan untuk menyempurnakan hamparan, sehingga akan diperoleh permukaan hamparan yang rata.

Aspek teknis yang harus diperhatikan adalah: (i) tebal hampar dihitung dengan faktor konversi tebal padat; (ii) kemiringan melintang dan memanjang

sudah terbentuk dengan garis hampar; dan (iii) sebelum dipadatkan terlebih dahulu diperiksa permukaan hampar terhindar dari segregasi.

6) Pemadatan campuran harus dilakukan secepatnya setelah penghamparan dinyatakan selesai, yaitu pada saat hamparan sudah tidak bergerak (*displacement*) karena pemadatan. Pemadatan dilakukan dalam tiga tahapan, yaitu: (i) pemadatan awal (*breakdown rolling*) dengan alat pemadat roda besi, suhu campuran minimum 110^0C, roda penggerak alat pemadat harus mengarah ke alat penghampar; (ii) pemadatan antara (*intermediate rolling*) dengan menggunakan alat pemadat roda karet, suhu campuran sekitar 90^0C, dilakukan sedekat mungkin di belakang pemadatan awal saat lapisan masih mempunyai suhu yang akan menghasilkan kepadatan maksimum; dan (iii) pemadatan akhir (*finishing rolling*) dengan menggunakan roda besi, suhu campuran sekitar 60^0C, dilakukan pada saat lapisan masih mempunyai kondisi yang memungkinkan jejak atau bekas roda alat pemadat pada permukaannya dapat dihilangkan. Pemadatan arah memanjang harus dimulai pada sambungan dan berpindah ke tepi luar untuk selanjutnya semakin bergeser ke arah tengah perkerasan (pada bagian tikungan, pemadatan dimulai pada bagian perkerasan yang rendah dan bergeser ke bagian yang lebih tinggi). Untuk daerah tanjakan atau turunan pemadatan dimulai dari bagian yang rendah menuju ke bagian yang lebih tinggi. Kecepatan alat pemadat roda besi dan roda karet, masing-masing tidak boleh lebih dari 4,0 km/jam dan 10,0 km/jam, dan harus cukup lambat sehingga tidak terjadi pergerakan hamparan. Lintasan pemadatan tidak boleh bergeser secara tiba-tiba, sedangkan arahnya tidak boleh berubah secara mendadak agar campuran tidak melekat pada roda alat pemadat, oleh karenanya permukaan roda alat pemadat harus dibasahi dengan air secukupnya. Alat pemadat atau alat berat lainnya tidak boleh dibiarkan berdiri di atas lapisan yang baru, kecuali lapisan tersebut telah dingin dan mantap. Pada saat pemadatan, tepi lapisan harus dibentuk secara rapi sesuai dengan batas-batas yang ditetapkan. Bagian tepi yang berlebihan harus dipotong tegak lurus dan kelebihan bahannya harus dibuang ke tempat lain yang tidak akan mengganggu lingkungan. Jumlah lintasan pemadatan pada setiap tahap didasarkan pada jumlah lintasan menurut berita acara *trial* pemadatan.

Beberapa aspek teknis yang menjadi kunci pencapaian mutu pemadatan adalah: (i) temperatur pemadatan sesuai yang disyaratkan, pemadatan pada suhu lebih rendah dari suhu minimal akan berdampak tidak tercapainya tebal padat dan kohesitas lapisan; (ii) tebal padat minimal sama dengan bidang gambar rencana; dan (iii) jumlah *passing* tidak boleh dikurangi karena akan berdampak pada penurunan tingkat kepadatan lapangan. Akar masalahnya tersebut terletak pada kualitas SDM di lapangan mulai dari operator alat berat, teknisi atau laboran alat uji mutu, dan *field engineer* maupun *quality control engineer*.

7) Pembuatan sambungan memanjang maupun melintang pada lapisan yang berurutan harus dibuat secara bertangga, sehingga secara vertikal tidak terletak dalam satu bidang. Sambungan memmanjang harus diatur sedemikian rupa sehingga pada lapisan yang paling atas akan terletak pada garis pembagi jalur lalu lintas. Sambungan melintang, baik arah vertikal maupun mendatar harus dibuat dengan jarak minimum 25 cm. Penghamparan campuran pada bagian permukaan yang letaknya berdampingan dengan permukaan yang telah dilapisi hanya boleh dilaksanakan apabila lapisan terdahulu telah mempunyai bidang tepi yang vertikal dan telah diberi lapisan pengikat.

Ikatan yang lemah pada alur sambungan akan berdampak timbulnya retak memanjang sesuai garis sambungan, jika retak (*crack*) tersebut menerima repetisi beban lalu lintas secara terus menerus maka terbentuk alur (*rutting*) dibarengi lubang-lubang (*potholes*), selajutnya air hujan masuk menerobos ke dalam lapisan pondasi melalui lubang-lubang tersebut dan terbentuklah penurunan (deformasi) yang diikuti lubang-lubang besar.

g. Pengendalian mutu pelaksanaan beraspal dapat dilakukan secara rutin dan berkala tergantung skala kebutuhan dalam spesifikasi teknis dan berita acara kesepakatan uji coba rancangan campuran, penghamparan dan pemadatannya.

1) Persyaratan tebal lapis beton aspal yang telah selesai tidak boleh lebih tipis dari 5 % atau 10% lebih terhadap tebal padat yang dikehendaki dalam bidang gambar rencana. Tebal perkerasan padat pada lebar efektif jalan tidak boleh menyimpang dari persyaratan tebal nominal minimum dan toleransinya (lihat Tabel 2.6). Demikian pula tebal hampar campuran beraspal diterapkan berdasarkan tebal padat dalam bidang gambar rencana dikalikan dengan faktor konversi tebal yang

disepakati dalam berita acara *trial spreading*. Persyaratan tebal berkaitan erat dengan kekuatan struktur perkerasan, namun tidak berati perkerasan yang tebal lebih kuat daripada perkerasan yang tidak tebal karena masih tergantung aspek lain yaitu kualitas material dan tata cara pelaksanaan di lapangan.

2) Persyaratan kepadatan lapangan rata–rata lapisan perkerasan beraspal yang telah selesai dipadatkan tidak boleh kurang dari 95% terhadap kepadatan laboratorium produksi harian. Misalnya kepadatan laboratorium 2,30 gr/cc, maka kepadatan lapangan yang aktual minimal 2,20 gr/cc. Cara lain untuk mengevaluasi tingkat kepadatan adalah dengan menghitung *Job Standard Density* (JSD), yang mensyaratkan bahwa tingkat kepadatan jenis lataston tidak boleh kurang dari 97% JSD dan 98% JSD untuk semua jenis campuran aspal lainnya (SNI 03-6757-2002). Cara pengambilan benda uji campuran aspal dan pemadatannya di laboratorium masing-masing sesuai dengan RSNI M-01-2003 untuk ukuran butiran agregat maksimum 25,4 mm (1,0 inci) dan RSNI M-06-2004 untuk ukuran maksimum 38 mm (1,5 inci). Tabel 2.20 menyajikan ketentuan tingkat kepadatan campuran aspal berdasarkan nilai JSD, yang mensyaratkan bahwa perbandingan kepadatan maksimum dan minimum dalam serangkaian benda uji yang mewakili setiap lokasi yang diukur harus lebih kecil 1,08. Beberapa kasus di lapangan menunjukkan bahwa tidak semua data tingkat kepadatan lapangan lebih besar 95% dari kepadatan laboratorium karena ada beberapa aspek teknis yang mempengaruhinya, antara lain: (i) prosedur pemadatan tidak dilaksanaan dengan benar dan tepat, misalnya jumlah *passing* dikurangi, suhu pemadatan di bawah batas suhu minimal, alat pemadat tidak bekerja dengan baik dan laik pakai, operator kurang trampil sehingga pemadatannya tidak sempurna; dan (ii) terjadi hujan saat penghamparan atau pemadatan awal sehingga memberikan kesempatan air masuk ke dalam celah saat pemadatan berlangsung, akibatnya air menghalangi lekatan aspal dengan agregat.

Tabel 2.20 Ketentuan tingkat kepadatan lapangan perkerasan beraspal

Kepadatan yang disyaratkan (% JSD)	Jumlah benda uji per pengujian	Kepadatan minimum rata-rata (% JSD)	Nilai minimum setiap pengujian tunggal (% JSD)
98	3 – 4	98,1	95,0
	5	98,3	94,9
	6	98,5	94,8
97	3 – 4	97,1	94,0
	5	97,3	93,9

	6	97,5	93,8

Sumber: Balitbang Departemen PU (2005.d)

3) Pengambilan benda uji untuk pengendalian mutu harian, dilakukan pengambilan sampel secara rutin, antara lain: (i) aspal dari tempat penyimpanannya di unit produksi AMP untuk menguji sifat fisik; (ii) agregat dingin dan kering dari masing-masing ruang bin dingin dan panas untuk pengujian gradasi agregat gabungan; (iii) campuran aspal panas di unit pengaduk AMP untuk diekstraksi dan uji sifat Marshall; dan (iv) *core drill* lapisan perkerasan yang sudah dipadatkan untuk uji tingkat kepadatan lapangan. Ketentuan frekuensi pengambilan benda uji untuk pengendalian mutu dapat ditunjukkan dalam Tabel 2.21. Pengambilan sampel campuran panas dilakukan di unit pengaduk AMP atau di lokasi penghamparan bilamana terjadi segregasi yang berlebihan selama pengangkutan dan penghamparannya. Beberapa aspek yang harus diperhatikan dalam pengambilan sampel benda uji adalah: (i) kesesuaian kuantitasnya terhadap volume pekerjaan; (ii) durasi pengadaannya; (iii) kesesuaian mutunya terhadap bahan konstruksi; (iv) metode, lokasi, jumlah dan frekuensi pengambilan *sampling*; (v) keberadaan bahan lokal yang memenuhi standar mutu; dan (vi) kesesuaian jumlahnya yang dapat mewakili lokasi pekerjaan.

Tabel 2.21 Ketentuan frekuensi pengambilan benda uji untuk pengendalian mutu

Pengujian mutu	Frekuensi pengujian
Aspal:	
Aspal berbentuk drum	$\sqrt[3]{}$ dari jumlah drum
Aspal curah	Setiap tangki aspal
Jenis pengujian aspal drum dan curah mencakup:	
Penetrasi dan Titik Lembek	
Asbuton Butir / Aditif Asbuton	$\sqrt[3]{}$ dari jumlah kemasan
- Kadar Air	
- Ekstraksi (kadar aspal)	
- Ukuran butir maksimum	
- Penetrasi aspal asbuton	
Agregat:	
- Abrasi dengan mesin Los Angeles	5000 m^3
- Gradasi agregat yang ditambahkan ke tumpukan	1000 m^3
- Gradasi agregat dari penampungan panas (*hot bin*)	250 m^3 (minimal. 2 pengujian per hari)
- Nilai setara pasir (*sand equivalent*)	250 m^3
Campuran:	
- Suhu di AMP	Setiap batch
- Suhu saat sampai di lapangan	Setiap truck 3 uji
- Gradasi dan kadar aspal	200 ton (minimal 2 pengujian per hari)
- Kepadatan, stabilitas, kelelehan, Marshall Quotient, rongga dalam campuran pd. 75 tumbukan	200 ton (minimal 2 pengujian per hari)
- Rongga dalam campuran pd. Kepadatan Membal	setiap 3000 ton
- Campuran Rancangan (*Mix Design*) Marshall	setiap perubahan agregat/rancangan

Lapisan yang dipadatkan: - Benda uji inti (*core drill*) berdiameter 4 inci untuk ukuran butiran maksimum 1 inci dan 5 inci untuk ukuran butiran di atas 1 inci; baik untuk pemeriksaan pemadatan maupun tebal lapisan: paling sedikit 2 benda uji per *cross section* dan paling sedikit 6 benda uji per 200 meter panjang.	200 meter panjang
Tolerasi Pelaksanaan: - elevasi permukaan, untuk penampang melintang dari setiap jalur lalu lintas	paling sedikit 3 titik yang diukur melintang pada sekurang-kurangnya setiap 12,5 meter arah memanjang sepanjang jalan tersebut.

Sumber: Balitbang Departemen PU (2005.d)

4) Pengarsipan data berkaitan dengan manajemen data yang dihasilkan dari metode pengujian mutu. Pengujian mutu metode Marshall (RSNI M-01-2003) dan analisis rongga campuran (SNI 06-6893-2003) menghasilkan ragam data yang tidak dapat dipisahkan satu sama lain karena saling mendukung sehingga perlu disimpan dalam data base yang sistematis dan mudah diakses jika sewaktu-waktu diperlukan kembali. Data teknis pengujian mutu akan diperlukan lagi jika terjadi kerusakan struktural dini pada perkerasan yang sudah dipadatkan.

5) Kendala pengendalian mutu. Mulyono (2006.a) menyebutkan beberapa kendala yang sering terjadi dalam pekerjaan perkerasan beraspal, antara lain: (i) keterbatasan kualitas material agregat batuan yang digunakan karena tuntutan spesifikasi teknis yang harus berlekatan dengan aspal serta sistem pencampurannya dengan unit produksi AMP; (ii) ketidaktepatan proses pembentukan butiran agregat karena banyak komponen APP yang sudah aus dan ketidakcocokan jenis APP terhadap target diameter butiran sehingga berdampak *internal friction* menjadi lemah; (iii) ketidak tepatan proses pencampuran agregat dan aspal karena banyak komponen AMP yang tidak terkalibrasi presisinya sehingga batas-batas spesifikasinya terlampaui; (iv) umur operasional alat penghampar dan pemadat yang melebihi umur kalendernya sehingga sering mengalami kemacetan, sementara mutu perkerasan sangat ditentukan oleh ketepatan temperatur material. Kendala-kendala tersebut menurut Aly (2006) dan Mulyono (2007.a) bersumber pada: (i) keterbatasan kualitas SDM dan alat uji mutu terhadap pengendalian mutu perkerasan beraspal; (ii) keterbatasan lembaga independen pengujian mutu di wilayah kerja; (iii) sering terjadinya perbedaan persepsi teknis antara pengawas mutu dan pelaksana sehingga banyak penyimpangan terhadap tata cara pelaksanaan di lapangan, misalnya prosedur aturan temperatur minimal campuran yang tidak

ditaati dengan alasan terlanjur diproduksi AMP; dan (iv) ketidaktepatan sosialisasi standar mutu terhadap waktu pelaksanaan lapangan sehingga sering terjadi prosedur kerja yang terlanjur salah penerapannya. Seperti halnya pada pekerjaan tanah dasar dan perkerasan berbutir, satu hal aspek teknis yang tidak boleh ditinggalkan adalah uji coba pencampuran (*trial mix*), penghamparan (*trial spreading*) dan pemadatan (*trial compacting*) bahan susun perkerasan beraspal karena hasil uji coba akan merumuskan *job mix formula* (JMF) yang akan digunakan di unit produksi AMP dan kesepakatan teknis pelaksanaan di lapangan (Mulyono, 2007.a & 2007.b).

Paterson (1995; 2007.b) dan Bennett *et al*. (2007) menyimpulkan banyak jenis kerusakan struktural perkerasan beraspal disebabkan oleh penurunan performansi dan daya dukungnya, antara lain: (i) terjadinya retak-retak (*cracking*) permukaan; (ii) terbentuk alur (*rutting*) permukaan bekas roda kendaraan; (iii) lubang-lubang (*potholes*) permukaan; (iv) pelepasan butiran (*ravelling*) permukaan; dan (v) permukaan keriting (*corrugation*). Solusi perbaikan kerusakan tersebut harus dimulai dari hasil monitoring kinerja perkerasan dan evaluasi ulang terhadap data mutu perkerasan ketika proses konstruksi berlangsung, sehingga diperlukan sistem data base yang handal.

7. Pengelolaan perkerasan jalan

Perkerasan merupakan lapisan yang berada diantara beban lalulintas kendaraan dan tanah dasar, yang bersifat lebih konstruktif sehingga beban tersebut mampu didukung tanah dasar. Oleh karenanya perkerasan perlu dikelola dengan baik dan tepat dalam hal pengaturan SDM pengendali mutu, penerapan teknologi (alat, material, metode kerja), pendanaan yang efisien, *research* untuk penjadwalan monitoring dan evaluasi. Sebelum tahun anggaran tahun 2004, Direktorat Jenderal Bina Marga Departemen PU telah menetapkan tiga model pengelolaan perkerasan jalan nasional, yaitu: (i) pembangunan jalan baru; (ii) peningkatan jalan; dan (iii) pemeliharaan jalan. Sejak tahun anggaran 2004 sampai sekarang, model tersebut diterapkan untuk pengelolaan jalan propinsi dan kabupaten, sedangkan jalan nasional lebih difokuskan pada aspek pemeliharaan jalan (rutin dan berkala) dan peningkatannya. Hal ini berkaitan dengan keterbatasan anggaran Pemerintah Pusat membuka ruas jalan nasional yang baru, pengembangan ruas jalan baru dapat dilakukan dengan peranan dan kebijakan Pemerintah Daerah. Demikian juga

Schliessler & Bull (2004) dan Paterson (2007.a & 2007.b) menyatakan pengelolaan manajemen jalan terkait langsung dengan aspek biaya, lokasi dan teknologi serta SDM pengendali mutu dan lingkungan sehingga bagi negara berkembang (termasuk Indonesia) masih memerlukan pembukaan interkoneksi antar wilayah atau distrik yang belum berkembang. Pengelolaan jalan dimulai dari program prioritas pembangunan ruas jalan yang baru, jadwal pemeliharaan berkala dan peningkatan strukturnya berdasarkan laporan identifikasi kerusakan dan dampaknya terhadap penurunan umur pelayanan.

Pembangunan jalan baru merupakan kegiatan konstruksi jalan yang dimulai dari konstruksi tanah dasar, dilanjutkan konstruksi lapis pondasi di atasnya dan diakhiri konstruksi lapis permukaan di atas lapis pondasi. Jalan baru dimaksudkan adalah suatu ruas jalan yang belum memiliki perkerasan (masih berupa jalan tanah) selebar minimal satu jalur lalu lintas dan secara teknis memang layak dibangun (Ditjen Bina Marga, 2005; Paterson, 2007.b).

Pemeliharaan jalan lama dapat dilakukan secara rutin (*routine maintenance)* sepanjang tahun dan atau berkala (*periodic maintenance*) yang dilakukan tiap lima tahun atau tergantung penurunan indek performansi jalan yang disyaratkan (Ditjen Bina Marga, 2005; Gedafa, 2006). Pemeliharaan rutin dilakukan hanya untuk meningkatkan kualitas berkendaraan (*riding quality*) tanpa meningkatkan kekuatan struktural dan dilakukan sepanjang tahun, misalnya menambal retak-retak permukaan dengan *slurry seal* atau *cold mix*, melancarkan aliran air permukaan dan mencegah terjadinya genangan. Pemeliharaan berkala dapat dilakukan pada waktu-waktu tertentu (tidak menerus sepanjang tahun) dan sifatnya meningkatkan kemampuan struktural, misalnya pelapisan tambahan permukaan dengan bahan lataston atau HRS, burtu atau lapis kedap lainnya yang berfungsi melindungi perkerasan eksisting dari infiltrasi air hujan serta memberikan kerataan dan kekesatan permukaan. Pemeliraan berkala dapat juga diartikan sebagai langkah perbaikan struktur secara parsial terhadap kerusakan tertentu yang indeks performansinya sudah melebihi ambang batasnya (TNZ, 2002.a & 2002.b; Gedafa, 2006).

Peningkatan jalan lama dapat dilakukan dengan program kegiatan memperbaiki pelayanan, antara lain: (i) meningkatkan kekuatan struktural

perkerasan dengan menambah ketebalan lapisan permukaan dengan bahan konstruksi yang bernilai minimal sama dengan lapis permukaan eksisting; (ii) memperbaiki geometrik dalam bentuk memperlebar jalur lalu lintas untuk menambah daya guna (kapasitas) sekaligus daya dukung perkerasannya (*Road Note*, 1999; Ditjen Bina Marga, 2005). Paterson (1995) dalam Gedafa (2006) maupun Mamlouk *et al*. (2000) telah mendefinisikan peningkatan jalan sebagai kegiatan perbaikan konstruksi (*betterment*) yang dilakukan jika indeks performansi permukaan perkerasannya sudah mendekati ambang batas terbawah, artinya kondisi perkerasan sudah dalam keadaan rusak berat.

Mamlouk *et al*. (2000) dan Scott *et al*. (2004) melakukan riset dalam pengelolaan jalan yang menyimpulkan bahwa: (i) saat perkerasan jalan selesai dibangun dianggap memiliki rating PSI (*present serviceability index*) minimal 60; (ii) pada pertengahan umur pelayanan, *rating* PSI diperkirakan berada pada angka 40 jika tidak ada kendaraan *overloading*, selanjutnya dilakukan pemeliharaan berkala; dan (iii) pada akhir umur pelayanan diperkirakan *rating* PSI lebih kecil 20, dilakukan *betterment* (lihat Gambar 2.4). TNZ (2002.a) dan Morgan & Casanova (2006) menetapkan nilai *skid resistance* pada perkerasan yang baru sebesar 1,0 SCRIM, waktu yang tepat untuk pemeliharaan berkala jika nilai *skid resistance* berada pada angka 0,55 SCRIM, selajutnya waktu yang tepat untuk peningkatan struktural jika *skid resistance* berada pada angka 0,35 (lihat Gambar 2.4). Ditjen Bina Marga (2005) dan Schliessler & Bull (2004) lebih memfokuskan pengelolaan jalan pada kegiatan pemeliharaan berkala (*periodic maintenance*) dan peningkatan strukturnya (*betterment*) yang secara langsung memerlukan pengalokasian anggaran yang lebih besar daripada biaya awal (*initial cost*) pembangunannya. Oleh karenanya diperlukan laporan rutin hasil monitoring dan evaluasi kondisi kerusakan jalan, yang dinyatakan dalam *rating* IP (indek permukaan jalan). Kondisi jalan yang memiliki pelayanan yang baik, artinya jalan dalam kondisi mantap, nyaman dan aman jika *rating* IP=2,5; selanjutnya repetisi beban lalu lintas bertambah selama umur pelayanan maka pemeliharaan berkala akan dilakukan jika *rating* IP=1,5 (jalan dalam keadaan rusak ringan); peningkatan jalan akan dilakukan jika *rating* IP=1,0 (jalan dalam keadaan rusak berat) pada akhir umur pelayanan (lihat Gambar 2.4). Paterson (1995) dalam Gedafa (2006) lebih menekankan *rating*

RCI (*riding comfort index*) atau tingkat kenyamanan sebagai indikator penetapan pengelolaan jalan, yaitu: (i) jalan dalam kondisi baik jika *rating* RCI mencapai 10, terutama terjadi permukaan jalan yang baru dibuka; (ii) jalan dalam kondisi rusak ringan jika *rating* RCI mencapai 5,0 diperkirakan pada ¾ umur pelayanan sehingga perlu pemeliharaan berkala; dan (iii) jalan dalam kondisi rusak berat jika *rating* RCI lebih kecil 4,0 sehingga perlu peningkatan jalan (lihat Gambar 2.4). Model manajemen jalan yang pernah dirumuskan oleh Bennett & McPherson (2005) juga menggunakan data IRI sebagai indikator penting untuk pengelolaan jalan. Pemeliharaan berkala akan dilaksanakan jika nilai IRI telah mencapai 9,0 m/km umumnya terjadi pada pertengahan umur rencana dan perbaikan mutu konstruksi (*betterment*) dilakukan jika nilai IRI lebih besar 12 m/km yang terjadi pada akhir umur rencana (lihat Gambar 2.4).

Standar mutu yang diterapkan dalam pengelolaan perkerasan jalan memerlukan monitoring dan evaluasi pemberlakuannya sehingga didapatkan solusi teknis yang tepat untuk menyempurnakan prosedur implementasinya, yang pada akhirnya untuk mendapatkan mutu konstruksi jalan yang disyaratkan (Mulyono & Suraji, 2005; Mulyono & Riyanto, 2005; Mulyono, 2006.b). Pembangunan perkerasan jalan merupakan pengelolaan jalan yang lebih komplek daripada pemeliharaan dan peningkatan karena dimulai dari penyiapan tanah dasar, diikuti pembuatan lapis pondasi dan permukaan di atasnya sehingga faktor-faktor yang sangat penting untuk diprioritaskan dalam pemberlakuan standar mutunya, antara lain:

a) utilisasi bahan uji mutu berkaitan dengan prioritas pemilihan material konstruksi untuk meletakkan dasar daya dukung yang tinggi sehingga dapat dihindarkan kerusakan dini di awal umur pelayanan (Aly, 2001; Soenarno, 2006; Paterson, 2007.a);
b) diseminasi dan distribusi standar mutu sangat diperlukan dalam mencapai keseragaman mutu antar wilayah kerja apalagi dikaitkan Indonesia yang memiliki 33 propinsi di wilayah daratan maupun kepulauan, yang saat ini sedang bersemangat membangun jalan baru sebagai langkah membuka isolasi daerah (Palgunadi, 2006; Sjahdanulirwan, 2006.b, Aly, 2003.a);

c) ketepatan implementasi standar mutu berkaitan dengan kompleksitas obyek implementasi pada pembangunan perkerasan jalan baru yang meliputi penyiapan tanah dasar, lapis pondasi jalan sampai lapis perkerasan permukaan sehingga diperlukan konsekuensi pengujian mutu yang terpadu dan kompleks (Bennett, 2000.b; Sugiri, 2006; Soehartono, 2006.b);
d) manajemen data mutu sangat diperlukan sebagai dokumen teknis untuk evaluasi kinerja perkerasan dalam melayani repetisii beban lalu lintas dan perubahan lingkungan, kompleksitas ragam jenis dan satuan data pada pembangunan perkerasan jalan baru jauh lebih banyak daripada peningkatan dan pemeliharaan jalan lama (Bennett & McPherson, 2005);
e) tingkat pencapaian mutu mutlak diterapkan dalam tiap tahapan pembangunan jalan baru secara terpadu dan holistik, artinya keberhasilan mutu konstruksi tidak hanya diwujudkan dengan performansi perkerasan permukaan melainkan semua lapisan konstruksi dari tanah dasar, lapisan pondasi sampai lapis permukaan (Batubara & Thiagahrajah, 2007);
f) tingkat kekuatan struktural perkerasan baru memberikan landasan kinerja berikutnya dalam mendukung beban lalu lintas kendaraan serta efisiensi pemeliharaan dan peningkatan jalan karena biaya perbaikan kerusakan dini perkerasan jalan di awal umur pelayanan berkisar 70% dari biaya awal (Aly, 2001; Paterson, 2007.b); dan
g) tingkat kemantapan jalan berkaitan dengan jumlah dan jenis kerusakan strutural yang terjadi terutama pada rentang pengamatan satu tahun awal operasional jalan baru, yang dapat diindikasikan dengan nilai PCI<50 maupun IRI>7,0 m/km sehingga dapat memprediksi waktu yang tepat untuk pemeliharaan berkala (Widjajanto & Pryandana, 2005; Paterson, 2007.a).

Pemeliharaan berkala pada perkerasan jalan lebih ditekankan pada upaya teknis untuk mempertahankan kekuatan struktural dan fungsional sampai tercapai umur pelayanannya, sehingga beberapa faktor yang sangat penting untuk diprioritaskan, antara lain:

a) kapasitas SDM pengendali mutu berkaitan dengan pengembangan inovasi-inovasi teknologi baru perkerasan agar mampu mempertahankan kondisi performansi permukaan perkerasan selama umur pelayanan sehingga

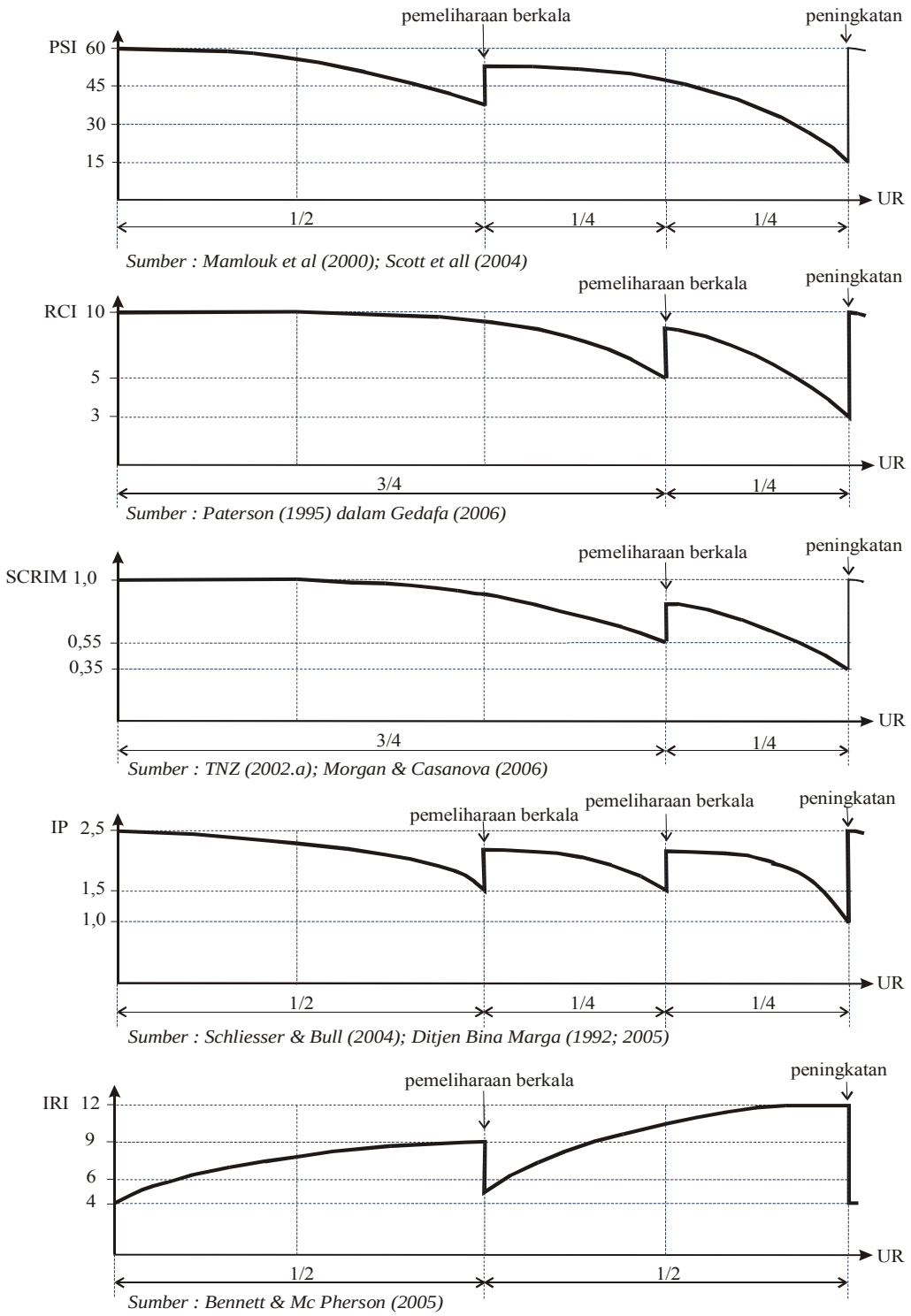
berdampak terhadap peningkatan kemantapan dan kenyamanan (Aly, 2001; Gedafa, 2006; Paterson, 2007.b);

b) utilisasi alat uji mutu sangat diperlukan dalam mengkompilasi basis data mutu perkerasan untuk memprediksi kondisi performansi selama umur pelayanan agar dapat disusun jadwal pasti pemeliharaan berkala dan peningkatan strukturalnya (Aly, 2001; Bennett *et al*., 2007);

c) utilisasi standar mutu sangat diperlukan dalam menjawab perbaikan berbagai jenis kerusakan jalan yang diikuti perkembangan teknologi inovasi material yang begitu cepat sehingga pemilihan standar mutu yang tepat akan sangat efektif (Schliesser & Bull, 2004; Gedafa, 2006);

d) ketepatan implementasi standar mutu berkaitan dengan pencapaian mutu pemeliharaan berkala yang harus mampu mempertahankan kekuatan struktural perkerasan eksisting sampai tercapainya umur pelayanan sehingga akan berdampak efisiensi angggaran dan waktu pelaksanaan perbaikan struktural (*betterment*) (Gedafa, 2006; Batubara & Thiagahrajah, 2007); dan

e) tingkat kekuatan fungsional atau kenyamanan jalan merupakan salah satu faktor terpenting dalam pemeliharaan karena target pencapaian mutu dalam pemeliharaan adalah mempertahankan fungsi pelayanan dan kenyamanan pengguna sehingga kuantifikasi parameternya masih berada dalam kategori sedang, misalnya pemeliharaan akan dilakukan jika nilai RCI berkisar 5,0 atau nilai *skid resistance* berkisar 0,55 SCRIM atau nilai PSI pada angka 35 (Scott *et al*., 2004; Morgan & Casanova, 2006).



Gambar 2.4 Indikator kualitatif pemeliharaan berkala dan peningkatan jalan selama umur pelayanan

Peningkatan perkerasan jalan eksisting dilakukan setelah kondisi performansi permukaannya sudah di bawah ambang kritis yang disyaratkan, beberapa faktor yang sangat penting untuk dipertimbangkan, antara lain:

a) ketepatan implementasi dalam pencapaian mutu berkaitan dengan tuntutan hasil peningkatan jalan harus mampu menambah kekuatan struktural perkerasan yang ada jika indek performansinya sudah berada di bawah batas kritisnya, misalnya nilai IRI>12 m/km, RCI<4, *skid resistance* < 0,35 SCRIM (TNZ, 2002.b; Bennett & Mc.Pherson, 2005; Paterson, 1995 dalam Gedafa, 2006);
b) tingkat pencapaian mutu harus diprioritaskan karena performansi perkerasan hasil peningkatan jalan merupakan kondisi prima tahun awal untuk rentang umur pelayaanan berikutnya, selanjutnya dilakukan monitoring dan evaluasinya (Bennett, 2004; Morgan & Casanova, 2006);
c) tingkat kekuatan struktural merupakan salah satu aspek terpenting dalam mengevaluasi peningkatan mutu perkerasan jalan karena harus mampu mengembalikan performansi dari kondisi kritis ke kondisi terbaik dalam melayani repetisi beban kendaraan dan lingkungan (Paterson, 2007.b; Batubara & Thiagahrajah, 2007); dan
d) tingkat kemantapan jalan merupakan kriteria teknis yang sangat dipertimbangkan dalam menilai kinerja peningkatan struktural perkerasan jalan karena berkaitan dengan daya dukungnya terhadap pertumbuhan lalu lintas kendaraan pada umur pelayanan periode berikutnya (Paterson, 2007.b; Bennett *et al*., 2007).

Tingkat kepentingan kualitatif faktor-faktor pemberlakuan standar mutu terhadap pengelolaan perkerasan jalan dapat ditunjukkan dalam Tabel 2.22. Pembangunan perkerasan jalan baru lebih banyak faktor yang harus dipertimbangkan dalam pemberlakuan standar mutu daripada pada peningkatan dan pemeliharaan karena jenis struktur yang dikelola lebih komplek dari tanah dasar sampai lapis permukaan, yang tentunya memerlukan jumlah dan jenis standar mutu yang beragam.

Tabel 2.22 Tingkat kepentingan kualitatif faktor pemberlakuan standar mutu terhadap pengelolaan perkerasan jalan

Faktor yang dipertimbangkan dalam pemberlakuan standar mutu	Tingkat kepentingan (kualitatif) pada:		
	Pembangunan jalan baru	Pemeliharaan berkala	Peningkatan jalan
Kapasitas SDM pengendali mutu	●●	●●●	●●
Utilisasi alat uji mutu	●●●	●●●	●●
Utilisasi bahan uji mutu	●●●	●●	●●
Utilisasi standar mutu	●●	●●●	●●
Diseminasi standar mutu	●●●	●●	●●
Distribusi standar mutu	●●●	●●	●●
Ketepatan implementasi standar mutu	●●●	●●●	●●●
Manajemen data mutu	●●●	●●	●●
Pencapaian mutu	●●●	●●●	●●●
Kekuatan struktural	●●●	●●	●●●
Kekuatan fungsional	●●	●●●	●●
Kemantapan jalan	●●●	●●●	●●
Kenyamanan jalan	●●●	●●	●●●

Catatan: ●●● = sangat penting ●● = penting ● = kurang penting

8. Kerusakan perkerasan lentur jalan

Perkerasan lentur sangat sensitif dengan perubahan lingkungan di sekitarnya karena dipengaruhi oleh kineja bahan susunnya (aspal dan agregat), cara pencampuran dan pelaksanaan di lapangan serta metode ketepatan pengujian mutunya (B.C. *Ministry of Transportation*, 2007; Wignall *et al*., 2002; Scott *et al*., 2004; Bennett *et al*., 2007). Beberapa faktor yang mempengaruhi kinerja aspal sebagai bahan ikat dalam perkerasan lentur, adalah: (i) temperatur udara; (ii) lama penyimpanan; (iii) kandungan parafin dalam susunan kimianya; (iv) angka penetrasi aspal; dan (v) nilai modulus elastisitas aspal. Demikian pula kinerja agregat batuan sebagai bahan susun pokok dalam perkerasan lentur dipengaruhi banyak faktor, antara lain: (i) jenis satuan geologi batuan (AASHTO, 1998.a; TNZ, 2002.a; Balitbang Departemen PU, 2005.c); (ii) tekstur dan bentuk serta gradasi butiran agregat (AASHTO, 1998.a; Balitbang Departemen PU, 2005.c, B.C. *Ministry of Transportation*, 2007; Bennett *et al*., 2004); (iii) kandungan air (AASHTO, 1998.a; Balitbang Departemen PU, 2005.d; Morgan & Casanova, 2006). Balitbang Departemen PU (2005.a) telah menyimpulkan dalam spesifikasi teknis bidang jalan, yang menyebutkan beberapa faktor mikro penting yang mempengaruhi kualitas mutu campuran agregat aspal sebagai bahan susun perkerasan lentur, antara lain: (i) suhu pencampuran dan pemadatan; (ii) tingkat kepadatan lapangan; (iii) jenis dan jumlah *passing* alat pemadatan di lapangan; (iv)

tebal hampar dan padat di lapangan; (v) kandungan air yang masuk dalam rongga selama pelaksanaan; dan (vi) cara mencampur agregat dan aspal di lapangan. Oleh karenanya faktor-faktor mikro tersebut harus didukung pemantauan proses implementasi standar mutunya agar tidak terjadi peningkatan kerusakan perkerasan.

Kerusakan perkerasan jalan dapat dibedakan atas dua jenis, yaitu: (i) kerusakan struktural; dan (ii) kerusakan fungsional. Kerusakan struktural berkaitan dengan penurunan daya dukung karena struktur perkerasan mengalami perubahan komposisi kohesitas dan homogenitas campuran bahan susunnya, yang disebabkan beberapa faktor antara lain: (i) ketidaktepatan mutu pelaksanaan (Mulyono, 2007.a; Sjahdanulirwan, 2006.b; Ma'soem, 2006); (ii) repetisi beban lalu lintas yang melebihi beban maksimal yang diijinkan (Mulyono, 2002; Aly, 2006; Ditjen Bina Marga, 2006.a; Brown & Brunton, 1987); dan (iii) perubahan cuaca (hujan) sehingga terjadi infiltrasi air hujan masuk ke dalam perkerasan (Watmove, 2007; Aly, 2006; Hankins, 1975 dalam FHWA-USA, 2006). Kerusakan fungsional yang berkaitan dengan penurunan rasa kenyamanan jalan oleh pengguna yang disebabkan oleh perubahan cuaca antara bulan kering dan basah (TNZ, 2002.b) dan permukaan perkerasan yang licin (Drakos, 2007; Lawson et al., 2007; TNZ, 2002.b) sehingga berdampak penurunan kekesatan permukaan serta kemiringan permukaan jalan yang melebihi batas kritisnya akan memperbesar kecenderungan terjadinya kecelakaan akibat selip roda kendaraan (Hankins, 1975 dalam FHWA-USA, 2006).

B.C. *Ministry of Transportation* (2007) mengidentifikasi kerusakan perkerasan melalui kegiatan monitoring dan evaluasi performansi permukaan perkerasan jalan di lapangan yang meliputi 12 jenis kerusakan, selanjutnya dikelompokkan dalam 3 (tiga) tipe kerusakan, yaitu: (i) tipe *cracking* (retak), terdiri atas: *longitudinal wheel path cracking* (retak sepanjang jalur roda kendaraan), *longitudinal joint cracking* (retak pada sambungan memanjang), *pavement edge cracking* (retak pada tepi perkerasan), *transverse cracking* (retak melintang), *meandering longitudinal cracking* (retak memanjang yang berkelok), dan *alligator cracking* (retak berbentuk kulit buaya); (ii) tipe *surface deformation* (penurunan permukaan) terdiri atas: *rutting* (bekas alur roda kendaraan), *shoving* (permukaan sobek), dan *distorsion* (permukaan bergeser atau distorsi), yang didominasi oleh *rutting;* dan (iii) tipe *surface defects* (kerusakan fisik permukaan), yang terdiri atas: *bleeding* (banjir aspal), *potholes* (lubang), dan *ravelling* (pelepasan butiran agregat), yang didominasi oleh *potholes*. Ditjen Bina Marga (2006.a)

mengelompokkan berbagai jenis kerusakan perkerasan ke dalam 3 (tiga) tipe, yaitu: (i) tipe *potholes* yang banyak terjadi terutama pada kawasan *rural*, diawali dengan pelepasan butiran dan retak blok; (ii) tipe *rutting* yang banyak terjadi di kawasan *sub urban* yang diawali dengan retak-retak memanjang dan permukaan keriting, diperparah oleh repetisi beban lalu lintas; dan (iii) tipe *deformation* yang banyak terjadi di kawasan *rural* yang diawali terjadinya permukaan bergelombang, selanjutnya diperparah dengan beban lalu lintas maka terbentuklah penurunan permukaan perkerasan. Gedafa (2006) menyimpulkan ada 3 (tiga) tipe kerusakan struktural yang sangat mempengaruhi performansi perkerasan jalan, yaitu: (i) *potholing* (permukaan berlubang) yang dinyatakan dalam jumlah lubang tiap kilometer; (ii) *rutting* yang dinyatakan dalam kedalaman alur atau luasan retak-retak memanjang tiap kilometer; dan (iii) *texture depth* (kedalaman tekstur) yang dinyatakan dalam kedalaman penurunan permukaan tiap kilometer. Drakos (2007) menyimpulkan dari risetnya tentang evaluasi kerusakan perkerasan jalan arteri di Florida, yang meringkas berbagai kerusakan dalam 3 (tiga) tipe yang paling banyak terjadi, yaitu: (i) tipe *rutting*, yang meliputi *consolidation rutting* (bekas alur roda kendaraan yang menyebabkan penurunan permukaan) dan *instability rutting* (bekas alur roda kendaraan yang menyebabkan kelabilan permukaan); kerusakan ini diawali terbentuknya *cracking;* (ii) tipe *potholes*, kerusakan ini diawali terbentuknya *ravelling*; dan (iii) tipe *depression* (depresi), yang diawali terjadinya penurunan permukaan (deformasi). Watanatada *et al*. (1987) juga mengelompokan jenis kerusakan perkerasan dalam 4 (empat) model, yaitu: (i) *rutting* dan *cracking*; (ii) *potholes*; (iii) *distortion* dan *deformation*; dan (iv) *ravelling* dan *corrugation* (permukaan berkeriting). Riset yang dikembangkan Sjahdanulirwan & Nono (2005.b) telah menyimpulkan 3 (tiga) kelompok kerusakan perkerasan, yaitu: (i) kelompok retak, yang didominasi retak berbentuk kulit buaya; (ii) kelompok disintegrasi, yang didominasi lubang-lubang permukaan; dan (iii) kelompok deformasi, yang didominasi permukaan bergelombang dan penurunan permukaan bekas alur roda kendaraan. Bennett (2004) dan Bennett *et al*. (2007) telah melakukan evaluasi kualitas data survai performansi perkerasan jalan di 21 negara Asia Pasifik (termasuk Indonesia) yang menyimpulkan bahwa ada 8 (delapan) jenis kerusakan jalan yang sering terjadi, yaitu: (i) *alligator cracking*; (ii) *longitudinal*

dan *transverse cracking*; (iii) *rut depth*; (iv) *shoving*; (v) *potholes*; (vi) *scabbing*; (vii) *flushing*; dan (viii) *edge break*.

Kerusakan struktural yang banyak terjadi di Indonesia sehingga memperbesar biaya BOK adalah *potholes* dan *rut depth*, sedangkan *cracking* dan *flushing* masih dianggap sebagai gangguan funsional jalan (Bennett *et al*., 2007). Hal ini menggambarkan bahwa perhatian riset terhadap kerusakan jalan dan kelayakan pembiayaan hanya terfokus pada jenis kerusakan besar yang terlihat secara visual dan yang berpotensi terhadap penurunan kemantapan jalan, belum mendetailkan pada bagian-bagian mikro seperti retak permukaan, *flushing* (permukaan yang licin) dan *edge break* (retak tepi perkerasan).

Kecenderungan penyimpangan standar mutu pada saat konstruksi tanah dasar, perkerasan berbutir pada lapis pondasi dan perkerasan beraspal pada lapis permukaan jalan terhadap terjadinya kerusakan perkerasan secara kualitatif dapat dijelaskan dalam Tabel 2.23.

Tabel 2.23. Kecenderungan secara kualitatif penyimpangan standar mutu pada saat konstruksi perkerasan

Jenis kerusakan perkerasan	Penyimpangan standar mutu pada:		
	Konstruksi tanah dasar	Konstruksi pondasi berbutir (*subbase & base)*	Konstruksi permukaan (*sufrace course*)
Retak permukaan berbentuk kulit buaya (*alligator cracking*)	■	■ ■	■ ■ ■
Retak permukaan memanjang searah sumbu jalan (*longitudinal cracking*)	■	■	■ ■ ■
Retak permukaan melintang sumbu jalan (*transverse cracking*)	■	■ ■	■ ■ ■
Retak permukaan berbentuk blok *(block cracking*)	■	■ ■ ■	■ ■ ■
Retak permukaan pada tepi perkerasan (*pavement edge cracking*)	■	■	■ ■ ■
Retak permukaan karena roda kendaraan yang selip (*slippage cracking*)	■	■	■ ■ ■
Bekas alur roda kendaraan (*rutting*)	■ ■	■ ■ ■	■ ■ ■
Permukaan sobek dan berkeriting (*shoving and corrugation)*	■ ■	■ ■ ■	■ ■ ■
Penurunan permukaan (*depression; deformation)*	■ ■ ■	■ ■	■
Pelepasan butiran agregat pada permukaan (*ravelling)*	■	■	■ ■ ■
Banjir aspal pada permukaan (*bleeding)*	■	■	■ ■ ■
Permukaan agregat yang mengkilap (*polished aggregate)*	■	■	■ ■ ■
Banjir air pada permukaan karena proses kapilaritas (*water bleeding and pumping)*	■	■ ■	■ ■ ■
Permukaan perkerasan berlubang (*potholes*)	■	■	■ ■ ■

Catatan: ■ ■ ■ = sangat signifikan ■ ■ = signifikan ■ = kurang signifikan

Kerusakan struktural perkerasan banyak terjadi pada konstruksi perkerasan beraspal sebagai lapis permukaan karena jenis dan jumlah parameter teknis mutu konstruksi yang harus dikendalikan lebih komplek dalam ragam satuan daripada konstruksi tanah dasar dan perkerasan berbutir. Salah satu parameter yang dimaksud adalah suhu campuran yang tidak disyaratkan dalam konstruksi tanah dasar dan perkerasan berbutir. Penyimpangan mutu konstruksi tanah dasar mendominasi penyebab terjadinya kerusakan tipe *depression.* Deskripsi penyebab dan dampak kerusakan perkerasan jalan beserta usulan perbaikannya yang diolah dari berbagai riset dan institusi serta dokumen kerusakan perkerasan di lapangan, dapat dijelaskan secara detail dalam Lampiran-1.

B. Pemberlakuan Standar Mutu Perkerasan Lentur Jalan

1. Pengertian pemberlakuan standar mutu

Pemberlakuan adalah proses penerapan (aplikasi) atau implementasi suatu norma atau pedoman dari awal sampai akhir agar hasil pekerjaan sesuai yang diharapkan oleh pengguna (OECD, 2000 dalam Mulyono, 2006.b; Sjahdanulirwan, 2006.b). Pemberlakuan standar adalah kegiatan yang dilakukan untuk memantau, mengawasi, menilai proses implementasi standar dari awal hingga akhir produk konstruksi agar hasil akhir dan dampaknya sesuai dengan standar (spesifikasi) yang disyaratkan (Yates & Aniftos, 1998 dalam Mulyono, 2006.a; Haryono, 2005). Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 102 Tahun 2000 tentang Standardisasi Nasional menyebutkan dalam Pasal 1 bahwa pemberlakuan standar merupakan bagian yang terpenting dari sistem standardisasi nasional, artinya pemberlakuan standar merupakan komitmen instansi teknis yang berwenang dalam menerapkan, memantau dan mengevaluasi mutu barang dan atau jasa. Pemberlakuan standar mutu dalam jasa konstruksi diwajibkan sebagai upaya penjaminan mutu terhadap proses pelaksanaan bangunan dan pasca konstruksi, yang meliputi penerapan, penilaian, pengendalian, evaluasi dan solusi substansi spesifikasi teknis beserta semua parameternya terhadap standar mutu yang digunakan (LPJK, 2006).

Pemberlakuan standar mutu merupakan proses yang sistemik, artinya tidak hanya diterapkan dalam tahapan awal atau proses melainkan sampai pada pasca

konstruksi sehingga perlu mencermati hierarki semua elemen (faktor) beserta indikator yang mempengaruhinya. Manajemen mutu dalam implementasi standar mutu merupakan bagian terpenting dari keberhasilan *road project management* (Bennett, 2004; Schliessler & Bull, 2004) karena nilai manfaat yang tinggi pada implementasi standar akan memberikan pengaruh langsung terhadap keberhasilan (keluaran) proyek jalan (*road project*). Dampak ketepatan penerapan standar mutu akan berpengaruh langsung terhadap manfaat proyek jalan. Dengan demikian pemberlakuan standar mutu dapat dimodelkan sebagai bagian terpenting dari manajemen mutu perkerasan jalan, sehingga dapat memberikan umpan balik (solusi) untuk penyempurnaannya.

2. Permasalahan pemberlakuan standar mutu

Pemberlakuan standar mutu perkerasan jalan diawali dengan pemahaman substansi standar, sehingga diperlukan kemudahan akses untuk mengenal dan mendapatkan informasi mutu yang lengkap. Beberapa akses yang dapat dilalui antara lain: (i) spesifikasi teknis dalam dokumen kontrak jasa konstruksi; (ii) *training* atau pelatihan oleh lembaga pendidikan dan latihan; (iii) media elektronik seperti akses internet; dan (iv) perpustakaan instansi terkait. Pengguna belum banyak mengenal standar mutu perkerasan jalan, disebabkan antara lain: (i) keterbatasan sosialisasi (diseminasi) yang dilakukan instansi pembina; dan (ii) keterbatasan pengadaan dan distribusi buku standar serta sarana media elektronik yang sangat kurang terakses terutama di daerah-daerah yang belum memiliki koneksi internet. Selain mengenal standar mutu, beberapa pengguna juga dihadapkan pada kesulitan memahami substansinya, disebabkan antara lain: (i) banyak metode pengujian mutu yang harus dilengkapi peralatan teknologi yang canggih yang tidak mungkin dapat dipenuhi oleh semua instansi pengendali mutu di daerah; (ii) petunjuk atau tata cara pelaksanaan suatu standar mutu yang kurang kronologis; (iii) metode pengujian mutu yang ada kurang sistematis dan beberapa bagian menunjukkan batasan yang kurang tegas. Berawal dari sulitnya memahami substansi standar mutu yang diperberat lagi dengan kurangnya sosialisasi dan tidak sempurnanya akses mendapatkan informasi yang cepat maka dalam implementasinya selalu dihadapkan pada kendala dan penyimpangan mutu. Kumar (2000) mengemukakan beberapa negara sedang berkembang (termasuk

Indonesia) masih banyak menghadapi kendala dalam implementasi standar mutu, yang disebabkan antara lain: (i) keterbatasan kualitas sumber daya (SDM, alat dan material uji, biaya riset); (ii) kesulitan pemahaman substansi dan kurangnya koordinasi yang baik antara pelaksana dan pengawas mutu; (iii) keterbatasan keberadan instansi independen pengujian mutu; dan (iv) peran aktif kelembagaan pemerintah maupun organisasi profesi masih belum optimal sehingga sulit untuk mendapatkan keseragaman mutu di lapangan. Beberapa penyimpangan mutu yang sering terjadi dalam pengelolaan perkerasan jalan, antara lain: (i) penyimpangan terhadap spesifikasi teknis material; (ii) penyimpangan terhadap tatacara pelaksanaan dan pengawasan mutu lapangan; (iii) penyimpangan terhadap metode pengujian mutu; dan (iv) penyimpangan terhadap hasil perencanaan.

Penerapan standar mutu dapat mengalami berbagai kendala. Aiken & Cavallini (1994) dan Oksada *et al.* (1996) mengungkapkan beberapa permasalahan mendasar yang terkait dengan standar mutu adalah menentukan kebutuhan pengembangan atau memperkuat standar yang ada. Permasalahan lain adalah mengetahui siapa sesungguhnya yang memiliki otoritas mengembangkan dan memproduksi standar mutu. Selain itu, substansi standar yang tumpang tindih antar institusi atau orang yang mengembangkan substansinya dapat menambah permasalahan dalam pember-lakuannya. Hal tersebut menggambarkan bahwa penerapan standar mutu sangat memerlukan koordinasi untuk penyeragaman persepsi dan pemahamannya.

Berkaitan dengan permasalahan tersebut, Buttlar & Harrell (1998) mengembangkan penilaian hasil akhir dan kinerja yang terkait dengan spesifikasi (standar mutu) pelaksanaan perkerasan jalan raya di Amerika. Dalam hal ini, Buttlar & Harrell (1998) menyimpulkan bahwa pengembangan suatu spesifikasi teknis (standar mutu) dengan kombinasi antara hasil akhir (*end result specifications*) dan kinerja (*performance related specifications*) akan sangat praktis dalam merespon teknologi, material lokal dan peralatan uji untuk penjaminan mutu (*quality assurance*) pembangunan perkerasan jalan. Penelitian ini menggambarkan evolusi pengembangan implementasi spesifikasi teknis (standar mutu) secara berurutan, yaitu: (i) *method related specifications* (MRS) adalah metode yang diterapkan di lapangan harus sesuai dengan spesifikasi; (ii) *end result related*

specification (ERS) adalah hasil akhir yang didapatkan di lapangan harus sesuai dengan spesifikasi; dan (iii) *performance related specifications* (PRS) adalah kinerja (performansi) hasil akhir sesuai spesifikasi. Kelebihan model ini antara lain: (i) ada proses pembelajaran terhadap pihak pelaksana untuk memiliki kesadaran diri pentingnya pencapaian mutu; (ii) ada kecenderungan efisiensi biaya pengelolaan jalan karena tidak terikat tahun anggaran tahunan. Namun secara khusus, penelitian Buttlar & Harrell (1998) ini belum menjelaskan apa dan bagaimana pengaruh faktor-faktor beserta variabel dan indikatornya terhadap implementasi spesifikasi (standar mutu) dari ketiga metoda peningkatan pencapaian mutu performansi perkerasan jalan. Secara diagramatis, ketiga metode tersebut dapat dijelaskan dalam Tabel 2.24. Model Buttlar & Harell (1998) ini mengindikasikan bahwa untuk mencapai tingkatan PRS maka perlu disiapkan: (i) sumber daya yang handal; (ii) diseminasi dan distribusi standar mutu yang tepat; (iii) ketepatan mutu, waktu dan volume pengujian lapangan untuk mendapatkan performansi (kinerja) hasil akhir yang dapat dipertanggungjawabkan.

Tabel 2.24. Evolusi pengembangan dan pencapaian mutu perkerasan jalan

Perbaikan kualitas (*quality improvement*):			
	MRS (evaluasi metode)	ERS (evaluasi hasil akhir)	PRS (evaluasi kinerja)
Variabel spesifikasi	Indikator langsung atau tidak langsung terhadap penentu variabel	Indikator langsung atau tidak langsung terhadap penentu variabel	Indikator langsung penentu variabel
Material dasar	Pemerintah	Pemerintah	Kontraktor (swasta)
Rencana campuran	Pemerintah	Kontraktor (swasta)	Kontraktor (swasta)
Pengendalian proses	Pemerintah/Kontraktor	Kontraktor (swasta)	Kontraktor (swasta)
Jumlah material	Jumlah sesuai, tidak dituntut keseragaman material	Keseragaman material secara umum	Keseragaman sifat fisik material
Pengambilan sampel	Secara representasi atau frekuensi pengambilannya berdasar pendapat umum	Secara acak lokasi, frekuensi pengambilannya berdasar teori sampel	Secara acak lokasi, frekuensi pengambilannya berdasar teori sampel
Material yang dapat diterima	Pemerintah atau unit kerja berdasarkan satu jenis sampel	Pemerintah atau unit kerja berdasarkan beberapa sampel dari beberapa lokasi	Pemerintah atau unit kerja berdasarkan sampel dan lokasi yang tertentu (pasti)

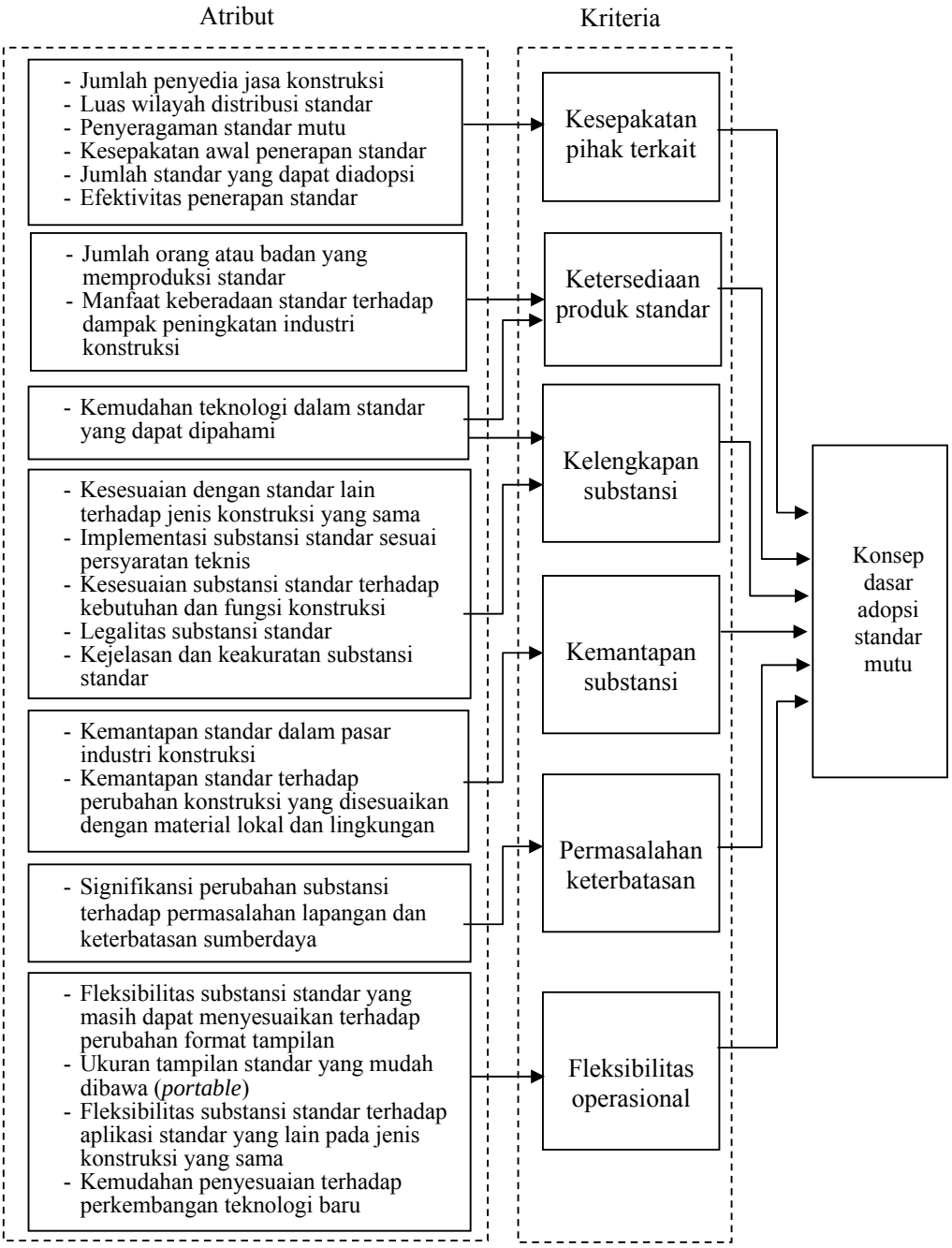
Pengaturan alat kerja	Diatur dan direkomendasi satu unit kerja	Diatur dan direkomendasi oleh beberapa unit kerja	Diatur oleh unit kerja tertentu (khusus)
Pengaturan pembayaran hasil kerja	Tidak diatur	Berdasarkan kemajuan pekerjaan (progres)	Berdasarkan evaluasi kinerja dan efisiensi biaya
Hasil evaluasi pekerjaan	Terkait atau tidak terkait dengan performansi	Terkait atau tidak terkait dengan performansi	Terkait langsung dengan performansi (kinerja) yang dilengkapi dengan model prediksinya

Sumber: Buttlar & Harrell (1998)

Weston & Whiddett (1999) mengembangkan suatu konsep adopsi terhadap substansi standar mutu untuk sistem manajemen mutu infrastruktur. Konsep adopsi ini menjelaskan faktor-faktor yang perlu dipertimbangkan dalam adopsi standar, seperti yang ditunjukkan dalam Gambar 2.5. Faktor-faktor tersebut dikelompokkan dalam subsistem pengadopsian standar, yaitu *input-process-goal*. Dampak dari adopsi standar mampu meningkatkan mutu infrastruktur karena standar yang diberlakukan sesuai dengan kondisi sumber daya dan lingkungan. Meskipun konsep ini berkaitan dengan sistem manajemen infrastruktur secara luas, tetapi dasar-dasar adopsinya dapat dijadikan dasar pengembangan konsep adopsi standar mutu untuk pembangunan jalan di Indonesia. Faktor-faktor yang mempengaruhi adopsi standar mutu antara lain: (i) kelengkapan (*completeness*); (ii) fleksibilitas dalam pengoperasian (*interoperability*); (iii) tingkat kesepakatan (*level of consensus*); (iv) ketersediaan produk (*product availability*); (v) permasalahan atau keterbatasan (*problems or limitation*); dan (vi) kematangan atau kemantapan (*maturity or stability*). Model adopsi Weston & Whidett (1998) tersebut juga mengacu hasil pemikiran Aiken & Cavallini (1994) dan Oksada et al. (1996) yang telah merumuskan sistem kerangka berpikir untuk mengadopsi dan memodifikasi substansi standar mutu infrastruktur berdasarkan investigasi survai kuesioner dan permasalahan mendasar, antara lain: (i) bagaimana mengidentifikasi standar yang ada; (ii) bagaimana memilih standar yang sesuai; (iii) bagaimana memilih orang atau badan yang mengembangkan dan memproduksi standar; (iv) bagaimana menetapkan tanggung jawab secara etika dan profesional terhadap orang atau badan yang menyusun standar; (v) bagaimana mengatur substansi antar standar mutu agar tidak terjadi tumpang tindih; dan (vi) bagaimana pengaturan umur layanan standar

mutu. Model adopsi Weston & Whidett (1998) dan ini mengindikasikan perlunya monitoring dan evaluasi pemberlakuan standar mutu sebelum dilakukan perubahan dan penyempurnaan substansinya.

Pengalaman empirik Bubshait & Al Atiq (1999) dan Bubshait & Al Abdulrazzak (1996) mengkaji permasalahan penerapan ISO 9000 pada industri konstruksi di Arab Saudi, menemukan beberapa kesulitan, antara lain: (i) banyak pekerjaan yang berkaitan dengan dokumentasi sistem mutu dan implementasinya; (ii) kesulitan dalam mengkontrol subkontraktor dalam penerapan standar mutu; (iii) kesulitan dalam penerapan seluruh standar dan kemungkinan terjadinya penyimpangan; (iv) kesulitan dalam memahami istilah-istilah substansi standar; (v) kesulitan dalam menempatkan orang atau pegawai perusahaan untuk melaksanakan beban pekerjaan tambahan agar melakukan sistem mutu dalam tiap tahapan konstruksi; (vi) keterbatasan kemampuan untuk menyediakan manajer dan spesialis mutu secara penuh waktu dalam suatu proyek konstruksi.



Sumber: Weston & Whiddett (1999)

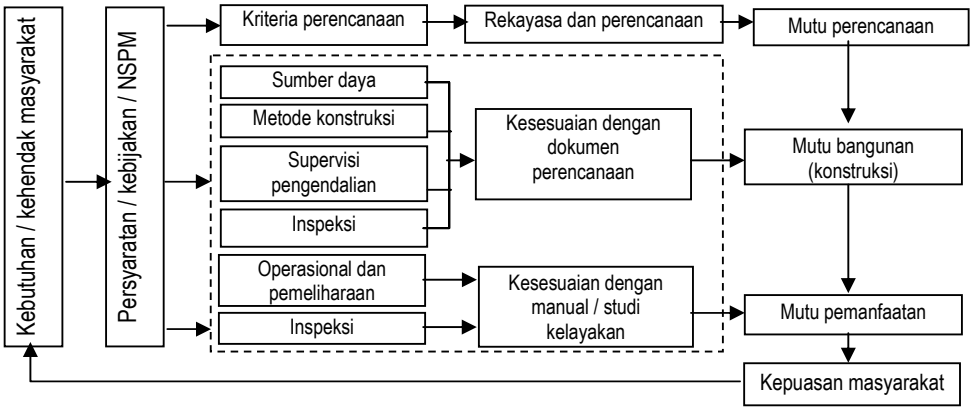
Gambar 2.5. Kerangka pikir adopsi standar

Keterlambatan penerapan standar mutu disebabkan beberapa kendala yang harus dihadapi, antara lain: (i) biaya tinggi yang harus disediakan, khususnya biaya

awal; (ii) adanya resistensi untuk berubah pada berbagai tingkatan dari organisasi; (iii) kehilangan produktivitas dari satuan kerja karena adanya kegiatan tambahan memahami sistem mutu yang baru; (iv) adanya intervensi dari manajemen; (v) keterbatasan kemampuan dari pihak pegawai atau unit kerja; (vi) lokasi proyek yang sangat jauh membuat kesulitan untuk mengendalikan dan mengikuti dengan seksama implementasi standar; (vii) kesulitan komunikasi antara pekerja dan pimpinan karena perbedaan bahasa; dan (viii) perbedaan budaya antara pekerja sehingga memiliki respon yang berbeda terhadap hasil diseminasi dan pelatihan. Dari uraian tersebut dapat disimpulkan bahwa pemberlakuan standar mutu sangat dipengaruhi kualitas SDM, performansi standar, perlunya diseminasi kepada semua tingkatan SDM dan unit kerja organisasi, penyusunan sistem basis data, dan pemahaman yang seragam terhadap substansi standar mutu.

Pencapaian mutu konstruksi infrastruktur tidak akan optimal bila dinyatakan sebagai suatu "program", tetapi harus diperlakukan sebagai suatu "proses" yang berkelanjutan (Kasi, 1995; Chase, 1998; Bubshait & Al Atiq, 1999). Proses tersebut dimaksudkan sebagai suatu rangkaian dari awal hingga akhir, artinya pencapaian mutu harus diterapkan pada tiap tahapan dalam konsep manajemen yang sistemik (*input-process-output-outcome-impact*) sehingga akan dapat diketahui secara pasti bagian-bagian tertentu yang sering terjadi kelemahan dan kekuatan dalam pencapaian mutu konstruksi. Berkaitan dengan hal tersebut, Ditjen Bina Marga (2006.a) telah merumuskan mutu hasil pembangunan infrastruktur jalan dipengaruhi oleh proses pencapaian mutu pada tahapan perencanaan, pelaksanaan bangunan (konstruksi) dan pemanfaatan atau operasional. Aspek-aspek yang terkait dalam proses pencapaian mutu pada ketiga tahapan tersebut dapat dijelaskan dalam Gambar 2.6. Sistem Manajemen Mutu (SMM) yang dikembangkan oleh Ditjen Bina Marga (2006.a) merupakan bagian sistem manajemen organisasi proyek yang memfokuskan perhatian (mengarahkan dan mengendalikan organisasi) pada pencapaian hasil akhir yang berkaitan dengan sasaran mutu dalam rangka memuaskan kebutuhan, harapan dan persyaratan pihak yang berkepentingan. Sistem ini dikembangkan berdasarkan penelitian Bennett (2003; 2007.a) yang menyatakan bahwa pada tiap tahapan perencanaan, konstruksi dan operasional masing-masing harus memiliki: (i) kebijakan mutu; (ii) manual atau pedoman mutu;

(iii) rencana dan prosedur mutu; (iv) penilaian mutu; (v) pengendalian mutu; (vi) penjaminan mutu; dan (vii) sistem mutu.



Sumber: Ditjen Bina Marga, 2006.a

Gambar 2.6. Kerangka kerja pencapaian mutu jalan

Kebijakan Mutu mendasari maksud dan arahan secara menyeluruh dari sebuah organisasi (sistem) yang ditetapkan secara resmi oleh pimpinan puncak organisasi. Manual Mutu atau Pedoman Mutu merupakan dokumen yang merinci standar atau batasan teknis suatu organisasi. Rencana Mutu atau Prosedur Mutu merupakan dokumen yang berisi prosedur, sumber daya yang diperlukan dan diterapkan oleh siapa dan kapan pada suatu proyek, produk, proses, atau kontrak tertentu (Smith, 1996). Pengendalian Mutu merupakan semua aktivitas seperti pengukuran dan pengujian satu atau lebih karakter dari suatu produk dan membandingkannya dengan persyaratan yang relevan untuk menentukan kesesuaian terhadap kebutuhan. Penjaminan Mutu merupakan aktivitas yang terencana dan matematis untuk menyakinkan atau memastikan bahwa suatu prosedur atau produk akan memenuhi syarat mutu yang ditetapkan (Smith,1996; Bapekin, 2003.b). Sistem Mutu merupakan prosedur, proses dan penggunaan sumber daya untuk mencapai mutu yang diinginkan, yang didalamnya termasuk proses implementasi atau pemberlakuan standar mutu. Direktorat Jenderal Bina Marga Departemen PU sebagai pembina dan penyedia jaringan jalan menetapkan bahwa proses implementasi standar mutu ini merupakan *core* dari sistem manajemen mutu jalan dalam memberikan pelayanan kenyamanan, keselamatan dan keamanan pengguna

jalan. Dari uraian tersebut dapat disimpulkan bahwa sistem manajemen mutu merupakan sesuatu yang amat kompleks karena harus mencermati berbagai faktor yang mempengaruhi, antara lain: pelaku (SDM), tampilan standar, peralatan dan material, diseminasi, ketepatan implementasi dan tingkat pencapaian mutu. Suatu riset sangat diperlukan untuk melihat faktor dan variabel apa saja yang berpengaruh langsung terhadap pencapaian mutu konstruksi di lapangan secara komprehensif sampai pasca konstruksi.

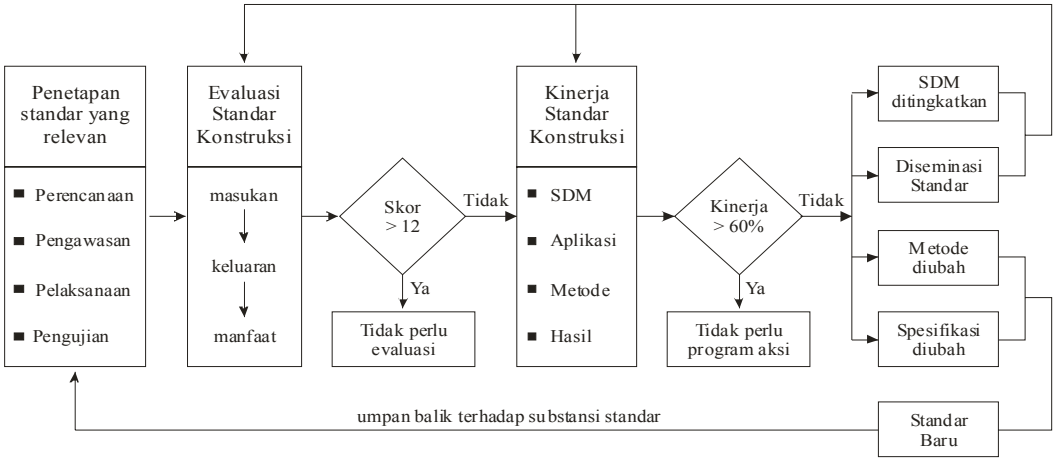
Deputi Bidang Konstruksi Kementerian Negara PU (2000) merumuskan model interaksi prosedur penyusunan dan evaluasi standar-standar konstruksi jalan di Indonesia, secara skematis dapat dijelaskan dalam Gambar 2.7. Model tersebut bertujuan untuk membuat konsep evaluasi standar dan program aksi terhadap penyempurnaan substansi standar konstruksi jalan. Standar konstruksi yang dievaluasi meliputi standar-standar pada pekerjaan perencanaan, pengawasan, pelaksanaan dan pengujian mutu. Evaluasi standar konstruksi dilakukan dengan pendekatan sistemik: *input* (masukan) – *output* (keluaran) – *outcome* (manfaat); indikator tiap subsistem diberi bobot yang sama. Konsep tersebut belum dapat diaplikasikan secara optimal dan proporsional karena memerlukan penelitian lanjut untuk menetapkan bobot indikator-indikator pengaruh terhadap evaluasi substansi standar pada tiap subsistem. Indikator subsistem *input* meliputi pendidikan SDM, tingkat pemahaman standar, bahasa standar dan metode kerja; masing-masing indikator diberi bobot yang sama 25 %. Indikator subsistem *output* meliputi tingkat kesulitan aplikasi standar, ketersediaan bahan dan peralatan lapangan; masing-masing diberi bobot 50 %. Indikator subsistem *outcome* meliputi tingkat kesesuaian antara hasil lapangan terhadap spesifikasi teknis, optimalisasi penggunaan teknologi bahan lokal, efisiensi biaya dan waktu pelaksanaan; masing-masing diberi bobot 25 %. Untuk menilai secara kuantitatif, indikator-indikator tersebut diberi angka penilaian yang mengacu pada skala *likert,* terdiri atas: angka 1 = buruk; angka 2 = sedang; dan angka 3 = baik. Selanjutnya diperoleh hasil perkalian bobot indikator dan skala *likert* yang diinginkan, didapatkan jumlah penilaian standar mutu. Untuk menggambarkan secara kualitatif indikasi aplikasi standar mutu maka jumlah penilaian tersebut dikelompokkan dalam 4 (empat) kategori, yaitu: (i) angka 3-6 = kategori sangat rendah; (ii) angka 6-9 = kategori

rendah; (iii) angka 9-12 = kategori sedang; (iv) angka 12-15 = kategori tinggi; dan (v) angka 15-18 = kategori sangat tinggi. Jika jumlah angka subsistem *input* + *proses* + *output* lebih besar dari 12 maka substansi standar mutu tidak perlu dievaluasi untuk diubah atau disesuaikan dengan kondisi SDM. Jika jumlah angka subsistem *input* + *proses* + *output* lebih kecil dari 12 maka perlu evaluasi terhadap kinerja SDM, sistem aplikasi, metode kerja dan hasil pembangunan. Kinerja standar konstruksi yang ditergetkan 100 %; jika kinerja SDM + aplikasi + metode kerja + hasil pembangunan lebih besar 60 % maka tidak perlu dilakukan program-program aksi. Acuan untuk menilai dan mengevaluasi indikasi kinerja SDM, aplikasi standar, metode kerja, dan hasil pembangunan dikelompokkan dalam beberapa kategori sebagai berikut: (i) angka 5% = kategori sangat buruk; (ii) angka 10% = kategori buruk; (iii) angka 15% = kategori sedang; (iv) angka 20% = kategori baik; dan (v) angka 25% = kategori sangat baik. Di dalam prakteknya model tersebut belum dapat diterapkan secara optimal karena beberapa kendala, antara lain:

a) nilai kuantitatif indikator tiap subsistem belum jelas, sangat tergantung kemauan dan kemampuan tim monitoring dan audit;
b) tiap indikator tidak memiliki parameter yang dapat diukur dengan jelas sehingga sulit mengelompokkan dalam penilaian kategorinya;
c) bobot antar indikator dalam tiap subsistem dibuat sama, sehingga hasil analisis antar daerah sering tidak logis karena tergantung penilaian subyektivitas tim monitoring;
d) keterbatasan sumber daya di daerah (SDM, alat dan bahan uji, metode kerja dan biaya) yang sulit untuk memberikan penilaian yang obyektif terhadap indikator yang mempengaruhi perubahan substansi standar mutu;
e) diseminasi dan distribusi standar mutu belum tercapai secara merata dan tepat waktu sehingga sulit bagi tim pembina untuk melakukan monitoring dan evaluasi terhadap kesesuaian substansi standar mutu dengan lingkungan kerja; dan
f) basis komprehensivitas dari pengembangan model belum sepenuhnya menggunakan pendekatan sistemik yang lengkap karena tidak memonitor bagaimana dampak penerapan standar mutu setelah pasca konstruksi.

Model tersebut juga memiliki kelebihan, antara lain: (i) dapat digunakan untuk memonitor dan mengevaluasi penerapan substansi standar mutu dikaitkan tuntutan spesifikasi teknis dan kesesuaiannya dengan kondisi lapangan; (ii) dapat dijadikan umpan balik untuk memungkinkan membuat standar baru yang lebih relevan dengan kondisi lapangan; dan (iii) memiliki batasan nilai minimal yang jelas jika dikaitkan solusi dalam bentuk program aksi penyempurnaan standar mutu.

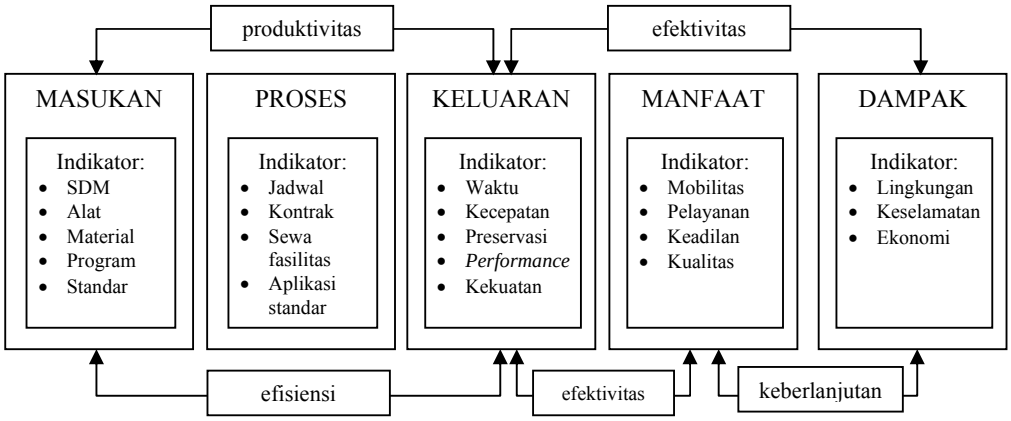
Dari uraian tersebut dapat disimpulkan bahwa analisis pembobotan variabel pengaruh dan penetapan atribut kuantitatif indikator belum menjadi bagian yang terpenting dari model pencapaian mutu konstruksi. Selain itu, model tersebut belum sepenuhnya mengadopsi pendekatan sistemik yang lengkap.



Sumber: Deputi Bidang Konstruksi, Kementrian Negara PU (2000)
Gambar 2.7. Model monitoring dan evaluasi substansi standar konstruksi

Binnendjik (2001) dan OECD (2000) telah meneliti tentang indikator-indikator penting pembangunan jalan pada tahapan yang berbasis sistemik: *input–process–output–outcome–impact*, untuk mengukur keberhasilan manajemen mutu pembangunan jalan di Indonesia. Konsep model ini juga digunakan oleh Ditjen Bina Marga (2000) dalam mengevaluasi tingkat efisiensi, efektivitas dan keberlanjutan terhadap hasil proyek pembangunan jalan. Standar mutu merupakan bagian terpenting dalam tahapan *input* dan *process*, keberhasilan aplikasi standar ditentukan oleh baik buruknya kinerja (performansi) hasil pembangunan jalan. Penelitian tersebut tidak merumuskan konsep monitoring substansi standar maupun implementasinya secara spesifik (khusus), artinya tidak ada kajian seberapa besar

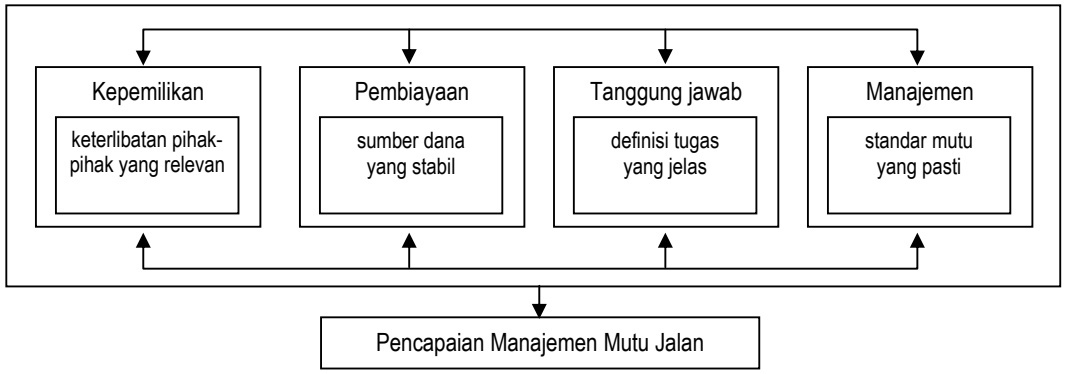
pengaruh tiap faktor atau indikator terhadap kinerja tiap tahapan pembangunan jalan. Diagram skematis indikator kinerja pembangunan jalan menurut Binnendjik (2001) dan OECD (2000) dapat dijelaskan dalam Gambar 2.8. Beberapa kelemahan model tersebut, antara lain: (i) keberadaan fungsi standar mutu hanya pada tahapan *input* dan *process*, tidak dinilai bagaimana pengaruh proses pemberlakuan standar mutu terhadap tahapan *output*, *outcome* dan *impact* pembangunan jalan; (ii) sulit untuk mencermati seberapa besar kecenderungan (bobot) pengaruh kinerja mutu terhadap kualitas konstruksi jalan sehingga dikhawatirkan kuantifikasi tingkat efisiensi dan efektivitas antar obyek yang dinilai menjadi tidak rasional; (iii) tidak semua variabel dapat dinilai secara kuantitatif sehingga sulit menghitung tingkat efisiensi dan efektivitas secara pasti, misalnya pada tahapan *input,* indikator SDM dinilai kualitas pendidikannya atau jumlah orang dalam satu unit kerja, indikator alat dan material akan dinilai kualitasnya atau ketersediaannya di lapangan; dan (iv) memerlukan kesamaan satuan pengukuran indikator agar lebih mudah untuk menghitung tingkat efisiensi, efektivitas dan keberlanjutan proyek jalan. Beberapa kelebihan model tersebut, antara lain: (i) pendekatan yang digunakan sudah berbasis komprehensif sistemik, artinya mencermati semua indikator dalam tahapan *input-process-output-outcome-impact*; (ii) ada kejelasan posisi pemberlakuan standar mutu dalam sistem manajemen jalan yang lebih besar.



Sumber: Binnendjik (2001) dan OECD (2000)

Gambar 2.8. Indikator kinerja pembangunan jalan

Pinard & Kaombwe (2001) mengembangkan RMI (*the Road Management Initiative*) untuk menangani manajemen jalan dengan membagi dalam 4 (empat) blok keseimbangan manajemen mutu. Untuk mencapai manajemen mutu jalan yang baik dipengaruhi oleh keterlibatan faktor-faktor penentu yang saling terkait, antara lain: (i) kepemilikan (keterlibatan *stakeholder* yang relevan); (ii) pembiayaan (sumber dana yang stabil); (iii) tanggung jawab (definisi tugas yang jelas); dan (iv) manajemen (standar mutu yang pasti). Model ini seperti halnya model Binnendjik (2001) belum menjelaskan seberapa besar kecenderungan pengaruh faktor-faktor tersebut terhadap mutu hasil pengelolaan jalan. Kesederhanan model ini cukup memberikan informasi yang perlu dicatat ketika para pemangku kebijakan akan mengembangkan model keterkaitan pemberlakuan standar mutu terhadap manajemen jalan. Model inovasi manajemen jalan tersebut ditunjukkan dalam Gambar 2.9.



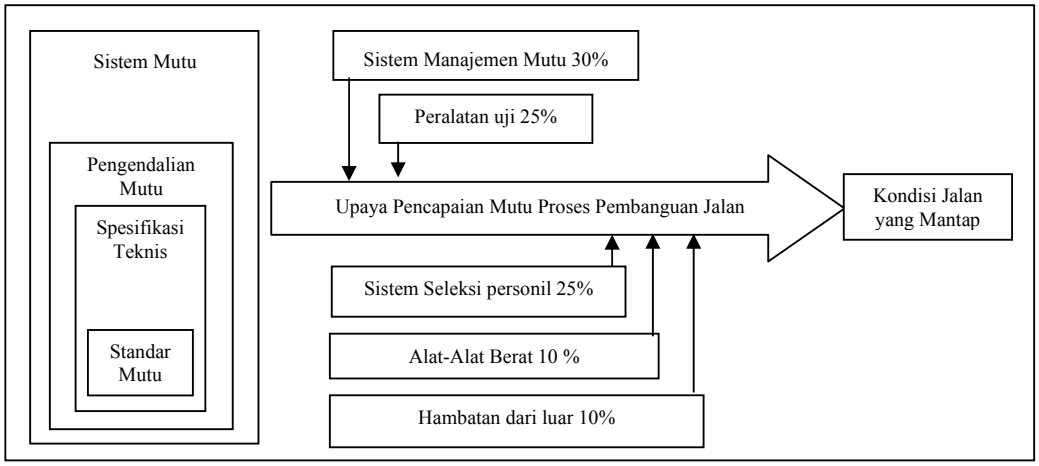
Sumber: Pinard & Kaombwe (2001)

Gambar 2.9. Inovasi manajemen jalan

Hasil penelitian Bapekin (2001.b; 2003.b) merekomendasikan langkah-langkah untuk pencapaian mutu pembangunan jalan menuju kondisi jalan yang mantap. Langkah-langkah tersebut diawali dengan pemahaman spesifikasi teknis (standar mutu), diikuti pengendalian mutu dalam suatu sistem mutu yang lebih komplek. Model tersebut lebih memfokuskan pada aspek input pencapaian mutu, artinya model ini tidak melihat mutu sebagai suatu proses tetapi lebih menekankan mutu sebagai orientasi proyek. Model ini masih optimis bahwa hampir 90% keberhasilan mutu konstruksi sangat ditentukan kualitas faktor beserta indikator

input-nya. Performansi konstruksi pada saat proses (aktivitas konstruksi) dan *ouput* (hasil konstruksi) bukan merupakan sesuatu yang amat berpengaruh dalam pencapaian mutu. Penentuan bobot faktor-faktor yang berpengaruh terhadap pencapaian kondisi jalan yang mantap dilakukan atas dasar tingkat kepentingan dalam pencapaian mutu secara teori (*theoretical judgment*), artinya pendekatan riset yang dilakukan belum melibatkan semua *stakeholder* terkait sehingga beberapa faktor penting memiliki bobot yang kecil (misal faktor alat-alat berat memiliki bobot 10%) atau sebaliknya faktor yang tidak sensitif memiliki bobot yang besar (misal faktor sistem seleksi personil memiliki bobot 25%). Secara keseluruhan faktor-faktor yang dipertimbangkan dalam pencapaian mutu pelaksanaan pembangunan jalan, antara lain: (i) sistem manajemen mutu (bobot 30%); (ii) peralatan uji laboratorium (bobot 25%); (iii) sistem seleksi personil (bobot 25%); (iv) peralatan berat lapangan (bobot 10%); dan (v) hambatan dari luar (bobot 10%). Diagram skematis pencapaian mutu konstruksi jalan menurut model Bapekin (2003) dijelaskan dalam Gambar 2.10. Model tersebut sangat sulit diterapkan di lapangan karena memiliki banyak kelemahan, antara lain: (i) belum menggambarkan kegiatan monitoring dan evaluasi terhadap kinerja implementasi standar mutu melainkan lebih memfokuskan syarat dalam proses pencapaian mutu; (ii) belum memiliki nilai ambang batas kritis indikator tiap faktor pengaruh sehingga sulit menilai keberhasilan pemberlakuan standar mutu; (iii) belum merinci secara detail jenis variabel dan indikator beserta parameternya terhadap faktor-faktor pencapaian mutu; (iv) penerapan model sangat tergantung subyektivitas tim evaluator karena tidak didasarkan pendekatan empirik (*empirical judgment*); dan (v) faktor-faktor pengaruh yang dipertimbangkan tidak berkaitan dengan manfaat dan dampak dari pasca konstruksi. Kelebihan model Bapekin (2003.b) ini, antara lain: (i) praktis penerapannya terutama bagi pemangku kebijakan yang sudah berpengalaman lama dalam menangani mutu jalan; dan (ii) sederhana karena lebih memfokuskan pada subsistem input dalam proses pemberlakuan standar mutu. Dari uraian tersebut dapat disimpulkan bahwa pengembangan model tersebut belum sepenuhnya mengadopsi model pendekatan sistemik yang komprehensif karena belum mendetailkan aspek keluaraan (*output*), manfaat (*outcome*) dan dampak (*impact*) yang terjadi di lapangan. Dengan demikian model Bapekin (2003.b) ini

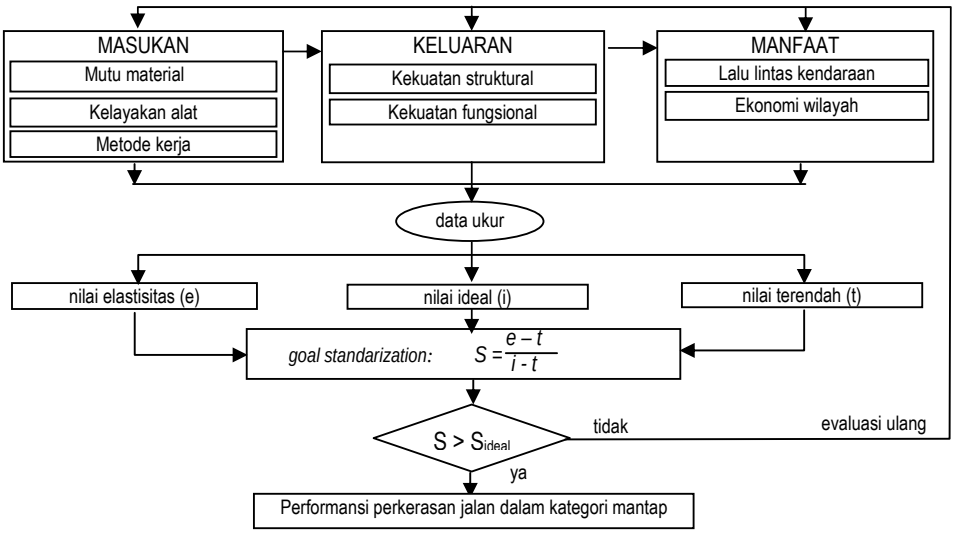
dinilai belum mendeskripsikan variabel beserta indikator dan parameternya dari semua elemen dalam sistem yang hierarkis.



Sumber: Bapekin (2003.b)

Gambar 2.10. Hierarki pencapaian mutu konstruksi jalan

Ditjen Bina Marga (2006.a) telah mengembangkan model evaluasi untuk menilai utilisasi standar mutu perkerasan jalan berbasis pendekatan *input-output-outcome*, sebagaimana dijelaskan dalam Gambar 2.11.



Sumber: Ditjen Bina Marga (2006.a)

Gambar 2.11. Model evaluasi utilisasi standar mutu perkerasan jalan

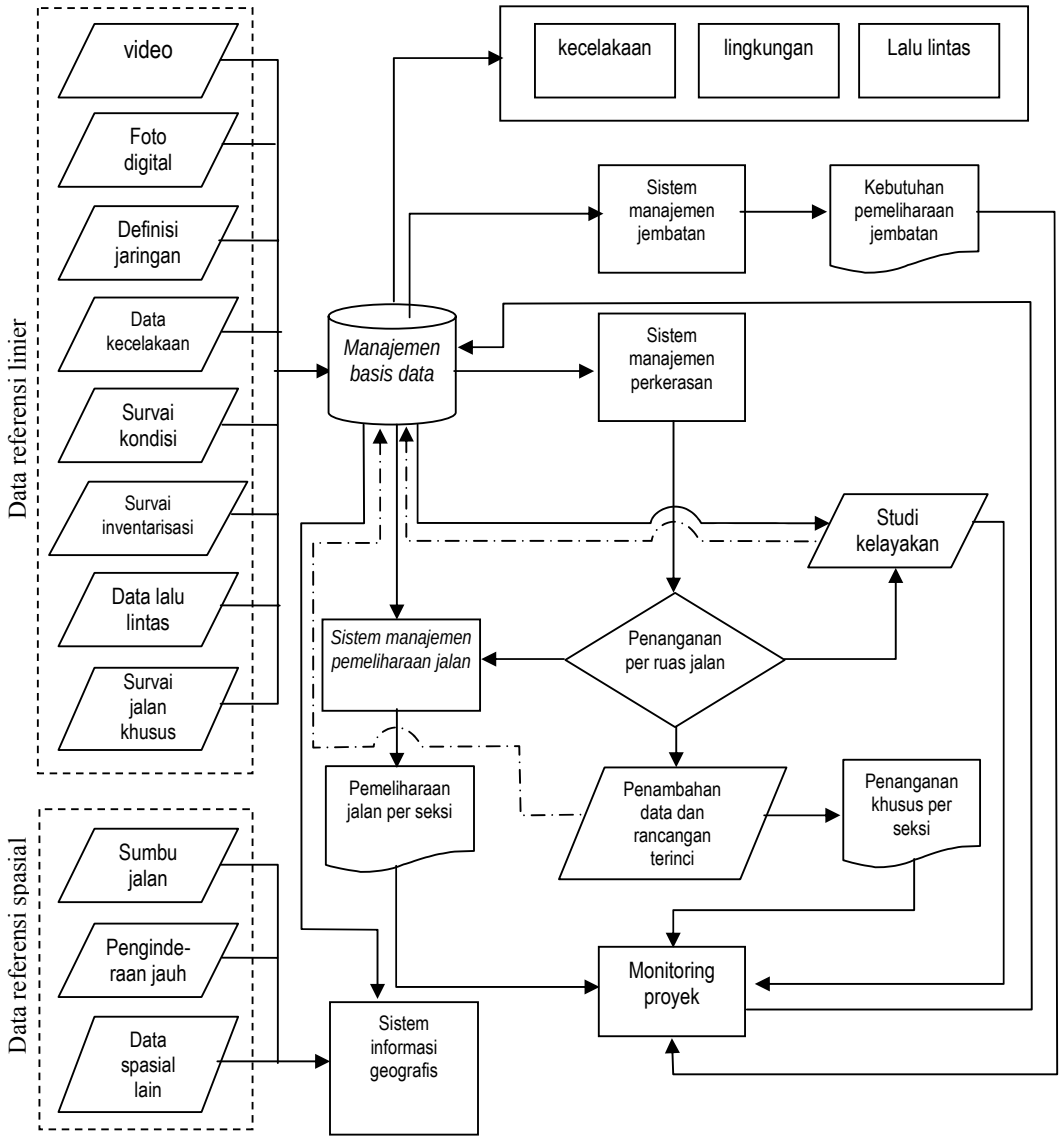
Faktor-faktor yang dipertimbangkan dalam subsistem *input* adalah: (i) mutu material konstruksi jalan; (ii) kelayakan peralatan lapangan dan laboratorium; (iii) metode kerja yang digunakan. Aspek *output* lebih memfokuskan pada tingkat kekuatan struktural dan fungsional pasca konstruksi. Aspek *outcome* lebih memfokuskan pada nilai manfaat pasca konstruksi, yaitu: pertumbuhan lalu lintas kendaraan dan peningkatan ekonomi regional. Tiap faktor dalam subsistem tersebut dievaluasi dengan *linear scale transformations* (transformasi skala linier) karena kriteria yang digunakan memiliki nilai tertentu. Penilaian evaluasi dilakukan dengan metode *goal standardization* (standardisasi akhir), sehingga nilai efisiensi dan efektivitas merupakan perbandingan nilai-nilai kualitatif bukan kuantitatif. Beberapa kelemahan model ini antara lain: (i) tidak memiliki bobot kepentingan kriteria dalam tiap aspek aplikasi standar mutu karena yang dievaluasi adalah perbandingan nilai kualitatif yang terjadi dengan nilai standar sehingga model ini belum mampu menjawab permasalahan mutu yang lebih komprehensif; dan (ii) belum memasukkan kriteria *socio engineering* (sosial dan teknik) dalam tiap tahapan aspek aplikasi standar mutu, lebih terfokus pada kriteria teknis sebagai penentu pencapaian mutu jalan. Kelebihan model ini terletak pada penyajian hasil analisis yang merepresentasikan aplikasi standar mutu pada volume perkerasan jalan yang dievaluasi. Permasalahan mendasar pengembangan model Ditjen Bina

Marga (2006.a) ini terletak pada penentuan bobot kriteria yang mempengaruhi utilisasi standar mutu belum merupakan prioritas yang dipertimbangkan walaupun kenyataannya antar wilayah kerja sudah memperlihatkan perbedaan signifikan.

Bennett & McPherson (2005) yang diperjelas Paterson (2007) telah membuat faktor sukses dalam sistem manajemen jalan untuk menilai dan mengevaluasi perkerasan jalan dengan memanfaatkan IT (*information technology*) yang didukung oleh kombinasi antara pelaku (*people*), pembangunan (*processes*), teknologi jalan (*technology*) dan biaya pelaksanaan (*funding*). Faktor sukses dalam manajemen perkerasan jalan meliputi: (i) kompilasi data yang terdiri atas data sepanjang ruas jalan dan data detail spasial tertentu; (ii) manajemen basis data yang merupakan pusat manajemen data untuk program tindak lanjut; (iii) sistem manajemen perkerasan untuk menetapkan alternatif pengelolaan jalan; (iv) sistem manajemen pemeliharaan rutin untuk mengevaluasi program pemeliharaan rutin; (v) sistem manajemen jembatan untuk menetapkan alternatif pengelolaannya; (vi) sistem monitoring lalul lintas untuk mengevaluasi pertumbuhan lalu lintas; (vii) sistem informasi kecelakaan untuk mengevaluasi kejadian kecelakaan dikaitkan performansi perkerasan jalan; (viii) sistem manajemen lingkungan untuk mengevaluasi perubahan kondisi lingkungan akibat lalu lintas dan performansi perkerasan jalan; (ix) monitoring proyek untuk memantau pelaksanaan pengelolaan jalan yang meliputi mutu, volume dan waktu; (x) sistem informasi geografis untuk mendetailkan informasi performansi perkerasan jalan pada spasial tertentu. Model Paterson (2007.b) ini hanya mencatat data dari kondisi di lapangan tanpa mencermati prioritas faktor-faktor atau variabel *socio engineering* lain yang mempengaruhi kondisi performansi perkerasan jalan. Model ini lebih tepat diterapkan di negara yang sudah berkembang baik IT-nya maupun penerapan *performance base contract* pada pengelolaan jalan, seperti New Zealand, Australia, Amerika dan Inggris. Hal ini menggambarkan bahwa permasalahan aspek *socio engineering* merupakan faktor penting yang harus dicermati dalam manajemen sistem mutu jalan terutama di negara sedang berkembang seperti Indonesia karena kerusakan struktural perkerasan tidak hanya disebabkan repetisi beban lalu lintas tetapi lebih didominasi oleh penyimpangan prosedur implementasi standar mutu

Dari uraian tersebut dapat disimpulkan bahwa model Paterson (2007.b) lebih menekankan sistem basis data yang akurat sebagai dasar untuk melakukan

program aksi dalam penyempurnaan implementasi standar mutu tanpa mencermati bagaimana pengaruh kualitas SDM sebagai pelaku pembangunan jalan. Pemahaman model tersebut dapat dijelaskan dalam Gambar 2.12.



Sumber: Bennett & McPherson (2005) dan Paterson (2007.b)

Gambar 2.12. Faktor sukses dari sistem manajemen jalan

3 Faktor-faktor pemberlakuan standar mutu perkerasan jalan

Pemberlakuan standar mutu diperlakukan sebagai suatu ”proses” yang berlangsung secara terus-menerus yang berkelanjutan, artinya proses pemantauan, pengawasan, penilaian dan evaluasi implementasi standar mutu harus dilakukan sejak tahapan konstruksi sampai pasca konstruksi (Bennett, 2004; Paterson, 2007.b). Pemberlakuan standar mutu memerlukan monitoring dan evaluasi terhadap faktor-faktor yang mempengaruhinya sehingga dapat diketahui pada bagian mana faktor yang kuat atau lemah, selanjutnya dapat dirumuskan solusinya. Faktor dimaksudkan keadaan atau peristiwa yang mempengaruhi terjadinya sesuatu atau sesuatu yang secara aktif berkontribusi terhadap suatu penyelesaian, hasil dan proses (Paterson, 2007.b).

Smith (1996) menyatakan bahwa proses implementasi standar mutu konstruksi merupakan bagian yang tidak terpisahkan dari manajemen proyek, artinya kaidah pemberlakuannya mengikuti kaidah manajemen proyek secara sistemik, yaitu ada masukan, proses, dan keluaran. Bennet & McPherson (2005) menambahkan selain tiga subsistem tersebut, subsistem evaluasi manfaat dan dampak perlu dilakukan untuk menilai kesuksesan pencapaian mutu perkerasan jalan. Berkaitan dengan pengertian pemberlakuan standar mutu merupakan suatu “proses” yang berkelanjutan tersebut, maka faktor-faktor yang mempengaruhi dapat dikelompokkan sesuai subsistemnya. Corhran (2002) menyatakan bahwa dalam pekerjaan pengendalian produk dan evaluasi industri jasa konstruksi diperlukan peranan kinerja sumber daya yang optimal, yang meliputi: manusia, peralatan, bahan, biaya dan standar kerja yang digunakan.

Riset yang dilakukan Bennet & McPherson (2005) dalam evaluasi kinerja perkerasan jalan di 21 negara Asia Pasifik (termasuk Indonesia) disebutkan bahwa ketepatan mutu dalam pengelolaan perkerasan jalan sangat dipengaruhi beberapa faktor, antara lain: (i) kapasitas *field engineer* (insinyur lapangan) dalam mengelola proyek jalan; (ii) kelayakan alat dan material uji lapangan; (iii) kualifikasi standar mutu yang digunakan; (iv) prosedur implementasi standar mutu di lapangan; (v) sistem basis data mutu yang dimodelkan. Aspek penting yang menjadi kendala dalam implementasi standar mutu di beberapa negara sedang berkembang adalah peran aktif kelembagaan yang belum optimal, pendidikan sumber daya manusia

yang masih rendah, ketersediaan alat uji mutu yang terbatas; dan ketidakjelasan manual standar mutu yang digunakan (Kubal, 1996; Kumar, 2000).

Pengalaman empirik yang dicermati Agah (2006) dan Palgunadi (2006) telah menyimpulkan beberapa faktor yang signifikan berpengaruh terhadap pemberlakuan standar mutu perkerasan jalan, antara lain:

a) diseminasi atau sosialisasi dan distribusi merupakan kegiatan yang tidak terpisahkan dari keberhasilan pencapaian mutu jalan karena sangat berpengaruh dalam peningkatan pemahaman substansi standar mutu dan keseragaman kualitas konstruksi jalan; dan
b) peningkatan mutu SDM melalui program pelatihan atau pendidikan khusus secara reguler akan mampu meningkatkan kemampuan dan kemauan untuk lebih meningkatkan mutu jalan.

Sebagai suatu proses yang berkelanjutan, beberapa faktor yang penting dipertimbangkan dalam memonitor keberhasilan pemberlakuan standar mutu adalah: (i) tingkat pencapaian sosialisasi untuk mengukur keterlibatan *stakeholder* terkait dan keseragaman mutu yang dicapai; (ii) tingkat pencapaian mutu untuk mengukur sejauhmana ketepatan mutu, waktu dan volume pengujian terhadap implementasi standar mutu di lapangan. Beberapa kendala terhadap ketepatan pencapaian mutu di lapangan, antara lain: (i) keterbatasan sumber daya (manusia, alat, bahan, dan biaya) sehingga yang dicapai hanya volume proyek bukan mutu proyek (Bates, 1995; Bennett, 2003); (ii) waktu yang tidak cukup karena perubahan cuaca saat konstruksi dan biaya yang amat terbatas sehingga sulit mencapai pekerjaan yang memenuhi standar mutu (Harris & McCaffer, 2001); (iii) pelaporan administrasi proyek yang tidak sesuai dengan fenomena lapangan (George, 1994). Beberapa tantangan yang dihadapi dalam pencapaian sosialisasi standar mutu, antara lain: (i) keterbatasan manusia untuk bersikap responsif terhadap informasi yang baru kecuali ada motivasi untuk maju dan memiliki kompetensi yang tinggi (Aly, 2006; Rukmana, 2006); (ii) keterbatasan waktu dan biaya jika dikaitkan wilayah yang luas seperti Indonesia sehingga cakupan substansi tidak merata (Bapekin, 2003.a; Palgunadi, 2006); (iii) teknologi informasi belum optimal digunakan secara merata di wilayah Indonesia sehingga sosialisasi harus dilakukan dengan tatap muka (Bapekin,2003.a; Palgunadi, 2006; Haryono,

2005). Mulyono & Suraji (2005) dan Mulyono (2007.a) menyimpulkan bahwa keberhasilan pemberlakuan standar mutu jalan dapat dievaluasi dari hasil uji tingkat kekuatan struktural dan fungsional jalan serta performansi permukaan perkerasan terutama pada kondisi satu tahun awal setelah jalan beroperasi, artinya ketepatan mutu, kemantapan dan kenyamanan perkerasan jalan merupakan faktor-faktor yang dipertimbangkan dalam menilai manfaat dan dampak pemberlakuan standar mutu. Salah satu indikatornya adalah terjadinya kerusakan struktural dini, artinya kerusakan perkerasan yang terjadi pada satu tahun awal jalan beroperasi setelah dilakukan pemeliharaan berkala atau peningkatan jalan.

Berkaitan dengan kondisi jaringan jalan nasional dan propinsi yang menyebar di ratusan pulau di Indonesia dan memerlukan investasi sangat besar serta menghadapi tantangan pengendalian mutu yang komplek karena manusia dan budayanya yang beragam, maka faktor-faktor *socio engineering* yang dipertimbangkan dalam memonitor dan mengevaluasi pemberlakuan standar mutu perkerasan jalan, antara lain: (i) sumber daya manusia; (ii) kualitas alat dan bahan uji mutu; (iii) performansi standar mutu; (iv) sosialisasi atau diseminasi dan distribusi standar mutu; (v) prosedur implementasi dan sistem basis data mutu; (vi) pencapaian sosialisasi standar dan mutu konstruksi jalan; (vii) kekuatan struktural dan fungsional; dan (viii) performansi kemantapan dan kenyamanan perkerasan jalan. Selanjutnya perlu dilakukan kajian variabel-variabel dan indikator beserta parameternya pada tiap faktor yang dicermati tersebut terhadap pemberlakuan standar mutu perkerasan jalan.

4. Variabel-variabel yang mempengaruhi faktor pemberlakuan standar mutu perkerasan jalan

a. Sumber daya manusia (SDM) merupakan faktor yang amat menentukan keberhasilan pemberlakuan standar mutu karena manusia sebagai pelaksana, penilai, dan pengendali serta sekaligus obyek implementasi standar mutu. Oleh karenanya perhatian peran dan karakteristik manusia dalam pencapaian mutu menjadi amat penting. Pengalaman empirik Rukmana (2006) dan Mathis & Jackson (2002.a & 2002.b) menyimpulkan ada empat variabel penting yang mempengaruhi karakter manusia dalam sistem manajemen mutu, yaitu: (i) pendidikan formal yang diukur dengan jenjang pendidikan formal yang diperoleh,

dan pendidikan non formal yang diukur dengan jenjang ketrampilan; (ii) pengalaman kerja, diukur dengan lamanya bekerja sesuai profesinya; (iii) kemampuan kompetensi, yang diukur dengan tingkatan kualifikasi dan klasifikasi keahlian dalam bersaing secara positip; dan (iv) pelatihan, yang diukur dengan frekuensi *training* yang mendukung profesi.

Buchari (2006) dalam BPKSDM (2006) menyatakan ada tiga pilar utama yang membentuk kemampuan kompetensi, yaitu: (i) *attitude* (sikap kerja); (ii) *knowledge* (pengetahuan); dan (iii) *knowhow* (kemampuan). Selain itu, Soehartono (2006) dan Mathis & Jackson (2002a. & 2002.b) menyatakan bahwa karakter SDM juga dipengaruhi potensi atau bakat berprestasi, yang kecenderungannya dapat diukur dengan tingkat pemahaman terhadap substansi standar mutu. Variabel lain yang tidak kalah pentingnya untuk dipertimbangkan adalah profesionalisme kerja, yang dapat dibangun dari tiga pilar pokok, yaitu: (i) integritas terhadap bidang keahlian; (ii) kemampuan dan kemauan inovasi baru; dan (iii) dukungan pelatihan yang mantap. Indikator untuk mengukur profesionalisme kerja adalah jumlah pekerjaan pengendalian mutu yang dapat ditangani per tahun. Kualitas SDM pengendali mutu harus selalu dimutakhirkan kompetensinya melalui jumlah CPD yang dapat diikuti per tahun (Koster, 2005).

Hubeis & Mangkuprawira (2006) menyimpulkan dalam manajemen mutu SDM bahwa pengalaman seseorang dalam bekerja merupakan akumulasi dari keberhasilan dan kegagalan serta gabungan dari kekuatan dan kelemahan di dalam menjalankan tugas profesinya. Makin banyak pengalaman kerja seseorang maka semakin tinggi pengetahuan, sikap dan ketrampilannya dalam bekerja yang pada gilirannya akan mampu meningkatkan produktivitasnya. Program-program pelatihan atau *training* profesi akan mampu mengurangi kesenjangan mutu kompetensi antar *engineer* di lapangan sehingga dapat membangun suasana kerja yang kondusif (Sugiri, 2006). Sebagian pakar konstruksi masih mempermasalahkan aspek gender dianggap berpengaruh terhadap mutu dan produktivitas kerja (Akdere, 2006) terutama terjadi di negara yang sedang berkembang. Sementara itu Mathis & Jackson (2002.a) menyatakan tidak ada pengaruh yang signifikan variabel Gender terhadap mutu SDM. Kematangan kepribadian diindikasikan sebagai kematangan kepribadian seseorang tetapi

faktanya belum berbanding lurus dengan umur, artinya seseorang yang berumur lebih tua belum tentu lebih bermutu daripada orang yang berumur lebih muda (Machfudiyanto, 2005; Soehartono, 2006.b). Sementara Akdere (2006) dan Hubeis & Mangkuprawira (2006) lebih menekankan usia produktif kerja sebagai salah satu variabel yang mempengaruhi SDM bukan kematangan jiwa walaupun kedua variabel ini dapat terjadi suatu hubungan langsung. Manusia menurut Akdere (2006) memiliki 3 (tiga) keunikan penting, yaitu: intuisi, kepribadian afektif, dan kebutuhan yang bersifat universal dan spesifik. Derajat keunikan manusia berbeda-beda tergantung pendidikan, ketrampilan, bakat, dan kematangan jiwanya. Partowijoto (2004) mengidentifikasi 7 (tujuh) atribut bagi seseorang yang profesional di bidang keteknikan, yaitu: (i) sikap kerja (integritas, komitmen, fleksibilitas dan reliabilitas); (iii) ketrampilan dan pengetahuan teknik (dasar keteknikan, aplikasi dan praktek); (iii) ketrampilan intelektual (komunikasi, pemecahan masalah, berpikir logis, manajemen); (iv) praktek keteknikan; (v) praktek bisnis; (vi) budaya dan sejarah; (vii) penguasan bahasa asing. Berdasarkan pendapat dan hasil riset para pakar dapat dirumuskan beberapa variabel beserta indikator dan parameternya yang mempengaruhi faktor SDM, sebagaimana ditunjukkan dalam Tabel 2.25.

Tabel 2.25. Indikator dan parameter untuk mengukur variabel yang mempengaruhi faktor SDM dalam pemberlakuan standar mutu

Variabel	Indikator	Parameter dasar
(a) pendidikan formal	(a) jenjang pendidikan	(a) dasar, diploma, sarjana, magister, doktor
(b) pendidikan non formal	(b) jenjang ketrampilan	(b) kasar, terampil, ahli (spesialisasi)
(c) pengalaman kerja sesuai profesi	(c) lama bekerja sebagai pengendali mutu	(c) jumlah tahun
(d) *training* sesuai profesi	(d) frekuensi training	(d) jumlah training per tahun
(e) kemampuan kompetensi	(e) kualifikasi dan klasifikasi keahlian	(e) jumlah sertifikasi keahlian
(f) potensi/bakat untuk berprestasi	(f) pemahaman substansi	(f) jumlah substansi yg dipahami
(g) pemutakhiran kompetensi	(g) CPD yang diikuti	(g) jumlah CPD per tahun
(h) gender	(h) jenis kelamin	(h) laki-laki atau perempuan
(i) kematangan kepribadian	(i) kedewasaan	(i) umur (tahun) orang
(j) profesionalisme	(j) jumlah pekerjaan pengendalian mutu	(j) jumlah pekerjaan pengendalian mutu per tahun

b. Utilisasi alat uji (UAU) merupakan bagian kecil dari lingkaran instrumen manajemen proyek tetapi sangat menentukan indikator performansi konstruksi jalan (McCambridge & Tucker, 1998). Peranan alat uji mutu dalam implementasi standar mutu sangat menentukan umur pelayanan jalan, artinya akurasi dan kualitas alat uji harus benar-benar diperhatikan sehingga perlu perawatan dan kalibrasi rutin (Jahren & Federle, 1999 dalam Mulyono, 2006.a). Bapekin (2003) dalam Mulyono (2006.a) telah melakukan riset tentang sistem penilaian mutu konstruksi jalan yang dalam aplikasinya menghadapi beberapa kendala, antara lain: (i) keterbatasan jumlah dan umur pemakaian alat uji; (ii) beberapa daerah sudah memiliki peralatan uji tetapi akurasi ketelitiannya diragukan karena belum pernah dikalibrasi; (iii) pengadaan alat uji masih terpusat di kota-kota besar sehingga menyulitkan distribusinya sampai di tingkat kabupaten; (iv) teknisi alat belum trampil dan profesional; (v) independensi alat uji masih terfokus di badan penelitian dan pengembangan (litbang) instansi pemerintah atau perguruan tinggi; dan (vi) biaya operasional yang mahal terutama untuk penyiapan suku cadang, perawatan rutin, kalibrasi dan pengadaannya. Riset Bennett & McPherson (2005) menyatakan bahwa kesesuaian parameter teknis yang dimiliki alat uji terhadap parameter teknis yang disyaratkan dalam spesifikasi teknis sangat berpengaruh terhadap: (i) akurasi data ukur; (ii) ketepatan prosedur pengujian; dan (iii) keawetan komponennya. Variabel lain yang tidak kalah pentingnya adalah manual alat uji yang mudah dipahami dan tidak menimbulkan penafsiran ganda agar hasil pencapaian mutu tidak diragukan (Ferguson & Teichoiz, 1996). Sementara itu Plemmons & Bell (1995) menyatakan hampir 60% keberhasilan pencapaian mutu pengujian di lapangan sangat ditentukan kemampuan teknisi, sisanya tergantung kehandalan dan kelengkapan alat uji. Indikator untuk menilai kehandalan alat uji mutu adalah tingkat ketelitian dan bukti sertifikasi kalibrasi alat. Watanatada et al. (1987) dalam Bennett & Paterson (2000) menyimpulkan bahwa kalibrasi komponen alat dilakukan untuk mendapatkan presisi yang akurat sehingga dapat mereduksi penyimpangan hasil uji mutu terhadap batasan toleransi standar mutu. Perumusan variabel beserta indikator dan parameternya yang mempengaruhi faktor Utilisasi Alat Uji (UAU) dapat ditunjukkan dalam Tabel 2.26.

Tabel 2.26. Indikator dan parameter untuk mengukur variabel yang mempengaruhi faktor Utilisasi Alat Uji (UAU) dalam pemberlakuan standar mutu

Variabel	Indikator	Parameter dasar
(a) ketersediaan alat uji	(a) keberadaan alat uji	(a) jumlah alat uji sesuai persyaratan yang disediakan di lapangan
(b) kalibrasi alat uji	(b) bukti kalibrasi oleh JKN	(b) jumlah sertifikat kalibrasi sesuai persyaratan oleh JKN
(c) spesifikasi alat uji sesuai RKS	(c) parameter teknis alat uji	(c) jumlah parameter alat uji sesuai RKS
(d) proses pengadaan alat uji	(d) durasi pengadaan alat uji	(d) jumlah waktu (hari) pengadaan alat uji
(e) kehandalan alat uji	(e) ketelitian alat uji	(e) jumlah data ukur yang akurat
(f) jangka waktu pemakaian	(f) umur pakai alat uji	(f) jumlah tahun pemakaian
(g) manual/juknis alat uji	(g) pemahaman manual	(g) jumlah substansi yang dapat dipahami
(h) independensi pengujian	(h) ketersediaan alat uji oleh lembaga independen	(h) jumlah alat uji mutu sesuai persyaratan yang disediakan oleh laboratorium independen
(i) kemampuan teknisi/operator	(i) keahlian teknisi	(i) jumlah kejadian kesalahan teknisi
(j) biaya pengadaan alat uji	(j) jumlah biaya yang diperlukan	(j) harga satuan alat per jenis pengujian
(k) suku cadang alat uji	(k) ketersediaan suku cadang di pasaran	(k) jumlah suku cadang alat uji yang mudah didapatkan di pasaran
(l) pemeliharaan alat uji	(l) kesiapan pengoperasian alat uji	(l) jumlah kejadian kerusakan alat uji

c. Utilisasi bahan uji (UBU) merepresentasikan kualitas dan volume kebutuhan material konstruksi secara keseluruhan, kesalahan pengambilan bahan uji akan berpengaruh terhadap ketidaktepatan mutu (Bennett & McPherson, 2005). Hasil riset Bennett & McPherson (2005) menyebutkan bahwa variabel-variabel yang dipertimbangkan dengan cermat terhadap utilisasi bahan uji, antara lain: (i) ketersediaan bahan uji, indikatornya adalah jumlah bahan uji yang dapat disediakan; (ii) proses pengadaan bahan uji, indikatornya adalah durasi waktu yang diperlukan untuk mendapatkannya; (iii) kualitas bahan uji, indikatornya adalah kesesuaian mutunya dengan RKS; dan (iv) ketepatan metode sampling, salah satu indikatornya adalah jumlah dan dimensi sampel uji mutu. Biatna dkk. (2005) dan Paterson (2007.a) telah menyimpulkan bahwa ketepatan metode *sampling* berkaitan dengan proses pengambilan sampel dalam hal jumlah, ukuran, lokasi, dan frekuensi. Sjahdanulirwan & Nono (2005.a) dan Hudson *et al*. (1997) menyatakan pencapaian mutu pengujian lebih banyak dipengaruhi jumlah sampel yang menghasilkan data ukur sesuai standar mutu. Sementara itu, Soenarno (2006) menyatakan salah satu aspek pencapaian mutu yang perlu dipertimbangkan adalah jumlah sampel uji mutu harus mencerminkan kebutuhan material konstruksi secara keseluruhan. Variabel beserta indikator dan parameternya yang mempengaruhi faktor Utilisasi Bahan Uji (UBU) dapat ditunjukkan dalam Tabel 2.27.

Tabel 2.27. Indikator dan parameter untuk mengukur variabel yang mempengaruhi faktor Utilisasi Bahan Uji (UBU) dalam pemberlakuan standar mutu

Variabel	Indikator	Parameter dasar
(a) ketersediaan bahan uji	(a) keberadaan bahan uji	(a) jumlah bahan uji yang dapat disediakan
(b) kualitas bahan uji	(b) kesesuaian mutu dengan RKS	(b) mutu bahan uji yang sesuai RKS
(c) kuantitas/volume bahan uji	(c) kesesuaian kuantitas terhadap volume pekerjaan	(c) jumlah bahan uji yang merepresen-tasikan kebutuhan material
(d) proses pengadaan bahan uji	(d) durasi pengadaan bahan uji	(d) jumlah waktu (hari) pengadaan bahan uji
(e) *sampling* pengujian	(e) kesesuaian sampel terhadap bahan uji	(e) jumlah sampel yang mewakili bahan uji
(f) pengambilan *sampling*	(f) teknik/metoda pengambilan sampel	(f) jumlah sampel yang memenuhi prosedur pengambilan sampel
(g) lokasi pengambilan *sampling*	(g) representasi lokasi	(g) jumlah sampel yang mewakili lokasi
(h) ukuran *sampling*	(h) dimensi sampel	(h) jumlah sampel yang memenuhi standar dimensi sampel
(i) frekuensi *sampling*	(i) jumlah pengambilan sampel	(i) jumlah pengambilan sampel sesuai kebutuhan sampel
(j) biaya pengujian bahan uji	(j) biaya uji mutu bahan	(j) harga satuan pengujian mutu bahan
(k) biaya pengambilan *sampling*	(k) biaya pengambilan sampel	(k) harga satuan pengambilan sampel
(l) ketersediaan bahan lokal	(l) keberadaan bahan lokal sebagai bahan uji	(l) jumlah bahan lokal yang memenuhi persyaratan

d. Tampilan format standar mutu (TFS) dapat mempengaruhi pemikiran *engineer* ketika akan mengimplementasikan standar di lapangan karena bentuk tampilan buku saku dilengkapi dengan bahasa yang sederhana akan lebih mudah dipahami dan disukai daripada bentuk besar dengan bahasa asing (Palgunadi, 2006). Weston & Whidett (1999) menyimpulkan bahwa beberapa variabel yang perlu diperhatikan dalam format standar mutu, antara lain: (i) kelengkapan substansi; (ii) keasliannya; dan (iii) performansi dan bentuk tampilannya yang disukai pengguna. Selain itu Sjahdanulirwan (2006.b) dan Palgunadi (2006) menyatakan tampilan format standar mutu yang harus diperhatikan pada saat pelaksanaan diseminasi, antara lain: (i) manual standar mutu yang dilengkapi deskripsi substansinya dengan bahasa yang mudah dipahami; (ii) kualifikasi yang dilengkapi dengan legal keaslian dan pengakuan *stakeholders*; (iii) bentuk tampilan yang mudah dibawa (*workability*); dan (iv) kesesuaian dengan jenjang pendidikan dan ketrampilan pengguna. Selain itu variabel lain yang masih perlu dipertimbangkan adalah biaya kepemilikan dan proses pengadaannya terutama dikaitkan dengan wilayah kepulauan yang luas (Mulyono & Suraji, 2005). Variabel-variabel lain yang perlu diperhatikan dalam tampilan format standar adalah bentuk, ukuran, warna tampilan, format penulisan, kemudahan dibawa, kepraktisan dan bahasa yang komunikatif (Sjahdanulirwan, 2006.b). Variabel beserta indikator dan parameternya yang mempengaruhi faktor Tampilan Format Standar (TFS) dapat ditunjukkan dalam Tabel 2.28.

Tabel 2.28. Indikator dan parameter untuk mengukur variabel yang mempengaruhi faktor Tampilan Format Standar (TFS) dalam pemberlakuan standar mutu

Variabel	Indikator	Parameter dasar
(a) bahasa yang digunakan	(a) jenis bahasa	(a) jumlah substansi standar mutu yang berbahasa asing
(b) deskripsi substansi standar mutu	(b) kejelasan substansi	(b) jumlah substansi standar mutu yang dapat dipahami
(c) performansi standar mutu	(c) preferensi tampilan oleh pengguna	(c) jumlah tampilan format standar mutu yang disukai pengguna
(d) pengadaan standar mutu	(d) proses pengadaan	(d) jumlah biaya dan waktu pengadaan standar mutu
(e) tingkatan standar mutu	(e) kesesuaian dengan jenjang pendidikan pengguna	(e) jumlah pengguna yang sesuai tingkatan standar mutu
(f) manual standar mutu	(f) kesesuaian manual terhadap spesifikasi teknis	(f) jumlah substansi standar mutu sesuai spesifikasi teknis
(g) pengakuan standar mutu	(g) sertifikasi standar	(g) jumlah lembaga yang mengakui standar mutu
(h) ukuran standar mutu	(h) kemudahan dibawa (*portability)*	(h) jumlah substansi standar mutu yang dapat dibentuk menjadi buku saku
(i) keaslian standar mutu	(i) kesesuaian dengan aslinya	(i) jumlah substansi standar mutu yang menyimpang dari aslinya
(j) kualifikasi standar mutu	(j) kesesuaian substansi terhadap spesifikasi teknis	(j) jumlah substansi standar mutu yg tidak sesuai dengan spesifikasi teknis
(k) biaya kepemilikan standar mutu	(k) biaya pengadaan	(k) harga satuan tiap jenis standar mutu

e. Sosialisasi (diseminasi) standar mutu (SOS) merupakan salah satu faktor yang terpenting dalam mencapai keseragaman mutu konstruksi jalan terutama dikaitkan Indonesia yang memiliki banyak wilayah kepulauan. Mathis & Jackson (2002.a & 2002.b) menyimpulkan bahwa dalam sosialisasi norma dan manual pencapaian mutu harus memperhatikan beberapa variabel penting, antara lain: (i) kualitas penyelenggaraan, yang berkaitan dengan lokasi, jadwal, legalitas, cakupan materi, partisipasi semua pihak terkait dan responsivitas peserta; (ii) komitmen kerjasama kelembagaan; dan (iii) kualitas instruktur dan materi sosialisasi. Goetsch & Davis (2002) menambahkan bahwa kelengkapan materi sosialisasi dan kerjasama kelembagaan sangat menentukan pencapaian penyeragaman mutu terutama bagi wilayah kerja yang tidak memiliki sumber daya yang handal. Rukmana (2006) maupun Sukawan (2006) mempertegas bahwa kualifikasi instruktur harus lebih tinggi daripada peserta sosialisasi karena akan mempercepat dan menambah transfer pengetahuan teknologi bagi peserta. Indikator untuk menilai kompetensi instruktur adalah kualifikasi dan klasifikasi yang dibuktikan dengan jumlah sertifikat keahlian yang dimiliki. Penyelenggaraan sosialisasi standar mutu harus memperhatikan aspek lokasi, waktu, legalitas dan evaluasi (Donald & Harvey, 2006; Hubeis & Mangkuprawira, 2006). Lokasi penyelenggaraan sebaiknya menyebar tidak terfokus di ibukota propinsi (Rivai, 2006), legalitas sebaiknya resmi atas dasar ijin pimpinan lembaga yang berwenang (Agah, 2006), waktu sebaiknya tidak *overlapping* dengan pelaksanaan konstruksi

(Aly, 2001). Indikator untuk menilai keberhasilan penyelenggaraan sosialisasi adalah jumlah dukungan peserta dan *stakeholder* terkait. Berdasarkan pengalaman empirik dan riset para pakar, maka dapat dirumuskan indikator dan parameter untuk mengukur variabel yang mempengaruhi faktor Sosialisasi Standar Mutu (SOS), sebagaimana ditunjukkan dalam Tabel 2.29.

Tabel 2.29. Indikator dan parameter untuk mengukur variabel yang mempengaruhi faktor Sosialisasi Standar Mutu (SOS) dalam pemberlakuan standar mutu

Variabel	Indikator	Parameter dasar
(a) publikasi massa	(a) konferensi pers/ publikasi di surat kabar/ majalah	(a) jumlah konferensi pers/publikasi
(b) seminar	(b) presentasi seminar	(b) jumlah presentasi seminar
(c) *workshop*/semiloka	(c) presentasi *workshop*	(c) jumlah presentasi *workshop*
(d) training/pelatihan	(d) frekuensi training/pelatihan	(d) jumlah training/pelatihan
(e) partisipasi *stakeholder*	(e) keterlibatan *stakeholder* terkait	(e) jumlah *stakeholder* yang berpartisipasi
(f) biaya sosialisasi	(f) biaya sosialisasi yang dikeluarkan	(f) harga satuan penyelenggaraan sosialisasi
(g) cakupan diseminasi	(g) frekuensi diseminasi	(g) jumlah diseminasi standar mutu
(h) kerjasama kelembagaan	(h) keterlibatan organisasi profesi	(h) jumlah organisasi profesi yang berpartisipasi
(i) kompetensi instruktur sosialisasi	(i) kualifikasi dan klasifikasi instruktur	(i) jumlah sertifikat keahlian instruktur

Tabel 2.29. (lanjutan)

Variabel	Indikator	Parameter dasar
(j) jumlah instruktur sosialisasi	(j) ketersediaan instruktur sosialisasi	(j) jumlah instruktur yang dapat dimobilisasi
(k) lokasi penyelenggaraan sosialisasi	(k) jumlah kota tiap propinsi sosialisasi	(k) jumlah kota lokasi penyelenggaraan sosialisasi di tiap propinsi
(l) materi sosialisasi	(l) kelengkapan materi	(l) jumlah bab materi sosialisasi yang sesuai standar mutu yang diimplementasikan
(m) waktu penyelenggaraan sosialisasi	(m) ketepatan penyelenggara sosialisasi	(m) jumlah selisih waktu (bulan) antara sosialisasi dan permulaan implementasi
(n) legalisasi sosialisasi	(n) kemudahan partisipasi organisasi profesi	(n) jumlah organisasi profesi yang diijinkan berpartisipasi dalam sosialisasi
(o) responsifitas peserta sosialisasi	(o) adanya pertanyaan selama sosialisasi	(o) jumlah peserta sosialisasi yang mengajukan pertanyaan

f. Distribusi standar mutu (DIS) sangat berpengaruh terhadap kelancaran diseminasi di kabupaten yang jauh dari ibukota propinsi, beberapa variabel yang mempengaruhinya, antara lain: (i) partisipasi aktif kelembagaan terkait; dan (ii) ketepatan dan kecepatan pengiriman buku cetak (Palgunadi, 2006; Aly, 2001). Ketersediaan buku cetak standar mutu tidak kalah penting untuk dipertimbangkan walaupun saat ini sudah ada SNI *on line* tetapi proses cetak *file* komputer bukan sesuatu yang murah (Haryono, 2005). Variabel lain yang perlu diperhatikan adalah:

(i) lokasi pendistribusian yang harus merata di suatu wilayah kerja sehingga memudahkan diseminasinya (Christoper, 2004); (ii) waktu penyelenggaraan distribusi tidak boleh *overlapping* dengan diseminasi dan pelaksanaan fisik proyek jalan (Aly, 2001); (iii) transportasi distribusi dihindari pergantian banyak antar moda transportasi agar biaya distribusi tidak mahal (Sjahdanulirwan, 2006.b); dan (iv) proses birokrasi kelembagaan dipermudah agar berlangsung cepat dan tepat di lapangan (Dessler, 2005 & 2006). Indikator dan parameter untuk mengukur variabel yang mempengaruhi faktor Distribusi Standar Mutu (DIS) dalam pemberlakuan standar mutu dapat ditunjukkan dalam Tabel 2.30.

Tabel 2.30. Indikator dan parameter untuk mengukur variabel yang mempengaruhi faktor Distribusi Standar Mutu (DIS) dalam pemberlakuan standar mutu

Variabel	Indikator	Parameter dasar
(a) transportasi distribusi	(a) moda transportasi distribusi	(a) jumlah pergantian moda transportasi dalam distribusi standar mutu
(b) biaya distribusi	(b) biaya distribusi yang dikeluarkan	(b) harga satuan distribusi standar mutu
(c) kecepatan distribusi	(c) waktu tempuh distribusi	(c) jumlah pengurangan waktu distribusi standar mutu
(d) lokasi pendistribusian	(d) jarak tempuh distribusi	(d) jumlah pengurangan jarak tempuh distribusi standar mutu
(e) kerjasama kelembagaan	(e) keterlibatan lembaga pemerintah	(e) jumlah lembaga pemerintah yang berpartisipasi aktif dalam distribusi

Tabel 2.30. (lanjutan)

Variabel	Indikator	Parameter dasar
(f) partisipasi *stakeholder*	(f) keterlibatan *stakeholder* terkait	(f) jumlah organisasi profesi yang berpartisipasi aktif dalam distribusi standar mutu
(g) ketepatan waktu distribusi	(g) waktu penyelenggaraan distribusi	(g) jumlah selisih waktu distribusi dan permulaan implementasi standar mutu
(h) ketersediaan cetak materi	(h) buku (eksemplar)	(h) jumlah buku cetak standar yang dibutuhkan di wilayah kerja
(i) proses birokrasi distribusi	(i) efisiensi dan efektivitas birokrasi	(i) jumlah lembaga birokrasi yang dilalui dalam proses distribusi stándar mutu

g. Implementasi standar mutu (IMS) merupakan faktor penting dalam upaya pencapaian mutu konstruksi jalan (Bennett & McPherson, 2005), yang dalam prakteknya dipengaruhi oleh beberapa variabel, antara lain: (i) ketepatan implementasi berkaitan dengan penyimpangan dan kompleksitas permasalahan; (ii) jangka waktu implementasi berkaitan dengan durasi waktu pengujian dan akuisisi data; (iii) kesesuaian spesifikasi teknis dengan obyek implementasi; dan (iv)

pengakuan hasil implementasi berkaitan dengan penjaminan mutu. Soehartono (2006.a) menyimpulkan pemahaman prosedur implementasi sangat berpengaruh terhadap ketepatan implementasi, tolok ukurnya adalah berapa bagian dari prosedur implementasi yang dapat dipahami pengguna. Implementasi standar mutu juga dipengaruhi tuntutan spesifikasi teknis dan batasan toleransi data ukurnya, sehingga dalam prakteknya harus memperhatikan kualitas material dan perubahan cuaca (Bennett & McPherson, 2005). Penerapan standar mutu sering mengalami kegagalan karena tidak dapat mengakomodasi perubahan-perubahan yang terjadi seperti cuaca dan bahan lokal sehingga ada kecenderungan memodifikasi substansinya agar standar minimal masih dapat dicapai (Weston & Whidett, 1999). Kubal (1996) menyimpulkan bahwa akuisisi data dapat diukur dari jumlah waktu (jam atau menit) untuk memperoleh data ukur hasil analisis, makin cepat makin baik akuisisinya. Namun demikian Andriyanto (2006) menyatakan pendapat yang antagonis antara durasi implementasi dan akuisisi data, beberapa standar mutu memiliki durasi yang pendek (dalam hitungan menit) tetapi akuisisi data pendukungnya lama (lebih dari satu hari) karena tidak terarsip dengan baik atau harus diakses dari instansi lain. Selain itu, Aly (2001) menyatakan berdasarkan pengalaman empiriknya, disebutkan bahwa implementasi standar mutu di lapangan dihadapkan pada kompleksitas permasalahan baik teknis maupun sosial dan lingkungan. Permasalahan yang rumit dalam implementasi tersebut, antara lain: (i) kualitas SDM dan bahan lokal yang tidak sama di tiap wilayah kerja sehingga sulit mencapai keseragaman mutu; (ii) ketersediaan jumlah alat uji mutu yang amat terbatas, diperparah kualitasnya yang tidak terpantau; (iii) konstruksi jalan yang tidak terpadu dengan sistem drainase permukaan sehingga sering terjadi genangan air di atas permukaan jalan. Indikator dan parameter untuk mengukur pengaruh variabel terhadap faktor Implementasi Standar Mutu (IMS) dapat ditunjukkan dalam Tabel 2.31.

Tabel 2.31. Indikator dan parameter untuk mengukur variabel yang mempengaruhi faktor Implementasi Standar (IMS) dalam pemberlakuan standar mutu

Variabel	Indikator	Parameter dasar
(a) pemahaman implementasi standar	(a) pemahaman prosedur implementasi	(a) jumlah bab dari prosedur implementasi yang dapat dipahami
(b) kompleksitas pelaksanaan	(b) kerumitan pelaksanaan	(b) jumlah bab dari prosedur implementasi yg. dapat dilaksanakan
(c) penyimpangan substansi standar yang diimplementasikan	(c) penyimpangan prosedur implementasi	(c) jumlah prosedur implementasi yg. tidak dipenuhi sesuai spesifikasi teknis
(d) biaya implementasi standar mutu	(d) biaya implementasi yang dikeluarkan	(d) harga satuan implementasi standar mutu yang dikeluarkan
(e) durasi implementasi standar mutu	(e) waktu yang diperlukan	(e) jumlah waktu yang diperlukan untuk implementasi

(f) obyek implementasi standar mutu	(f) kesesuaian obyek implementasi dengan substansi stándar mutu	(f) jumlah selisih antara data lapangan dan laboratorium
(g) akuisisi data	(g) kecepatan memperoleh data	(g) jumlah waktu untuk memperoleh data ukur
(h) pengakuan hasil pengujian	(h) ketersediaan laboratorium independen	(h) jumlah bab substansi standar mutu yang dapat dikerjakan laboratorium independen
(i) batasan toleransi implementasi standar mutu	(i) sensitifitas hasil penggunaan standar	(i) jumlah selisih antara data terukur dan data standar optimum
(j) tuntutan spesifikasi teknis	(j) kesesuian standar mutu terhadap spesifikasi teknis	(j) jumlah bab substansi standar mutu yang sesuai dengan spesifikasi teknis
(k) modifikasi standar mutu terhadap faktor regional	(k) perubahan substansi standar mutu	(k) jumlah bab substansi standar mutu yang dapat dimodifikasi karena faktor regional

h. Manajemen data (MDA) berkaitan erat dengan kompilasi dan analisis hasil pengujian mutu sehingga diperlukan sistem basis data yang handal, beberapa variabel yang mempengaruhinya, antara lain: (i) sistem arsip yang selalu siap saji jika diperlukan; (ii) pengendalian data yang memisahkan data akurat dari data yang rusak; dan (iii) pengorganisasian data yang mengklasifikasikan data sesuai ragam satuan dan dimensi (Bennett & McPherson, 2005; Bennett *et al*., 2007). Biatna dkk. (2005) menyatakan bahwa dalam manajemen data diperlukan adanya ketepatan metode pengolahan, kemudahan akses data, legalitas sumber data, dan kualifikasi data. Kompilasi data menurut Goetsch & Davis (2002) sangat dipengaruhi kompleksitas data, yang diindikasikan dalam ragam satuan dan ragam dimensi. Ragam dimensi berkaitan dengan kuantitas dan kualitas serta waktu. Ragam satuan berkaitan dengan parameter yang dapat dihitung atau diukur (Bennett *et al*., 2007; Biatna dkk., 2005). Akurasi data lebih menekankan pada reliabilitas data, artinya seberapa besar ketersediaan dan pencatatan data yang tepat dan dapat dipercaya serta legal pengujiannya (Goetsch & Davis, 2002). Kehandalan sistem basis data diperlukan jika data ukur yang dihasilkan bersifat komplek sehingga harus diolah, dikelompokkan, diamankan, dikendalikan dan disimpan dengan benar. Data sebagai basis informasi yang memiliki dimensi waktu tidak tebatas sehingga sistem pengarsipannya harus mampu memberikan pelayanan yang cepat dan tepat (Kasi, 1995). Aksesibilitas data merupakan tingkat kemudahan untuk memperoleh data dari sumber yang dapat dipercaya atau kemudahan mendapatkan dan mengolah data ukur hasil pengukuran yang lebih pasti (Anderson *et al*., 1999; Biatna dkk., 2005). Berdasarkan pendapat para pakar tersebut dapat dirumuskan beberapa variabel beserta indikator dan parameternya yang mempengaruhi faktor Manajemen Data (MDA) dapat ditunjukkan dalam Tabel 2.32.

Tabel 2.32. Indikator dan parameter untuk mengukur variabel yang mempengaruhi faktor Manajemen Data (MDA) dalam pemberlakuan standar mutu

Variabel	Indikator	Parameter dasar
(a) metode kompilasi data	(a) manual atau otomatisasi	(a) jumlah data per jam atau per hari
(b) kompleksitas data	(b) ragam satuan data	(b) jumlah ragam satuan data hasil pengujian
(c) akurasi/kualifikasi data	(c) reliabilitas kualitas data	(c) jumlah data yang akurat sesuai spesifikasi teknis
(d) pengarsipan data	(d) kecepatan memperoleh data kembali	(d) jumlah data terarsip yang dapat diperoleh kembali jika diperlukan
(e) pengendalian data	(e) keutuhan data	(e) jumlah data yang tidak valid (rusak)
(f) pengorganisasian data	(f) kerapihan data	(f) jumlah data yang tercampur dengan data lain
(g) pengamanan data	(g) kualitas penyimpanan	(g) jumlah data yang hilang
(h) aksesibilitas data	(h) tingkat kemudahan memperoleh data	(h) jumlah selisih waktu antara akses data pendukung dan uji lapangan
(i) sumber pengadaan data	(i) reliabilitas sumber data	(i) jumlah data ukur yang didapatkan dari sumber lain
(j) metode pengolahan data	(j) kemudahan evaluasi data	(j) jumlah data akurat yang berbeda jauh dari kelompoknya

i. Tingkat pencapaian mutu (TPM) berkaitan dengan hasil implementasi standar mutu dan manajemen data ukur hasil pengujian di lapangan (Smith,1996), beberapa variabel yang mempengaruhinya, antara lain: (i) mutu pengujian yang berkaitan dengan ketepatan prosedur implementasi standar dan kesesuaian dengan spesifikasi teknis; (ii) waktu pengujian yang berkaitan dengan volume dan tujuan pengujian; dan (iii) volume pengujian yang berkaitan dengan tertib administrasi dan volume pengujian. Weston & Whidett (1999) menyatakan bahwa tidak semua data ukur mutu hasil analisis didapatkan melalui mutu pengujian yang tepat karena beberapa aspek internal (keterbatasan sumber daya dan kualifikasi standar mutu) dan eksternal (cuaca, kearifan lokal, material lokal). Keterlambatan pengujian mutu dari jadwal yang sudah ditentukan akan berpengaruh terhadap penurunan mutu pengujian sehingga data ukur yang dihasilkan tidak memenuhi spesifikasi teknis (Widjajanto & Maulana, 2006). Konstruksi jalan bersifat datar dan memanjang (bukan menjulang tinggi), keseragaman mutu perkerasannya sering menghadapi permasalahan sosial, *engineering*, cuaca dan keterkaitan dengan fasilitas lain sehingga pengujian mutunya harus memiliki ketepatan tujuan atau sasaran yang jelas (Andriyanto, 2006). Selanjutnya, Smith, 1996 dan Soehartono (2006.a) menyatakan tidak semua volume uji mutu belum mewakili luasan atau volume pekerjaan fisik karena tidak semua volume *sampling* dapat memenuhi tuntutan jumlah dan prosedur metode *sampling*-nya. Berdasarkan pendapat pakar tersebut, dapat dirumuskan beberapa variabel beserta indikator dan parameternya yang

mempengaruhi faktor Tingkat Pencapaian Mutu (TPM) sebagaimana ditunjukkan dalam Tabel 2.33.

Tabel 2.33. Indikator dan parameter untuk mengukur variabel yang mempengaruhi faktor Tingkat Pencapaian Mutu (TPM) dalam pemberlakuan standar mutu

Variabel	Indikator	Parameter dasar
(a) ketepatan implementasi standar	(a) prosedur implementasi	(a) jumlah data ukur hasil analisis yang sesuai prosedur implementasi standar mutu
(b) ketepatan mutu sesuai standar	(b) mutu pengujian	(b) jumlah data ukur yang didapatkan dengan mutu pengujian yang tepat
(c) ketepatan waktu uji mutu	(c) waktu pengujian	(c) jumlah keterlambatan waktu uji terhadap batas akhir jadwal pengujian
(d) ketepatan biaya uji mutu	(d) biaya pengujian	(d) harga satuan biaya pengujian mutu
(e) ketepatan tujuan/sasaran	(e) pencapaian tujuan	(e) jumlah data ukur yang didapatkan dari pengujian di lapangan
(f) ketepatan administrasi	(f) pencapaian administrasi	(f) jumlah sampel yang mengalami kesalahan pelaporan administrasi teknik
(g) ketepatan hukum	(g) pencapaian legalitas	(g) jumlah data ukur yang menyimpang dari spesifikasi teknis
(h) ketepatan volume pengujian	(h) pencapaian volume uji mutu sesuai standar pengambilan sampling	(h) jumlah sampel yang tidak memenuhi prosedur standar pengambilan sampling

j. Tingkat pencapaian sosialisasi (TPS) berkaitan dengan dampak penyelenggaraan diseminasi standar mutu perkerasan jalan di wilayah kerja terkait, beberapa variabel penting yang harus dipertimbangkan, antara lain: (i) hubungan kerja sama antar institusi, yang diindikasikan seberapa besar partisipasi organisasi profesi (Goetsch & Davis, 2002); (ii) kelancaran penyelenggaraan diseminasi, yang diindikasikan seberapa besar peningkatan responsivitas peserta dan penurunan hambatan eksternal (Goetsch & Davis, 2002; Sylte, 1999.c) dan internal (Agah, 2006; Palgunadi, 2006); (iii) keseragaman penggunaan standar mutu; yang diindikasikan seberapa besar peningkatan jumlah *stakeholder* yang menggunakan standar mutu (Kasi, 1995; Palgunadi, 2006); dan (iv) penyebaran informasi yang lebih luas, yang diindikasikan seberapa besar peningkatan jumlah *stakeholder* yang menerima dokumen standar mutu. Selain itu keberhasilan sosialisasi standar mutu dapat ditentukan dari peningkatan kuantitas dan kualitas materi sosialisasi serta ketepatan jadwal penyelenggaraannya yang tidak *overlapping* dengan pelaksanaan fisik di lapangan (Palgunadi, 2006; Bapekin, 2003.a). Indikator dan parameter untuk mengukur variabel yang mempengaruhi faktor Tingkat Pencapaian

Sosialisasi (TPS) dalam pemberlakuan standar mutu dapat ditunjukkan dalam Tabel 2.34.

Tabel 2.34. Indikator dan parameter untuk mengukur variabel yang mempengaruhi faktor Tingkat Pencapaian Sosialisasi (TPS) dalam pemberlakuan standar mutu

Variabel	Indikator	Parameter dasar
(a) kehandalan organisasi internal	(a) partisipasi unsur organisasi	(a) jumlah unsur organisasi yg terlibat sosialisasi
(b) kelancaran sosialisasi	(b) responsifitas peserta	(b) jumlah selisih peserta realisasi dan target sosialisasi
(c) kelengkapan substansi standar	(c) cakupan substansi standar mutu	(c) jumlah bab substansi standar mutu yang disosialisasikan
(d) penyebaran informasi standar	(d) pemerataan informasi	(d) jumlah *stakeholder* yang mendapatkan dokumen standar mutu
(e) keseragaman penggunaan standar mutu	(e) kesamaan penggunaan standar	(e) jumlah *stakeholder* yang menggunakan standar mutu yang sama
(f) ketepatan jadwal sosialisasi	(f) keterlambatan sosialisasi	(f) jumlah selisih waktu antara sosialisasi dan permulaan implementasi
(g) pemantapan hubungan institusi	(g) partisipasi organisasi profesi	(g) jumlah selisih organisasi profesi yg berpartisipasi tahun ini dan sebelumnya

k. Tingkat kekuatan struktural (TKS) perkerasan jalan merupakan indikator penting yang dipertimbangkan dalam proses pemberlakuan standar mutunya, beberapa variabel yang mempengaruhinya, antara lain: (i) daya dukung perkerasan (Yoder & Witchzak, 1975; B.C. *Ministry of Transportation*, 2007; Scott *et al*., 2004); (ii) beban lalu lintas kendaraan (Brown & Brunton, 1987; Mulyono, 2002); (iii) sistem drainase permukaan (Watmove, 2007; Aly, 2006).

Indikator untuk menilai daya dukung perkerasan adalah performansi kondisi struktural permukaan perkerasan yang diukur dengan *rating* PCI, yang mendeskripsikan jenis dan tingkat keparahan kerusakan struktural. Kategori PCI perkerasan jalan dapat ditunjukkan dalam Tabel 2.35.

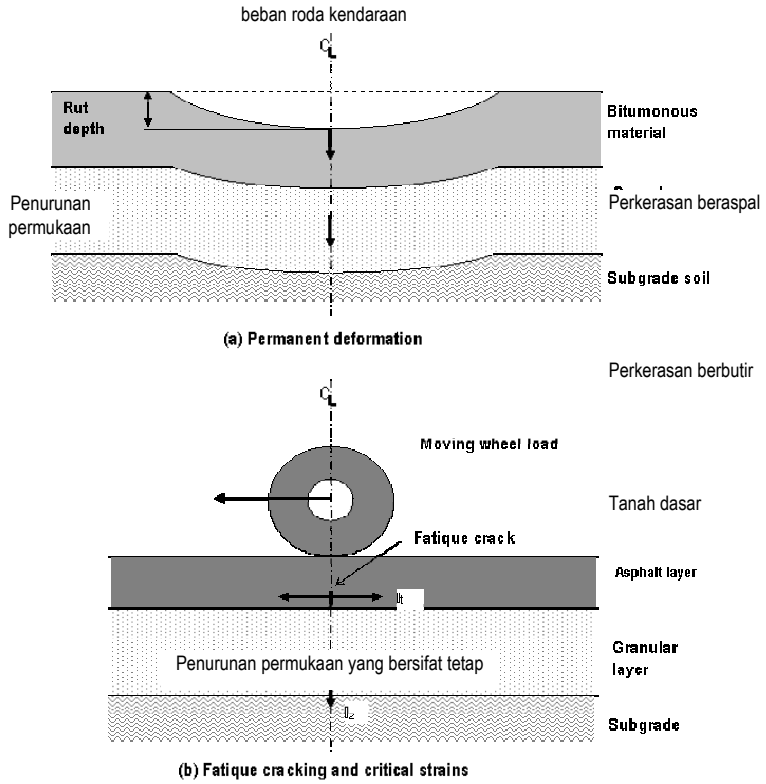
Tabel 2.35. *Rating* PCI

Kategori	*Rating* PCI *)	*Rating* PCI **)
Excellent (istimewa)	85 – 100	-
Very good (sangat baik)	70 – 85	-
Good (baik)	55 – 70	> 70
Fair (sedang)	40 – 55	55 – 70
Poor (jelek)	20 – 40	25 – 55
Very poor (sangat jelek)	10 – 25	< 25
Failed (rusak total)	< 10	-

*Sumber: *) = Ditjen Prasarana Wilayah (2004.a); B.C. Ministry of Transportation (2007); US Army Corps of Engineering (1990); **) = Gedafa (2006); Scott et al. (2004); AASHTO (1998.a)*

Daya dukung perkerasan dapat direpresentasikan dalam nilai stabilitas perkerasan dan kerusakan dini yang terjadi. Nilai SDI mengindikasikan besar kecilnya tingkat kerusakan struktural permukaan jalan, ada 2 (dua) kelompok nilai SDI, yaitu: (i) SDI<50, kerusakan permukaan jalan yang ada tidak perlu perbaikan struktural yang intensif, dapat dilakukan parsial; dan (ii) SDI>50, kerusakan permukaan jalan yang ada harus dilakukan perbaikan total dan intensif, kondisi fisik jalan yang ada dikategorikan rusak ringan dan berat. Indikator teknis untuk menilai kerusakan struktural dini adalah jumlah panjang jalan yang memiliki SDI>50.

Teori tebal perkerasan Brown & Brunton (1987) menyimpulkan beban lalulintas yang didukung perkerasan jalan menghasilkan dua regangan kritis, yaitu: (i) regangan tarik horisontal (εt) yang terjadi pada sisi bawah perkerasan; dan (ii) regangan desak vertikal (εz) yang terjadi pada sisi atas subgrade. Ilustrasi kedua regangan tersebut dapat ditunjukkan dalam Gambar 2.13.

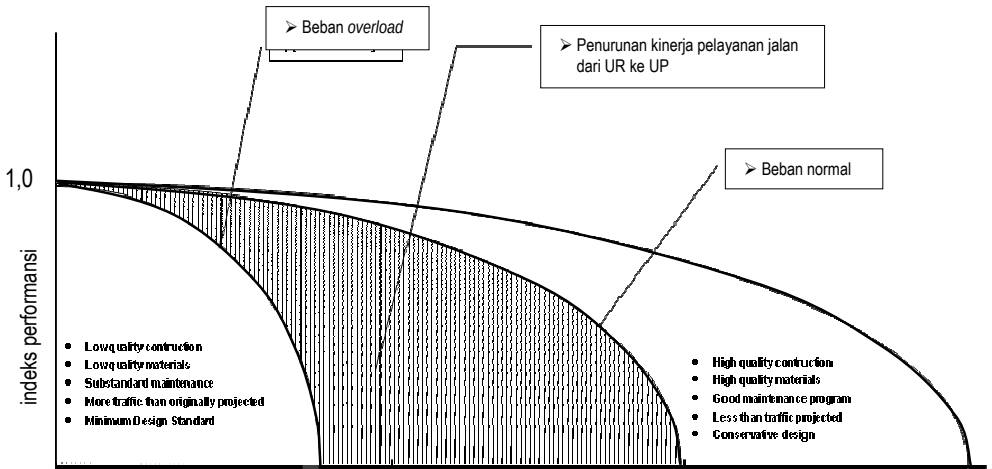


Beban kendaraan yang bergerak

Sumber: Brown & Brunton (1987)

Gambar 2.13. Ilustrasi regangan tarik horisontal dan regangan desak vertikal serta penurunan permukaan pada perkerasan lentur

Jika tegangan tarik yang terjadi lebih besar dari tegangan tarik dalam horisontal akan mengakibatkan lapis perkerasan retak dan bila tegangan vertikal desak yang terjadi lebih besar dari tegangan vertikal tanah yang diijinkan akan mengakibatkan regangan plastis pada tanah. Regangan plastis ini yang selanjutnya mengakibatkan terjadinya deformasi tetap pada perkerasan. Berdasarkan teori tersebut, Watson (1989) dalam Rahim (2000) menyatakan makin besar jumlah repetisi beban selama umur rencana jalan maka kinerja lapis keras akan mengalami kemunduran, yang diindikasikan dengan penurunan umur rencana (UR) menjadi umur perbaikan (UP), seperti ditunjukkan dalam Gambar 2.14.



- Kualitas konstruksi rendah
- Kualitas material buruk
- Program pemeliharaan tidak tepat
- Lalulintas melebihi prediksi
- Desain perkerasan sangat minim

- Kualitas konstruksi tinggi
- Kualitas material baik
- Program pemeliharaan tepat
- Lalulintas tidak melebihi prediksi
- Desain perkerasan optimal

Sumber: Watson (1989) dalam Rahim (2000)

Gambar 2.14. Laju penurunan kualitas pelayanan perkerasan jalan

Penyimpangan beban lalu lintas terjadi jika kendaraan berat (dalam hal ini truk atau tronton) mengangkut muatan melebihi daya angkut yang diijinkan. Dampak yang timbul akibat penyimpangan beban tersebut adalah: (i) angka ekivalen (E) bertambah besar; (ii) biaya operasi kendaraan bertambah besar; (iii) kecepatan kendaraan berkurang; dan (iv) tahanan gelinding pada kendaraan bertambah besar. Kerusakan jalan yang diakibatkan oleh berat dan lintasan kendaraan dinyatakan dalam nilai E atau ESAL (*Equivalent Single Axle Load*), yaitu angka yang menyatakan jumlah lintasan sumbu tunggal seberat 8.160 kg (18.000 lbs) yang akan menyebabkan derajat kerusakan yang sama apabila beban sumbu tersebut lewat satu kali (Ditjen Bina Marga, 1992). Rumus angka ekivalen kendaraan dibedakan sesuai dengan jenis sumbunya, yaitu sumbu tunggal dan ganda. Angka ekuivalen ini juga dinamakan nilai daya perusak (*damage factor*) yang ditimbulkan oleh kendaraan berlebih (*over loading*). Rumus angka ekivalen disajikan dalam Persamaan (2.1), Persamaan (2.2), dan Persamaan (2.3).

Sumbu tunggal: muatan sumbu maksimum 8 ton atau 10 ton:

$$E = \left[\frac{\text{muatan sumbu (kg)}}{8160 \text{ kg}} \right]^4 \qquad (2.1)$$

Sumbu tandem: muatan sumbu maksimum 15 ton atau 18 ton:

$$E = \left[\frac{\text{muatan sumbu (kg)}}{8160 \text{ kg}} \right]^4 \text{ x } 0{,}086 \qquad (2.2)$$

Sumbu tripel: muatan sumbu maksimum 20 ton atau 25 ton:

$$E = \left[\frac{\text{muatan sumbu (kg)}}{8160 \text{ kg}} \right]^4 \text{ x } 0{,}026 \qquad (2.3)$$

Pada tiap jenis sumbu, jika kondisi angkutan barang (dengan truk) melebihi daya angkutnya, maka akan memperbesar nilai E dan hal ini mengindikasikan

derajad kerusakan jalan makin besar. Indikator teknis untuk menetapkan ruas jalan mengalami *overloading* atau tidak adalah nilai *truck factor* (TF) yang menurut Mouradhy dan Sepang (1995) dalam Rahim (2000) dirumuskan dalam Persamaan (2.4).

$$TF = \frac{ESAL}{N} \tag{2.4}$$

dengan:

TF = *truck factor*
ESAL = jumlah repetisi beban lalu lintas dalam satuan *equivalent single axle load*
N = jumlah truk

Apabila nilai TF lebih besar dari satu (TF>1), dikatakan telah terjadi *overloading* pada ruas jalan yang diobservasi. Beberapa ilustrasi kendaraan *overload* dan perhitungan nilai ESAL dapat diambil dari hasil studi kasus pada ruas jalan Sikijang Mati – Simpang Lago – Sorek – Simpang Japura di Propinsi Riau, yang ditunjukkan dalam Gambar 2.15.

Watmove (2007) menyimpulkan bahwa air di dalam lapis perkerasan dapat mengurangi daya dukung dan berdampak pada pengurangan umur rencana jalan. Kondisi ini diperparah lagi pada musim hujan (dingin), air dapat masuk ke dalam pori-pori perkerasan dan merusak ikatan antar bahan susun perkerasan, oleh karenanya sistem drainase yang baik sangat penting dalam perencanaan desain jalan.

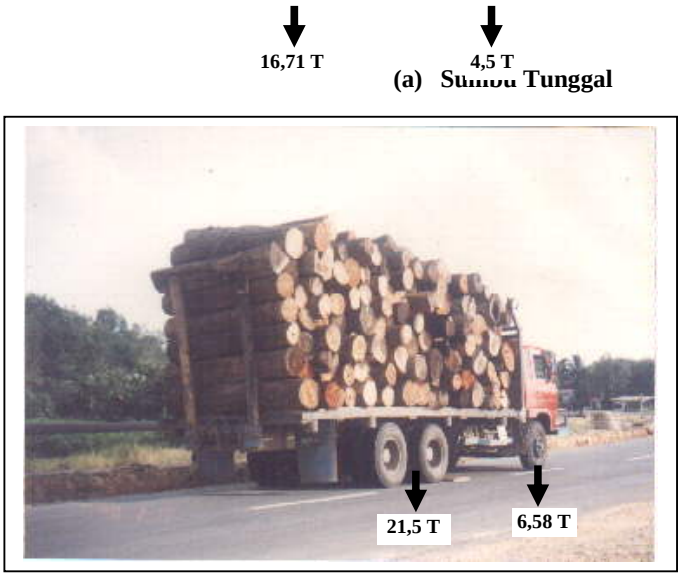
Beberapa contoh kasus berkurangnya daya dukung perkerasan jalan akibat air genangan yang terjadi di beberapa negara Eropa, disebutkan antara lain: (i) nilai modulus elastisitas (E) material perkerasan berbutir berkurang 30%-50% jika lapisan tersebut mengandung banyak air; (ii) nilai E material perkerasan berbutir pada musin hujan berkurang sebesar 30% sampai 80% dari nilai E pada musim panas, tergantung tebal perkerasan dan kondisi cuaca.

Bermuatan Standar

Beban : 13,00 ton
Pay load : 8,25 ton
Nilai EAL : 0,1410 + 0,9238
: 1,0648
(MST 8 ton)

Bermuatan Lebih

Beban : 21,21 ton
Pay load : 12,69 ton (1,6 kali standar)
Nilai EAL : 0,0994 + 17,5853
: 17,6847 (16,61 kali standar)



Bermuatan Standar

Beban : 21,00 ton
Pay load : 11,30 ton
Nilai EAL : 0,2923 + 0,9819
: 1,2743

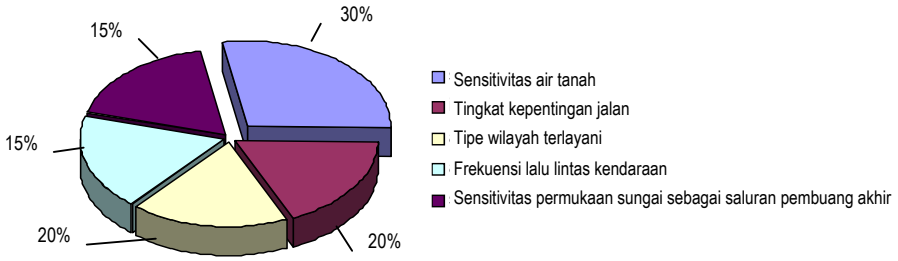
Bermuatan Lebih

Beban : 28,08 ton
Pay load : 18,38 ton (1,6 kali standar)
Nilai EAL : 0,4228 + 4,1446
: 4,5674 (3,61 kali standar)

Sumber: Ditjen Bina Marga, 2001

Gambar 2.15. Ilustrasi beban *overload* di ruas jalan Sikijang Mati – Simpang Lago – Sorek – Simpang Japura, Propinsi Riau

Watmove (2007) menyimpulkan beberapa sistem drainase dalam pengelolaan jalan, antara lain: (i) sistem drainase permukaan (*surface drainage system*) yaitu sistem drainase yang berkaitan dengan pengendalian aliran air permukaan dan berfungsi mengalirkan air limpasan permukaan (*run off*) agar tidak menggenang di atas permukaan jalan; (ii) sistem drainase bawah permukaan (*sub surface drainage system*) yaitu sistem drainase yang berkaitan dengan pengendalian aliran air di bawah permukaan tanah dan berfungsi mengalirkan air tanah serta air dari permukaan yang masuk melalui pori-pori permukaan perkerasan. Watmove (2007) juga menyimpulkan ada dua jenis konstruksi drainase permukaan, yaitu saluran terbuka (*open ditch system*) dan saluran tertutup (*piped system*). Aspek teknis yang harus dipertimbangkan dalam pemilihan sistem drainase permukaan yang tertutup (*piped system*), antara lain: (i) sensitivitas air tanah (*sensitivity of ground water*); (ii) tingkat kepentingan jalan (*importance of road)*; (iii) tipe wilayah terlayani (*rural* atau *urban*); (iv) frekuensi jumlah kendaraan lewat (tinggi atau rendah); dan (v) sensitivitas permukaan sungai sebagai saluran pembuang akhir. Selain itu *piped system* dapat menghemat penggunaan lahan, proporsi dari faktor-faktor tersebut dapat ditunjukkan dalam Gambar 2.16.

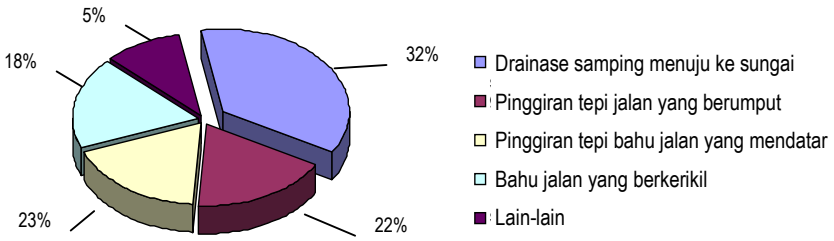


Sumber: Watmove (2007)

Gambar 2.16. Faktor yang mempengaruhi pemilihan sistem drainase permukaan yang tertutup (*piped system*)

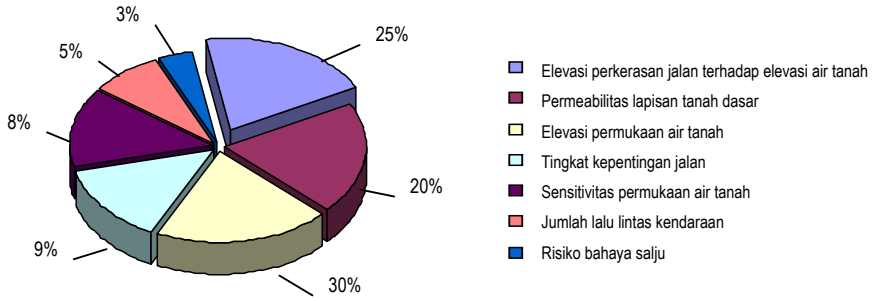
Beberapa aspek teknis yang perlu diperhatikan ketika menggunakan sistem drainase terbuka (*open ditch system*) adalah bagaimana mempercepat aliran air limpasan (*run off*) agar tidak menggenang di atas permukaan perkerasan. Beberapa kemungkinan pengaliran air limpasan pada sistem drainase terbuka, antara lain melalui: (i) drainase samping menuju ke sungai; (ii) pinggiran tepi jalan yang berumput; (iii) pinggiran tepi bahu jalan yang mendatar; dan (iv) bahu jalan yang berkerikil (lihat Gambar 2.17). Prinsip sistem drainase bawah permukan (*sub surface drainage*) adalah mengalirkan air yang berasal dari permukaan yang meresap ke dalam perkerasan maupun air tanah yang dialirkan ke luar perkerasan. Metode pengaliran air tersebut dapat dibuat dengan cara menggunakan material yang bersifat *porous* atau sisitem pipa pada lapisan di bawah perkerasan. Pertimbangan pemilihan sistem drainase bawah permukaan, dapat ditunjukkan dalam Gambar 2.18.

Berdasarkan pendapat dan penelitian pakar tersebut, dapat dirumuskan beberapa variabel beserta indikator dan parameternya yang mempengaruhi faktor Tingkat Kekuatan Struktural (TKS) sebagaimana ditunjukkan dalam Tabel 2.36.



Sumber: Watmove (2007)

Gambar 2.17. Beberapa alternatif pengaliran air limpasan permukaan pada saluran drainase terbuka



Sumber: Watmove (2007)

Gambar 2.18. Faktor-faktor yang mempengaruhi pemilihan sistem drainase bawah permukaan (*sub surface drainage*)

Tabel 2.36. Indikator dan parameter untuk mengukur variabel yang mempengaruhi faktor Tingkat Kekuatan Struktural (TKS) dalam pemberlakuan standar mutu

Variabel	Indikator	Parameter dasar
(a) daya guna perkerasan	(a) variasi pengguna jalan	(a) jumlah varian pengguna jalan
(b) daya dukung perkerasan	(b) performansi kondisi struktural permukaan perkerasan	(b) jumlah selisih rating PCI antara sebelum dan sesudah peningkatan atau pemeliharaan
(c) stabilitas perkerasan	(c) kepadatan perkerasan	(c) jumlah data yang memiliki tingkat kepadatan lapangan >95%
(d) repetisi beban lalulintas	(d) volume kendaraan	(d) jumlah selisih nilai TF antara sebelum dan sesudah peningkatan atau pemeliharaan
(e) overloading kendaraan	(e) kendaraan berat bermuatan lebih	(e) jumlah kendaraan bermuatan lebih
(f) drainase permukaan	(f) air menggenang (hydroplaning)	(f) jumlah selisih waktu genangan air limpasan antara sebelum dan sesudah peningkatan atau pemeliharaan
(g) kerusakan struktural dini	(g) performansi kerusakan struktural	(g) jumlah selisih panjang jalan yang memiliki SDI >50 antara sebelum dan sesudah peningkatan atau pemeliharaan

l. Tingkat kekuatan fungsional (TKF) merupakan faktor penting yang harus dipertimbangkan dalam menilai proses pemberlakuan standar mutu perkerasan jalan, beberapa variabel penting yang mempengaruhi, antara lain: (i) performansi kondisi permukaan hasil pembangunan perkerasan jalan baru dan peningkatan perkerasan jalan lama (Ditjen Bina Marga, 2005); (ii) ketepatan jadwal pemeliharaan berkala perkerasan jalan lama (Gedafa, 2006); dan (iii) faktor regional (Watanatada *et al*., 1987). Ditjen Bina Marga (1992) merumuskan bahwa faktor regional dapat diukur berdasarkan kondisi cuaca (kelembaban udara), kelandaian jalan dan proporsi kendaraan berat yang lewat. Watanatada *et al.* (1987)

sendiri menyimpulkan bahwa faktor regional direpresentasikan dalam perubahan curah hujan dan geometrik jalan. Hasil riset Gedafa (2006) menyatakan bahwa ketepatan jadwal pemeliharaan berkala ditentukan berdasarkan hasil penelitian performansi permukaan perkerasan jalan di lapangan selama umur pelayanan. Jika hasil penilaian performansi perkerasan dalam kategori buruk maka sejak saat itu pula segera dilakukan aksi pemeliharaan berkala yang intensif. Batasan parameter teknis untuk menetapkan program pemeliharaan berkala perkerasan jalan dapat ditunjukkan dalam Tabel 2.37. Program pemeliharaan berkala perkerasan jalan beraspal dapat ditentukan berdasarkan kriteria nilai IRI dan LHR, sebagaimana ditunjukkan dalam Tabel 2.38. Pemeliharaan berkala akan dilaksanakan jika jalan yang melayani lalulintas <1.000 kendaraan per hari telah mencapai nilai IRI 4,5 m/km; atau jalan yang melayani lalulintas >10.000 kendaraan per hari telah mencapai nilai IRI>3,5 m/km.

Tabel 2.37. Batasan parameter teknis untuk menetapkan pemeliharaan rutin dan berkala

No.	Parameter teknis	Pemeliharaan rutin	Pemeliharaan berkala
1.	Retak permukaan perkerasan (%)	<20	≥20
2.	Pelepasan butiran agregat permukaan perkerasan (%)	<30	≥30
3.	Lubang permukaan perkerasan (jumlah/km)	<8	≥8
4.	Kerusakan tepi perkerasan (m^2/km)	<100	≥100
5.	Bekas alur roda kendaraan pada permukaan perkerasan (mm)	<15	≥15
6.	Kekasaran permukaan perkerasan (IRI, m/km)	<6	≥6
7.	Kedalaman tekstur permukaan perkerasan (mm)	<0,3	≥0,3
8.	Kekesatan permukaan pekerasan *(SCRIM* pada kecepatan kendaraan uji 50 km/jam)	<0,3	≥0,3

Sumber: Gedafa (2006)

Tabel 2.38. Besaran LHR dan Kriteria IRI untuk pemeliharaan berkala

LHR (kend./ hari)	IRI (m / km)
< 500	> 5,0
500 – 1.000	> 4,5
1.000 – 3.000	> 4,0
3.000 – 10.000	> 3,5
> 10.000	> 3,5

Sumber: Ditjen Bina Marga (2006.a)

Salah satu indikator teknis untuk menilai performansi permukaan jalan adalah nilai IRI (*International Roughness Index*), yaitu besaran ukuran yang

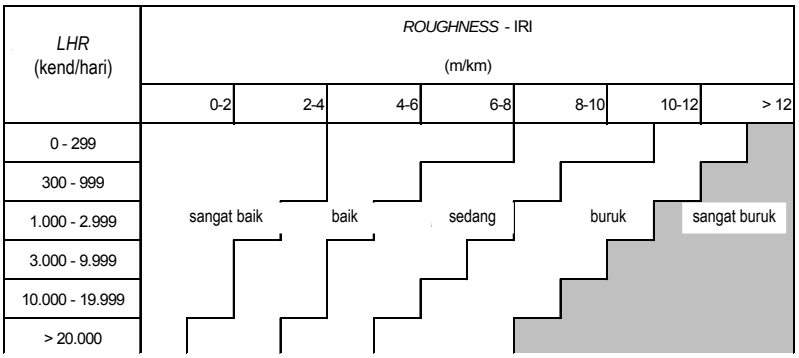
menggambarkan nilai ketidakrataan permukaan yang diindikasikan sebagai panjang kumulatif turun naiknya permukaan per satuan panjang. IRI dinyatakan dalam meter turun naik per kilometer panjang jalan (m/km). Jika nilai IRI=10 m/km, artinya jumlah amplitudo (naik dan turun) permukaan jalan sebesar 10 m dalam tiap km panjang jalan. Semakin besar nilai IRI-nya, maka semakin buruk keadaan permukaan perkerasan. Hubungan antara nilai IRI dan kondisi permukaan jalan dapat ditunjukkan dalam Tabel 2.39.

Tabel 2.39. Arti kognitif nilai IRI terhadap kondisi permukaan jalan

Nilai IRI (m/km)	Kondisi performansi permukaan jalan
IRI $\leq$ 4	Baik
4< IRI $\leq$ 7	Sedang
7< IRI $\leq$ 12	Rusak Ringan
IRI > 12	Rusak Berat

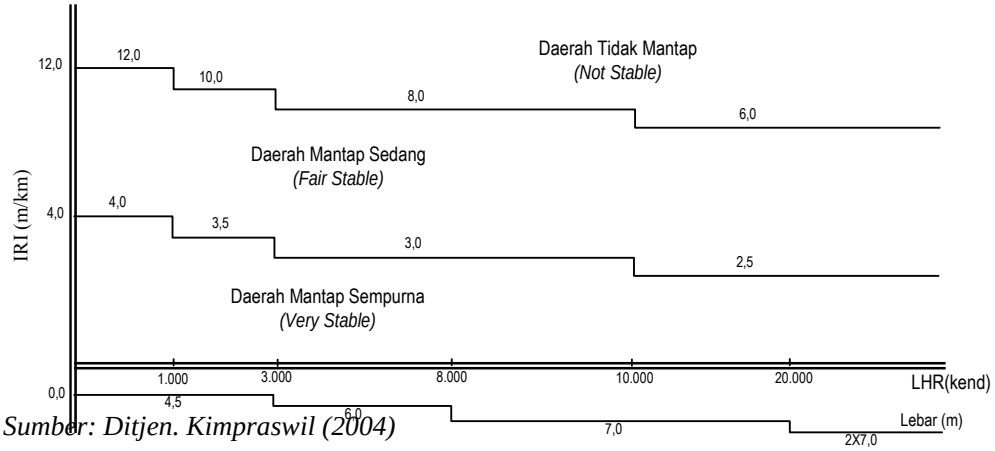
Sumber: Ditjen Bina Marga (2006.a)

Paterson (1995) dan OECD (2000) telah melakukan riset analisis kondisi performansi perkerasan berdasarkan nilai IRI dan besaran LHR, sebagaimana ditunjukkan dalam Gambar 2.19. Permukaan jalan yang melayani lalulintas rendah (LHR<1.000 smp), kondisi permukaan dikategorikan jelek (*poor*) jika nilai IRI>8 m/km. Sebaliknya permukaan jalan yang melayani lalulintas tinggi (LHR>20.000 smp), kondisi permukaan jalan dikategorikan jelek (*poor*) jika nilai IRI>5 m/km. Selain itu Ditjen Kimpraswil (2004) merumuskan batasan nilai IRI dikaitkan dengan kondisi performansi jalan dan lalulintas harian rata-rata yang ditunjukkan dalam Gambar 2.20. Model terbaru telah dikembangkan oleh Ditjen Bina Marga (2006.a) untuk melihat kasus yang sama untuk mengukur kondisi jalan secara fungsional yang ditunjukkan dalam Gambar 2.21. Berdasarkan pendapat dan penelitian para pakar, dapat dirumuskan beberapa variabel beserta indikator dan parameternya yang mempengaruhi faktor Tingkat Kekuatan Fungsional (TKF), sebagaimana ditunjukkan dalam Tabel 2.40.



Sumber: Paterson (1995); OECD (2000)

Gambar 2.19. Kategori performansi perkerasan berdasarkan nilai IRI dan LHR



Sumber: Ditjen. Kimpraswil (2004)

Gambar 2.20. Kategori kemantapan jalan berdasarkan nilai IRI dan besaran LHR

IRI (m/km)	LHR pada lalulintas 2 jalur (kend)							
	0	50	100	200	300	1000	3000	>10000
	50	100	200	300	1000	3000	10000	
0 ≤ IRI < 3	B	B	B	B	B	B	B	B
3 ≤ IRI < 3,5	B	B	B	B	B	B	B	S
3,5 ≤ IRI < 4	B	B	B	B	B	B	S	S
4 ≤ IRI < 6	B	B	B	B	B	S	S	S
6 ≤ IRI < 8	B	B	B	B	S	S	S	R
8 ≤ IRI < 10	B	B	B	S	S	S	R	R
10 ≤ IRI < 12	B	B	S	S	S	R	R	RB
12 ≤ IRI < 16	B	S	S	S	R	R	RB	RB
16 ≤ IRI < 20	S	R	R	R	R	RB	RB	RB
20 ≤ IRI < 25	R	R	R	R	RB	RB	RB	RB
IRI ≥ 25	RB	RB	RB	RB	RB	RB	RB	RB

Keterangan: B = Baik, S = Sedang, R = Rusak ringan, RB = Rusak berat

Gambar 2.21. Matrik kesesuaian kondisi perkerasan jalan dinilai secara fungsional

Tabel 2.40. Indikator dan parameter untuk mengukur variabel yang mempengaruhi faktor Tingkat Kekuatan Fungsional (TKF) dalam pemberlakuan standar mutu

Variabel	Indikator	Parameter dasar
(a) kondisi permukaan hasil pembangunan jalan baru	(a) performansi perkerasan jalan baru	(a) nilai IRI hasil pembangunan jalan baru
(b) kondisi permukaan hasil peningkatan jalan	(b) performansi perkerasan hasil peningkatan	(b) selisih nilai IRI permukaan perkerasan antara kondisi sebelum dan sesudah peningkatan jalan
(c) kondisi permukaan hasil pemeliharaan rutin	(c) ketepatan pemeliharaan rutin	(c) selisih waktu antara pelaksanaan pemeliharaan rutin dan jadwal pemeliharaan rutin
(d) kondisi permukaan hasil	(d) ketepatan pemeliharaan	(d) selisih waktu antara pelaksanaan

pemeliharaan berkala (e) faktor regional	berkala (e) perubahan komposisi volume kendaraan berat	pemeliharaan berkala dan jadwal pemeliharaan berkala (e) selisih jumlah kendaraan berat antara sebelum dan sesudah peningkatan atau pemeliharaan berkala

m. Tingkat kemantapan jalan (TMJ) merupakan faktor penting yang harus dipertimbangkan dalam memonitor dan mengevaluasi pemberlakuan standar mutu pada pasca konstruksi (saat jalan beroperasi setelah dibangun atau diperbaiki). Beberapa performansi kerusakan dini yang mempengaruhi kemantapan jalan dalam kaitanya mengevaluasi pemberlakuan standar mutu, antara lain: (i) retak permukaan (*cracking*); (ii) alur permukaan bekas roda kendaraan (*rutting*); (iii) lubang permukaan (*pothole*); (iv) penurunan permukaan (*depression* atau *deformation*); (v) pelepasan butiran permukaan (*ravelling*); dan (vi) permukaan keriting dan berkelok (*corrugation* dan *shoving*). Indikator secara umum untuk mengukur kondisi kemantapan tersebut adalah luasan tiap jenis kerusakan struktural. Ditjen Bina Marga (2006.a) merumuskan indikator kemantapan jalan sebagai luas kerusakan (dinyatakan dalam m^2) tiap km panjang jalan, selanjutnya nilai indikator ini diklasifikasikan dalam 4 (empat) kategori kemantapan jalan, yaitu: baik, sedang, rusak ringan dan rusak berat. Klasifikasi kondisi kemantapan jalan ditunjukkan dalam Tabel 2.41. Bennett (2004) membuat indikator pengukuran luas kerusakan perkerasan pada tiap 50 meter panjang ruas jalan selebar perkerasan (*carriageway width*) untuk mengevaluasi tingkat kemantapan jalan, tetapi tidak membuat klasifikasi kondisi performansinya. B.C. *Ministry of Transportation* (2007) merumuskan indikator tersebut dengan menghitung: (i) luasan kerusakan tiap 20 m panjang ruas jalan untuk jenis kerusakan *alligator cracking*; (ii) panjang kerusakan tiap 20 m ruas jalan untuk jenis kerusakan *longitudinal cracking*, *pavement edge cracking*, *rutting*, *shoving*, *distortion*, *ravelling* , *transverse cracking* dan *bleeding*; (iii) jumlah kerusakan tiap 20 m panjang ruas jalan untuk jenis kerusakan *pothole*. Klasifikasi kondisi kemantapan jalan menurut *B.C. Ministry of Transportation* (2007) ditunjukkan dalam Tabel 2.42. Berdasarkan pendapat dan penelitian para pakar tersebut, dapat dirumuskan beberapa variabel beserta indikator dan parameternya yang mempengaruhi faktor Tingkat Kemantapan Jalan (TMJ), sebagaimana ditunjukkan dalam Tabel 2.43.

Tabel 2.41. Standar klasifikasi kondisi kemantapan perkerasan jalan tiap Km panjang jalan yang ditinjau

Jenis kerusakan	Satuan	Kondisi kemantapan jalan tiap Km			
		Baik	Sedang	Rusak Ringan	Rusak Berat
Lubang (*Potholes)*					
dangkal < 10-cm	m^2	< 40	40 – 200	200 – 600	> 600
dalam > 10-cm		0	< 40	40 - 200	> 200
Penurunan (*Depressions)*					
dangkal < 5-cm	m^2	< 100	100 – 200	200 – 1000	> 1000
dalam > 5-cm		0	< 100	100 – 200	> 200
Retak / Retak kulit buaya (*Cracking/Alligator Cracks*)	m^2	< 100	100 – 500	500 – 1000	> 1000
Beralur (*Rutting)*	m^2	< 100	100 – 200	200 – 1000	> 1000
Luas patching (*Patched area)*	m^2	< 50	50 – 500	500 – 1000	> 1000

Sumber: Ditjen Bina Marga (2006.d)

Tabel 2.42. Klasifikasi kondisi mantap jalan

Tingkatan	Deskripsi	*Rating* *) (%)	*Rating* **) (m)	*Rating* ***) (jumlah)
1	Sangat baik	< 10	10 – 20	1
2	Baik	10 – 20	7 – 10	2
3	Sedang	20 – 50	4 – 7	3 – 5
4	Jelek	50 – 80	2 – 4	6 – 9
5	Sangat jelek	80 – 100	< 2	> 10

Sumber: B.C. Ministry of Transportation, 2007

**) = longitudinal cracking, pavement edge cracking, rutting, shoving, distortion, ravelling, bleeding*
***) = transverse cracking*
****) = pothole*

Tabel 2.43. Indikator dan parameter untuk mengukur variabel yang mempengaruhi faktor Tingkat Kemantapan Jalan (TMJ) dalam pemberlakuan standar mutu

Variabel	Indikator	Parameter dasar
(a) retak permukaan (*cracking*)	(a) luasan retak permukaan	(a) selisih luas *cracking* permukaan perkerasan antara kondisi sebelum dan sesudah peningkatan atau pemeliharaan berkala
(b) bekas alur roda kendaraan (*rutting*)	(b) luasan *rutting* permukaan	(b) selisih luas *rutting* permukaan perkerasan antara kondisi sebelum dan sesudah peningkatan atau pemeliharaan berkala
(c) lubang permukaan (*potholes*)	(c) jumlah *pothole* permukaan	(c) selisih jumlah pothole permukaan perkerasan antara kondisi sebelum dan sesudah peningkatan atau pemeliharaan berkala

Tabel 2.43. (lanjutan)

Variabel	Indikator	Parameter dasar
(d) penurunan permukaan (*deformation*)	(d) luasan penurunan permukaan	(d) selisih luas deformasi permukaan perkerasan antara kondisi sebelum dan sesudah peningkatan atau pemeliharaan berkala
(e) pelepasan butiran	(e) luasan *ravelling*	(e) selisih luas *ravelling* permukaan perkerasan

perm.(*ravelling*)	permukaan	antara kondisi sebelum dan sesudah peningkatan atau pemeliharaan berkala
(f) *patching*	(f) luasan *patching* permukaan	(f) selisih luas *patching* permukaan perkerasan antara kondisi sebelum dan sesudah peningkatan atau pemeliharaan berkala
(g) permukaan keriting (*corrugation*)	(g) luasan keriting permukaan	(g) selisih luas corrugation permukaan perkerasan antara kondisi sebelum dan sesudah peningkatan atau pemeliharaan berkala

n. Tingkat kenyamanan jalan (TNJ) merupakan faktor penting yang dapat dipertimbangkan untuk memonitor dan mengevaluasi pemberlakuan standar mutu perkerasan jalan, beberapa variabel yang mempengaruhi antara lain: (i) kerataan (kekasaran) permukaan; (ii) kekesatan permukaan; (iii) kemiringan melintang dan memanjang permukaan; (iv) kelicinan permukaan; dan (v) keamanan berkendaraan.

Ditjen Bina Marga (2006.a) telah merumuskan hubungan antara nilai IRI dengan RCI, masing-masing menggambarkan kemantapan dan kenyamanan jalan. Hubungan tersebut ditunjukkan dalam Tabel 2.44, makin besar nilai RCI makin nyaman berkendaraan, berarti makin kecil nilai IRI atau makin baik kondisi kemantapan jalan.

Kartika dkk. (2005) meneliti hubungan nilai IRI dengan nilai kerusakan perkerasan struktural di Jalan Tol Surabaya-Gempol, yang dilanjutkan oleh Hera dkk. (2006) pada ruas jalan yang sama, didapatkan Persamaan (2.5).

$$IRI = 7 + 0{,}066.NK_{retak} + 3{,}340.NK_{deformasi} + 0{,}296.NK_{shoving} + 0{,}887.NK_{pothole} \quad (2.5)$$

dengan:

IRI = Nilai kekasaran atau ketidakrataan permukaan perkerasan (m/km)

NK = Nilai kerusakan jalan sesuai tipe kerusakan per kilometer panjang jalan

Nilai RCI dapat mendeteksi ketidaknyamanan jalan akibat perkerasannya yang mengalami rusak ringan dan berat (Ditjen Bina Marga, 2006.a). Menurut B.C. Ministry of Transportation (2007) disebutkan bahwa antara nilai RCI dan IRI terjadi hubungan berbanding terbalik, makin besar nilai IRI maka nilai RCI makin kecil.

Tabel 2.44. Indikator kemantapan dan kenyamanan jalan

IRI (m/km)	RCI	LHR (kend/hari)		Kategori
		3.000 - 10.000	> 10.000	
1	10			
2	9			Baik
		Mantap	Mantap	
3,5	8	RCI = 8		
5	7			Sedang
			RCI = 6,5	
6,5	6	RCI = 6		
		RCI = 5,5		
8,5	5			Rusak Ringan
11	4	RCI = 4		
14	3			
		Tidak Mantap	Tidak Mantap	Rusak Berat
17	2			
20	1			

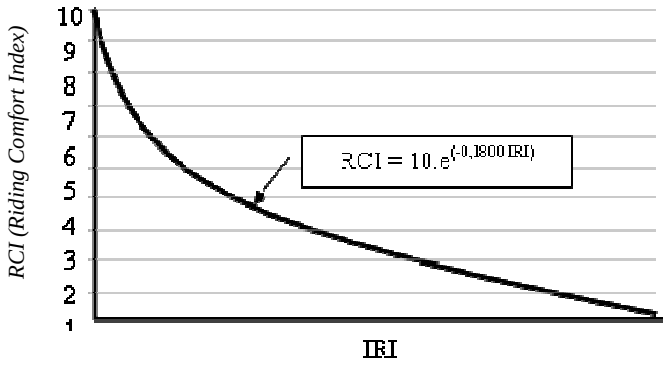
Sumber: Ditjen Bina Marga (2006.a)

Nilai RCI diidentifikasi dalam skala *rating* dari 10 (kategori *very smooth*) sampai ke 0 (kategori *rough*). Klasifikasi nilai RCI dapat ditunjukkan pada Tabel 2.45. Hubungan nilai IRI terhadap RCI ditunjukkan dalam Gambar 2.22. Ditjen Bina Marga (2006.a) telah membuat hubungan nilai IRI terhadap nilai RCI untuk mengidentifikasi tingkat kenyamanan jalan pada 2 (dua) kondisi LHR masing-masing LHR sedang (3.000-10.000 kendaraan per hari) dan LHR padat (lebih besar dari 10.000 kendaraan per hari), sebagaimana ditunjukkan dalam Gambar 2.23.

Tabel 2.45. Kategori nilai RCI yang mendiksripsikan kenyamanan jalan

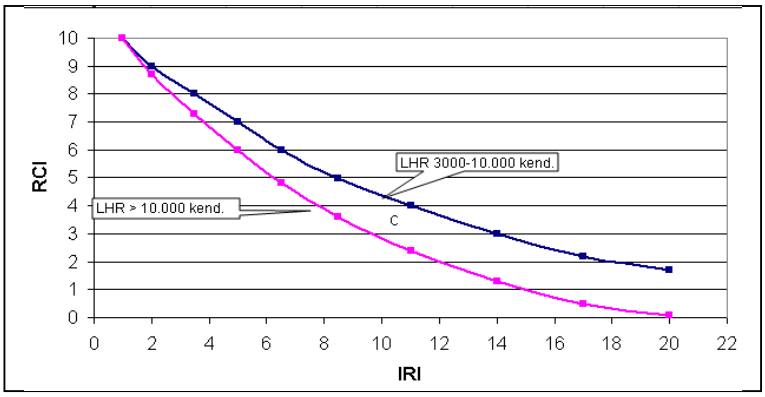
RCI	Kategori	Deskripsi
7<RCI≤10	Baik	Profil perkerasan relatif mulus dan memberikan kenyamanan dan keamanan berkendaraan.
5<RCI≤7	Sedang	Perkerasan rusak ringan, permukaan cukup kasar, cukup nyaman berkendaraan. Tingkat kerusakaan yang terjadi membutuhkan perbaikan parsial.
RCI≤5	Buruk	Perkerasan rusak berat, permukaan kasar, sangat tidak nyaman dan cenderung memperbesar potensi kecelakaan. Tingkat kerusakan yang terjadi membutuhkan perbaikan total.

Sumber: B.C. Ministry of Transportation (2007)



Sumber: B.C. Ministry of Transportation (2007)

Gambar 2.22. Hubungan nilai IRI terhadap RCI untuk mengidentifikasi kenyamanan jalan



Sumber: Ditjen Bina Marga (2006.a)

Gambar 2.23. Pengaruh nilai IRI terhadap RCI untuk mendeskripsikan kenyamanan jalan pada beberapa besaran LHR.

Kekesatan permukaan sering disebut *skid resistance* (TNZ, 2002.b; *Vic roads*, 2000; Gedafa, 2006) merupakan koefisien friksi (*friction)* antara permukaan perkerasan jalan yang basah dengan roda kendaraan, yang diukur oleh Mu-meter dengan kecepatan 50 km/jam pada ruas jalan yang lurus atau 20 km/jam pada ruas jalan yang berbelok (tikungan dan bundaran). Hasil pembacaan Mu-meter tersebut dalam ukuran *rating* SCRIM (*Sideway-force coefficient routine investigation machine*) atau *rating* SFC (*sideway force coefficient*). Makin besar nilai SFC maka nilai *skid resistance* makin besar, artinya makin kesat (tidak licin) sehingga risiko kecelakaan akibat selip roda kendaraan makin kecil. Cenek (2004) dan Gedafa (2006) menyatakan bahwa *skid resistance* adalah tahanan gelincir yang harus

dilawan oleh *interface* antara roda dan permukaan perkerasan, sedemikian sehingga tidak terjadi selip dalam kondisi pengereman terutama pada kondisi permukaan basah. *Skid resistance* berkaitan erat dengan tekstur perkerasan (McGhee & Flintsch, 2003). Tekstur permukaan terdiri atas: (i) *microtexture* (tekstur mikro), yang menyebabkan terjadinya gesekan antara roda dan permukaan perkerasan; (ii) *macrotexture* (tekstur makro), yang menyebabkan terjadinya percepatan drainase air permukaan yang berada tepat di bawah roda, direpresentasikan oleh amplitudo antara 0,5 mm – 0,5 cm; dan (iii) *megatexture* (tekstur mega) berkaitan dengan kekasaran permukaan perkerasan yang direpresentasikan oleh amplitudo antara 0,5cm – 0,5m. *Megatexture* tidak diharapkan terjadi pada permukaan perkerasan, sebaliknya *microtexture* dan *macrotexture* sangat diharapkan (Abate *et al*., 1998). Jenis tekstur permukaan tersebut ditunjukkan dalam Gambar 2.24. Kondisi *microtexture* dan *macrotexture* selalu berubah dari waktu ke waktu sehingga dapat mencapai kondisi *megatexture*, berdampak pada penurunan nilai *skid resistance*. Perubahan ini sangat bervariasi dan signifikan terhadap perubahan musim kemarau dan hujan. Pada kondisi basah (bulan hujan) nilai *skid resistance* semakin turun sehingga memberikan resiko besar terhadap terjadinya selip roda. Oleh karenanya perlu dilakukan pengujian rutin sepanjang tahun untuk mengetahui variasi nilai *skid resistance* sehingga dapat mengevaluasi aspek keselamatan dan keamanan berkendaraan.

Sumber: Crow (2003); Abate et al. (1998); Bennett et al. (2007)

Gambar 2.24. Kondisi tekstur permukaan perkerasan

Gailes (1957) dalam TNZ (2002.b) menyajikan hubungan antara nilai SFC dengan kemungkinan terjadinya resiko kecelakaan (selip) kendaraan dikaitkan dengan kondisi kekesatan permukaan perkerasan jalan, sebagaimana ditunjukkan dalam

Tabel 2.46. Demikian juga Salt (1973) dalam Gedafa (2006) menyebutkan bahwa batasan minimal nilai *skid resistance* permukaan jalan adalah 0,30 SCRIM, artinya jika nilai *skid resistance* mencapai angka lebih kecil dari 0,30 SCRIM maka harus dilakukan pemeliharaan berkala atau peningkatan kekuatan struktural. Kategori *rating* SCRIM dan resiko kecelakaan selip dapat ditunjukkan dalam Tabel 2.47. TNZ (2002) mengilustrasikan perubahan nilai *skid resistance* (dalam satuan *rating* SCRIM) permukaan perkerasan jalan selama umur pelayanannya yang dikelompokkan dalam *investigatory level* (IL) *of skid resistance* dan *threshold level* (TL) *of skid resistance*. IL dimaksudkan batasan minimal nilai *skid resistance* yang mengindikasikan *programming treatment* (program penanganan), TL mengindikasikan batasan minimal nilai *skid resistance* untuk *priority of treatment* (prioritas penanganan). TL ditetapkan 0,1 di bawah IL, sebagaimana ditunjukkan dalam Tabel 2.48.

Tabel 2.46. *Rating* SFC dan resiko kecelakaan kendaraan (selip)

Rating SFC	Resiko yang terjadi
≥ 0,60	Kemungkinan kecelakaan sangat kecil, permukaan perkerasan kasar
0,55-0,60	Kemungkinan kecelakaan mulai muncul, permukaan perkerasan masih dalam kondisi kasar
0,40-0,60	Kecelakaan muncul dan resiko fatal terjadi dalam bentuk selip

Sumber: Gailes (1957) dalam TNZ (2002.b)

Tabel 2.47. Kategori *rating* SCRIM dan resiko kecelakaan kendaraan

Rating SCRIM	Kategori	Kondisi resiko
0,55-0,75	A	Sangat sulit terjadi kecelakaan dan atau kelicinan
0,50-0,55	B	Bisa terjadi tanda-tanda kecelakaan/kelicinan
0,30-0,50	C	Sangat mudah terjadi kecelakaan dalam bentuk selip

Sumber: Salt (1973) dalam Gedafa (2006)

Perubahan nilai *skid resistance* juga dipengaruhi luasan *bleeding* permukaan perkerasan, makin besar luasan *bleeding* maka makin kecil nilai *skid resistance* atau makin besar resiko terjadinya kecelakaan (Hankins, 1975 dalam FHWA-USA (2006). Demikian juga hasil riset Drakos (2007) dan Lawson et al. (2007) menyimpulkan bahwa kelicinan permukaan perkerasan dapat juga disebabkan

terjadinya *polished aggregate* (agregat yang mengkilap) sehingga berdampak pada penurunan *skid resistance*.

Tabel 2.48. Tingkatan investigasi terhadap nilai kekesatan permukaan perkerasan

Kategori lokasi	Definisi	Tingkatan investigasi (*investigatory level*, IL)	Tingkatan penanganan (*threshold level*, TL)
1	Diterapkan pada lokasi: • perlintasan jalan rel • simpang bersinyal • perlintasan pedestrian • bundaran • simpang yang dikendalikan dengan sistem buka tutup pada jalan yang berlalu lintas berat	0,55	0,45
2	• tikungan dengan jari-jari <250 m	0,50	0,40
3	Diterapkan pada lokasi: • simpang jalan raya melayani lalulintas berat • simpang jalan yang melayani sepeda motor	0,45	0,35
4	• perkerasan yang tidak dipisahkan untuk melayani jalur dan arah lalulintas	0,40	0,30
5	• perkerasan yang dipisahkan untuk melayani jalur dan arah lalulintas	0,35	0,25

Sumber: TNZ (2002.b)

Hankins (1975) dalam FHWA-USA (2006) telah menyimpulkan bahwa kemiringan melintang permukaan jalan yang tepat akan mempercepat aliran air limpasan di atas permukaan sehingga memperkecil *wet safety factor* (faktor keamanan dalam kondisi basah), yang berdampak memperbesar nilai *skid resistance*. *Center for Dirt & Gravel Road Studies-Pennsylvania* (2006) dalam Watmove (2007) juga menyimpulkan bahwa makin besar pengurangan *slope* (%) kemiringan melintang terhadap standar maksimalnya akan berdampak makin lama waktu air menggenang di atas permukaan perkerasan jalan. Berdasarkan pendapat dan penelitian para pakar tersebut, dapat dirumuskan beberapa variabel beserta indikator dan parameternya yang mempengaruhi faktor Tingkat Kenyamanan Jalan (TNJ), sebagaimana ditunjukkan dalam Tabel 2.49.

Tabel 2.49. Indikator dan parameter untuk mengukur variabel yang mempengaruhi faktor Tingkat Kenyamanan Jalan (TNJ) dalam pemberlakuan standar mutu

Variabel	Indikator	Parameter dasar
(a) kerataan permukaan	(a) indeks kenyamanan permukaan	(a) selisih rating RCI antara kondisi sebelum dan sesudah peningkatan atau pemeliharaan berkala
(b) kekesatan permukaan	(b) indeks performansi kekesatan permukaan	(b) selisih nilai *skid resistance* antara kondisi sebelum dan sesudah peningkatan atau pemeliharaan berkala
(c) kemiringan melintang permukaan	(c) persyaratan kemiringan melintang	(c) pengurangan kemiringan melintang permukaan jalan antara kondisi sebelum dan sesudah peningkatan atau pemeliharaan berkala
(d) kemiringan memanjang permukaan	(d) persyaratan kemiringan memanjang	(d) penurunan kemiringan memanjang permukaan jalan
(e) kelicinan permukaan	(e) luasan *bleeding*	(e) selisih luasan *bleeding* antara kondisi sebelum dan sesudah peningkatan atau pemeliharaan berkala
(f) keamanan berkendaraan	(f) resiko fatalitas	(f) selisih jumlah kecelakaan kendaraan akibat selip antara kondisi sebelum dan sesudah peningkatan atau pemeliharaan berkala

C. Pemodelan Sistem Monitoring dan Evaluasi

1. Pengertian model

Model memiliki banyak definisi atau pengertian. Secara prinsip, Hamson & Edwards (1989) menyebutkan model adalah penyederhanaan deskripsi dari suatu sistem, biasanya berbentuk matematika untuk membantu menyelesaikan permasalahan dan memprediksi perubahan-perubahan dari suatu fenomena yang dimodelkan (*a simplified (often mathematical) description of a system etc., to assist calculations and predictions)*. Hamson & Edwards (1989) juga mendefinisikan kata model sebagai suatu representasi sederhana berbagai aspek tertentu dari suatu sistem yang nyata (*a simplified representation of certain aspects of a real system*). Fenomena atau sistem yang nyata biasanya terdiri dari bagian-bagian (*subsystems*) yang saling berinteraksi membentuk sistem dan pada kondisi tertentu interaksi tersebut dapat terjadi sangat komplek.

Pengertian lain dari model adalah: *a description of observed behaviour, simplified by ignoring certain details. Models allow complex systems to be understood and their behaviour predicted within the scope of the model, but may give incorrect descriptions and predictions for situations outside the realm of their intended use* (Ortuzar & Willimsen, 1994). Dengan kata lain, model adalah suatu deskripsi dari perilaku yang diobservasi, kemudian disederhanakan dengan mengabaikan detail tertentu. Pemodelan akan memungkinkan sistem yang kompleks dapat dipahami dan perilaku sistem tersebut dapat diprediksi berdasarkan cakupan dari model, tetapi model tersebut tidak dapat menjelaskan seluruh aspek dari realitas.

Secara spesifik, Ortuzar & Willimsen (1994) juga mendefinisikan model sebagai suatu representasi sederhana dari dunia nyata atau suatu sistem pengamatan yang menekankan pada elemen-elemen tertentu atas pertimbangan-pertimbangan kepentingan. Pemodelan suatu fenomena adalah membangun suatu teori yang menggambarkan dan menjelaskan fenomena tersebut. Pemodelan dilakukan dengan menuliskan suatu deskripsi tentang sistem tersebut atau membangun suatu teori dari seluruh fenomena yang diamati.

Pemodelan dari suatu fenomena alam, baik fisik maupun non-fisik dapat berbentuk model phisik dan non-phisik. Model fisik merupakan replika dari kondisi fisik ideal dari suatu entitas, misal model mobil, model rumah, model gelombang, model mesin, dan model jembatan. Model non-fisik atau model abstrak atau disebut *mental model* (Ortuzar & Willimsen, 1994) biasanya digunakan untuk merepresentasikan karakteristik dari suatu perilaku atau kejadian, proses, karakteristik, dan sistem dari suatu fenomena, misal model bangkitan lalu-lintas, model aliran tunai, model kejadian kecelakaan, dan model pengendalian proyek konstruksi. Struktur model tersebut dapat ditulis dalam bentuk matematika dan diagram atau gambar-gambar yang menjelaskan karakteristik hubungan antar elemen atau subsistem dari sesuatu yang dimodelkan (*any systems*). Ortuzar & Willimsen (1994) menyebutkan bahwa model fisik biasanya digunakan untuk keperluan rancangan (*design of structure*), sedangkan model abstrak

merepresentasikan suatu teori tentang sistem yang ditinjau dan bagaimana sistem tersebut bekerja. *Mental model* memegang peranan penting dalam memahami dan menginterprestasikan fenomena alam (dunia nyata) dan model-model analitis. Salah satu bentuk dari *mental model* tersebut adalah model logika (*logic model)* yang digunakan untuk menyelesaikan pengendalian dan pengembangan sistem prasarana kegiatan, misal monitoring dan evaluasi terhadap suatu proses yang komplek (sistemik) sehingga dapat diketahui efisiensi dan efektivitas dari proses tersebut.

2. Pengertian monitoring dan evaluasi

Monitoring adalah kegiatan pengumpulan dan analisis informasi secara sistematik tentang bagaimana suatu organisasi atau program sedang berjalan. Monitoring didasarkan pada sasaran yang ditetapkan dan aktivitas yang direncanakan selama tahapan perencanaan program. Evaluasi adalah perbandingan dampak aktual program terhadap rencana strategi yang ditetapkan. Evaluasi akan melihat apa yang telah ditetapkan untuk dilaksanakan, apa yang telah dicapai dan bagaimana pencapaian tersebut (Shaphiro, 2004).

Helliwel (1991) memberikan definisi monitoring sebagai berikut, " *monitoring is an intermittent (regular or irregular) series of observations in time, carried out to show the extent of compliance with formulated standars or degree of deviation from an expected norm*". Dengan kata lain, monitoring adalah suatu serial observasi periodik yang dilakukan untuk menunjukkan tingkat pemenuhan standar yang telah ditetapkan atau observasi tersebut dilakukan untuk mengetahui derajad penyimpangan dari suatu norma, standar, pedoman dan manual yang ditetapkan. Istilah monitoring juga dapat dipahami sebagai upaya sistematis untuk menilai atau mengevaluasi apakah suatu tujuan atau target dari suatu proses telah tercapai. Selanjutnya, monitoring dirumuskan sebagai: "*The act of overseeing the progress of a research study to ensure that the rights and well-being of participants are protected, that the data are accurate, complete and verifiable, and that the conduct of the research is in compliance with the protocol, with applicable regulatory requirements and with standars of the field*". Artinya dalam konteks monitoring penelitian, kata monitoring dapat dijelaskan sebagai tindakan mengawasi proses

suatu program penelitian untuk memastikan bahwa semua pihak yang terlibat memiliki hak-hak yang terlindungi, data yang diperoleh akurat, lengkap dan sudah diverifikasi dengan pihak terkait. Selain itu, monitoring tersebut dilakukan terhadap kaidah dan persyaratan serta standar yang harus dipenuhi oleh suatu proses penelitian.

3. Konsep dasar monitoring dan evaluasi

Secara mendasar, monitoring dan evaluasi adalah upaya menentukan apakah suatu kegiatan atau proyek dilaksanakan secara konsisten sesuai dengan rencana atau program yang telah ditetapkan. Secara praktis, monitoring dan evaluasi diperlukan untuk menentukan apakah sumberdaya telah digunakan secara tepat dan sesuai rencana, apakah aktivitas dari proses dilakukan sesuai dengan cara-cara yang disyaratkan, dan apakah sasaran atau target yang direncanakan dapat tercapai. Oleh karena itu, monitoring dan evaluasi menjadi sangat penting posisinya dalam implementasi suatu rencana karena beberapa hal, antara lain untuk mengetahui sejauh mana suatu program dapat diimplementasikan dan apa intervensi yang dibutuhkan untuk meningkatkan dampak dari suatu program tersebut (Weiss, 1998).

Sistem monitoring dan evaluasi dirancang untuk mencapai berbagai tujuan (Shapiro, 2004), antara lain: (i) menyediakan informasi untuk semua tingkatan manajemen; (ii) menunjukkan kinerja dari implementasi program (*programme performance*) sebagai bagian dari akuntabilitas; (iii) mengukur hasil (*project outcomes and impacts*) terhadap keluaran; dan (iv) membangkitkan pemahaman yang luas dan mendapatkan pelajaran untuk tindak lanjut dari suatu implementasi program.

Hal yang mendasar dari monitoring dan evaluasi adalah menfokuskan pada efisiensi, efektivitas dan dampak (*impact*) suatu program. Oleh karena itu, pengembangan monitoring dan evaluasi melibatkan penetapan indikator-indikator efisiensi, efektivitas dan dampak. Disamping itu, monitoring dan evaluasi memerlukan suatu sistem untuk mengumpulkan, mencatat dan menganalisis informasi yang terkait dengan indikator-indikator tersebut. Sedangkan, evaluasi melibatkan pengkajian apa hasil dan dampak yang dicapai, termasuk keberlanjutan dari program (Shapiro, 2004). Pertama kali, tujuan monitoring dan evaluasi harus

didefinisikan dan didokumentasikan dengan jelas, informasi yang tepat untuk melakukan suatu kegiatan monitoring. Perancangan monitoring dan evaluasi adalah penetapan, perumusan dan pendokumentasian yang dilakukan secara cermat dari setiap detail dari suatu sistem, termasuk lokasi dari bagian-bagian yang akan dimonitor, banyaknya bagian yang dimonitor, pengukuran yang dibuat, dan rencana mengimplementasikan rancangan monitoring. Perancangan monitoring dan evaluasi harus juga mempertimbangkan perubahan-perubahan akibat kejadian yang tidak diinginkan yang dapat terjadi dalam suatu sistem atau program (Shapiro, 2004).

Monitoring dan evaluasi seharusnya dilakukan berbasis tujuan. Sukses dari suatu kegiatan monitoring dan evaluasi didasarkan pada kemampuan untuk menilai sukses dan gagalnya dari tujuan spesifik manajemen. Oleh karena itu, tujuan-tujuan manajemen atau kegiatan harus dibuat realistik, spesifik, terukur dan tertulis secara jelas. Tujuan monitoring dan evaluasi dapat juga dipengaruhi oleh tujuan akhir dari kegiatan, kebutuhan untuk mendapatkan data yang lengkap, metoda monitoring dan ketersediaan sumberdaya. Tujuan yang didefinisikan secara baik akan memperkuat tujuan dan efisiensi dari program monitoring. Lebih lanjut, tujuan yang terdefinisi dengan baik tersebut akan memberikan tolok ukur atau *benchmark* untuk pengukuran efektivitas dari kegiatan manajemen. Kegiatan monitoring dan evaluasi dapat berbentuk pengawasan langsung suatu kegiatan oleh seseorang yang bertanggungjawab. Pengawasan ini dapat dilakukan dengan menggunakan format pengawasan seluruh proses kegiatan dengan pendekatan *sampling* (Bennett, 2003).

Selama suatu program atau proyek berjalan, kegiatan yang sangat penting adalah membandingkan kinerja atau hasil yang terjadi dengan kinerja atau hasil yang direncanakan serta melakukan aksi untuk mengatasi adanya indikasi ketidaksesuaian. Menurut Bennett (2003), kegiatan ini disebut *monitoring* dan *control*. Monitoring merujuk pada metoda untuk membandingkan kondisi aktual dan rencana, sedangkan kontrol merujuk pada aksi atau langkah-langkah untuk mengatasi penyimpangan atau ketidaksesuaian tersebut agar sesuai dengan rencana.

Secara ringkas, monitoring dan evaluasi dapat memberikan dasar pemikiran kepada pihak-pihak yang berkepentingan terhadap: (i) suatu hal yang dimonitor dan dievaluasi; (ii) mengkaji ulang dan mengkritisi (*review*) kemajuan (*progress*); (iii) mengidentifikasi permasalahan-permasalahan dalam perencanaan

dan atau implementasi; dan (iv) membuat penyesuaian dan tindak lanjut (Shapiro, 2004).

4. Instrumen pendekatan monitoring dan evaluasi

Pengembangan sistem monitoring dan evaluasi memiliki beragam instrumen, pendekatan dan metoda. Kaji ulang pengembangan sistem monitoring dan evaluasi oleh the World Bank-OED (2002) menyebutkan 9 (sembilan) pendekatan dan metoda atau instrumen untuk monitoring dan evaluasi, yaitu: (i) indikator-indikator kinerja (*performance indicators*); (ii) pendekatan kerangka kerja logis (*the logical framework approach*); (iii) evaluasi berbasis teori (*theory based evaluation*); (iv) survai formal (*formal surveys*); (v) metoda penilaian cepat (*rapid appraisal methods*); (vi) metoda partisipasi (*participatory methods*); (vii) survai alur pengeluaran belanja publik (*public expenditure tracking surveys*); (viii) evaluasi dampak (*impact evaluation*); (ix) analisis manfaat biaya dan efektivitas biaya (*cost benefit and cost effectiveness analysis*).

Pendekatan-pendekatan pengembangan sistem monitoring dan evaluasi tersebut di atas memiliki kelebihan dan kekurangan. Secara praktis, masing-masing pendekatan tersebut dapat digunakan saling melengkapi. Pendekatan indikator kinerja digunakan sebagai dasar pengukuran kinerja masukan (*input*), proses (*process*), keluaran (*output*), hasil (*outcome*) dan dampak (*impact*) dari suatu strategi, program atau proyek pembangunan (theWorld Bank-OED, 2002).

Pendekatan kerangka kerja logis dapat membantu memperjelas tujuan dari suatu proyek, program atau kebijakan. Pendekatan ini menggunakan *program logic* untuk menjelaskan *causal link* antara *input*, *process*, *output*, *outcome* dan *impacts*. Pendekatan ini dapat meringkas aktivitas yang komplek (theWorld Bank-OED, 2002).

Pendekatan evaluasi berbasis teori memiliki kesamaan dengan pendekatan kerangka kerja logis, tetapi memberikan pemahaman mendalam tentang berjalannya suatu program atau aktivitas. Pendekatan tersebut biasanya digunakan untuk memetakan rancangan dari aktivitas yang komplek dan peningkatan perencanaan dan manajemen (the World Bank-OED, 2002).

Pendekatan formal survai dapat digunakan untuk mengumpulkan informasi yang terstandar dari suatu sampel yang telah diseleksi dengan baik.

Pendekatan ini dapat memberi data yang digunakan sebagai referensi membandingkan kinerja terhadap strategi, program atau proyek (the World Bank-OED, 2002).

Metoda penilaian cepat adalah cara cepat dan murah mengumpulkan pandangan atau persepsi dan umpan balik dari pemanfaat dan pemangku kepentingan tentang aktivitas, program atau proyek sebagai informasi yang dibutuhkan oleh pengambil keputusan. Metoda ini dapat digunakan untuk menyediakan informasi secara cepat untuk proses pengambilan keputusan khususnya pada tingkatan proyek atau program (the World Bank-OED, 2002).

Metoda partisipasi memberikan ruang keterlibatan aktif dalam proses pengambilan keputusan untuk mereka yang terlibat dalam suatu proyek, program atau strategi dan membangkitkan rasa memiliki dari hasil monitoring dan evaluasi. Secara praktis, metoda ini dapat mengidentifikasi permasalahan dan pemecahan masalah selama implementasi proyek, program atau aktivitas (the World Bank-OED, 2002).

Survai alur pengeluaran belanja publik merupakan suatu metoda monitoring dan evaluasi pengeluaran pembiayaan untuk kepentingan publik oleh suatu organisasi. Metoda ini juga dapat digunakan untuk menentukan tingkat pencapaian sasaran dari suatu kegiatan, program atau proyek yang dibiayai oleh dana publik apakah telah mencapai target yang ditetapkan. Metoda ini dapat digunakan untuk memonitor dan mengevaluasi serta mendiagnosis permasalahan dalam pelayanan publik secara kuantitatif. Disamping itu, metoda ini dapat memberikan bukti-bukti kebocoran, keterlambatan bahkan ketidaktepatan penyaluran keuangan publik (the World Bank-OED, 2002).

Evaluasi dampak adalah suatu metoda monitoring dan evaluasi yang digunakan untuk mengidentifikasi pengaruh secara sistematik, baik pengaruh positif maupun negatif, dikehendaki atau tidak dikehendaki, terjadi pada individu, organisasi atau masyarakat dan lingkungan yang disebabkan oleh suatu kegiatan, program atau proyek (the World Bank-OED, 2002).

Analisis efektivitas biaya dan manfaat adalah instrumen untuk mengukur apakah biaya dari suatu kegiatan dapat dijustifikasi dengan hasil dan dampak yang ditimbulkan oleh kegiatan tersebut. Metoda ini dapat digunakan untuk memberikan

informasi kepada pengambil keputusan tentang efisiensi dari alokasi sumberdaya dan tingkat pengembalian dari investasi yang dikeluarkan. Analisis efektivitas biaya dapat digunakan untuk mengukur perbandingan *output* dalam nilai uang dan *outcome* dalam bentuk bukan nilai uang, sebaliknya analisis manfaat biaya membandingkan *input* dan *outcome* dalam skala besaran uang (the World Bank-OED, 2002).

5. Pemodelan pengembangan program: pendekatan sistemik dan *logic model*

a. Konsep pendekatan sistemik adalah suatu pendekatan sistem yang diterapkan terhadap realitas komplek yang membutuhkan suatu analisis sistemik sebagai instrumen dasar untuk memecahkan realitas tersebut dengan mereduksinya menjadi suatu sistem yang terstruktur. Berdasarkan Carlile & Christensen (2004), suatu sistem dapat dijelaskan sebagai suatu konstruksi intelektual dengan tujuan tertentu, terdiri dari berbagai elemen dan dalam interaksi yang dinamis. Konsep sistem mengandung pengertian suatu kumpulan dari elemen-elemen yang terkoneksi satu sama lain dan bersama-sama membentuk satu kesatuan. Menurut Checkland (1999; 2000) hal pokok dari konsep ini adalah kemunculan gagasan dan hierarki serta komunikasi dan kontrol. Aplikasi pendekatan sistemik menggunakan gagasan-gagasan *logic system* dalam mendesain dan mengelola proses yang komplek untuk kemanfaatan individu, organisasi dan masyarakat umum. Pendekatan sistemik ini memungkinkan untuk menyederhanakan realitas dan mengurangi kompleksitas realitas tersebut menjadi bagian-bagian yang saling terkait. Dalam hubungannya dengan tujuan yang akan dicapai, pendekatan ini digunakan untuk memahami dinamika dari setiap bagian atau elemen tersebut khususnya dinamika hubungan dan interaksi antar elemen.

b. Penggunaan pendekatan sistemik sangat bermanfaat untuk mereduksi obyek yang diamati ke dalam bagian-bagian yang menyusunnya. Metoda investigasi ilmiah ini menjadi sulit jika menghadapi permasalahan yang sangat komplek yang terjadi dalam kontek kehidupan sosial (Desjardins, 2002). Pemikiran sistemik melengkapi metode ilmiah yang berkaitan dengan kompleksitas permasalahan. Pendekatan ini telah sukses diterapkan dalam bidang rekayasa, ilmu pengambilan keputusan dan informasi, manajemen dan ilmu sosial. Dalam bidang sosial dan kesehatan masyarakat, pendekatan ini digunakan untuk menjelaskan

keamanan pangan masyarakat oleh *Food Security Workgroup* (Desjardins, 2002). Pengguna pendekatan sistemik beralasan bahwa keamanan pangan masyarakat terkait dengan berbagai hal yang saling berhubungan. Selanjutnya, model berpikir sistemik digunakan untuk memecahkan kompleksitas permasalahan penyediaan pangan masyakat.

Pendekatan sistemik juga digunakan untuk memecahkan permasalahan keamanan pelabuhan laut (Christopher, 2004). Alasan penggunaan pendekatan ini adalah bahwa keamanan pelabuhan laut melibatkan berbagai pihak baik tingkat lokal, nasional dan global serta berbagai fasilitas dan infrastruktur yang harus dijaga keamanannya. Di bidang riset manajemen, pendekatan ini digunakan untuk mengkaji rantai suplai (*supply chain management*) oleh Yoshida (1999). Justifikasi penerapan pendekatan sistem pada kasus ini adalah bahwa rantai suplai dipandang sebagai suatu rangkaian yang kompleks. Oleh karena itu, pendekatan ini digunakan untuk memodelkan keterkaitan antara elemen pembentuk rantai suplai.

Assimakopolous & Theodopsi (2004) menggunakan pendekatan sistemik untuk memodelkan manajemen bisnis virtual. Pada kasus ini, penggunaan pendekatan sistemik berkaitan dengan metoda memecah konsep meta dari bisnis menjadi bagian-bagian yang berdiri sendiri dan selanjutnya pendekatan tersebut digunakan untuk melihat secara detail permasalahan yang terkait dan bentuk intervensi yang tepat. Di bidang riset kebijakan, Edquist (1999) menggunakan pendekatan sistemik untuk memecahkan permasalahan kebijakan publik tentang inovasi. Kebijakan publik ini sangat terkait dengan berbagai elemen, baik kelembagaan dan organisasi maupun pihak yang terlibat serta aspek ekonomi, teknologi dan sumberdaya. Secara spesifik, pendekatan sistemik juga dapat digunakan untuk melihat permasalahan pengajaran atau belajar mengajar kimia (Fahmi & Lagowski, 1999). Pendekatan ini digunakan untuk mengkaji secara komprehensif keterkaitan antara variabel dalam proses pengajaran kimia. Disamping itu, alasan lain adalah bahwa para mahasiswa didorong untuk dapat berpikir sistematis karena mereka hidup dalam suatu kompleksitas realitas dunia. Selanjutnya, mereka diharapkan dapat menyelesaikan permasalahan dengan berbagai alternatif. Cantu (2004) menggunakan pendekatan sistemik untuk meningkatkan proses sebagai cara untuk mempercepat kematangan penggunana

TQM (*Total Quality Management*) dalam suatu organisasi. Kompleksitas penerapan TQM digambarkan dengan merumuskan elemen-elemen yang membangun sistem TQM.

Wheeler (2004) menggunakan pendekatan sistemik untuk melihat aplikasi etika. Dalam hal ini, pendekatan sistemik digunakan untuk memodelkan berbagai unsur dan aspek dalam aplikasi etika. Lebih khusus lagi, Ekholm (1994) menggunakan pendekatan sistemik untuk membangun model produk bangunan. Dalam kasus ini, bangunan dilihat sebagai kumpulan dari berbagai elemen yang saling terkait membentuk suatu sistem. Pendekatan ini berangkat dari konsep ontologi, seperti properti, sistem, sebagian atau seluruhnya, tingkat dan ruang. Pearce *et al*. (2002) menggunakan pendekatan ini untuk mengkaji basis data proses pemasaran. Pendekatan ini menyediakan kerangka kerja untuk mengintegrasikan penggalian data, desain eksperimen dan prioritas keputusan.

c. Konsep dan struktur *logic model*. merupakan alat untuk perencanaan program, manajemen dan evaluasi. Sebagai suatu metodologi sistem lunak (*soft system methodology*), *logic model* memperjelas deskripsi, diskusi dan pemahaman dari teori program (*program theory*). *Logic model* adalah suatu gambaran dari mengapa dan bagaimana suatu program akan berjalan. *Logic model* dapat digunakan pada semua tahap pengembangan suatu program dan akan menciptakan program yang lebih baik. Program *logic model* menggambarkan rangkaian dari peristiwa-peristiwa yang mengarahkan pada perubahan-perubahan dan aktivitas yang terkait terhadap hasil (*outcome*). Selanjutnya menurut Mindell (2002), *logic model* dari suatu program memiliki beberapa kegunaan, antara lain: (i) memfasilitasi perencanaan program dan pelaksanaannya; (ii) mendorong terjadinya *team building* di antara para pemangku kepentingan dan para pihak lain dengan mempromosikan partisipasi dan kepemilikan; (iii) membantu pemangku kepentingan dalam memahami tujuan akhir, harapan dan hasil yang terkait dengan program tersebut; (iv) menunjukkan seberapa besar perbedaan komponen-komponen dari suatu program, seperti sumberdaya, aktivitas dan tujuan-tujuan yang saling terkait; (v) membantu integrasi perencanaan program dan evaluasi melalui identifikasi tujuan-tujuan dan indikator-indikator; (vi) memfokuskan evaluasi melalui identifikasi permasalahan-permasalahan dan pertanyaan-pertanyaan kunci;

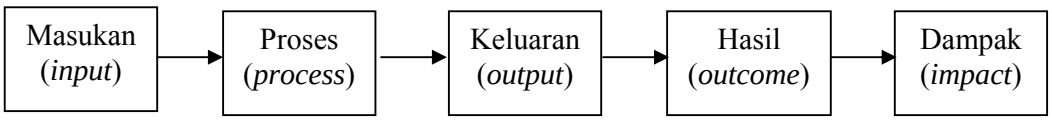
(vii) membantu dalam mengidentifikasi dampak yang tidak direncanakan dari suatu program; dan (viii) mengklarifikasi asumsi penyebab dan rasionalisasi sebagai dasar pengembangan program, misal, apakah sumberdaya yang tersedia dapat digunakan untuk mencapai tujuan yang dimaksudkan.

Komponen *logic model* dari suatu program adalah *input*, proses, *output*, dan *outcome* (McNamara, 2000). Mindell (2002) menjelaskan elemen-elemen yang membentuk suatu *logic model* adalah *input, output, outcome* , dan *impact* yang tergambar atas dasar "asumsi" yang disusun dalam suatu "lingkungan" program. Dalam pandangan Mindell (2002), *output* dijelaskan sebagai apa yang dilakukan (*what to do*) dan apa yang dicapai (*what to reach*). Oleh karena itu, *output* mengandung pemahaman aktivitas (proses) dan keluaran. Menurut Mindell (2002) situasi adalah kondisi-kondisi yang mendasari timbulnya program. *Input* adalah sumberdaya, misalnya waktu, orang, uang, material dan peralatan. *Output* adalah aktivitas dan produk yang dihasilkan oleh orang-orang yang berpartisipasi. Sedangkan *outcome* adalah perubahan atau manfaat untuk individu, keluarga, kelompok, komunitas, organisasi dan sistem. *Outcome* dapat terjadi pada jangka waktu yang panjang yang mengakibatkan dampak terhadap manusia, ekonomi dan lingkungan. *Outcome* dapat positif, negatif atau netral, dikehendaki dan tidak dikehendaki. "Asumsi" adalah keyakinan akan adanya suatu program dan cara-cara memikirkan bagaimana asumsi tersebut bekerja, atau dengan kata lain, "asumsi" adalah prinsip-prinsip yang mengarahkan dari program tersebut. Selanjutnya, "lingkungan" adalah konteks dan kondisi eksternal mempengaruhi kesuksesan dari suatu program.

Masing-masing elemen tersebut dijelaskan oleh McNamara (2000) sebagai berikut: (i) *input* adalah material atau bahan yang diproses oleh suatu organisasi atau program untuk menghasilkan keluaran yang dikehendaki oleh organisasi tersebut. Macam-macam *input* terdiri dari, antara lain: orang, uang, peralatan, fasilitas, suplai, pikiran-pikiran orang, dan waktu. *Input* tersebut dapat menjadi sumberdaya utama yang mempengaruhi organisasi atau program. Misalnya, *input* untuk program pelatihan adalah orang yang belajar, bahan pelatihan, tutor, ruang kelas, anggaran, alat tulis, dan papan tulis serta komputer. *Input* tersebut biasanya dikaitkan dengan biaya untuk memperoleh dan menggunakannya. Dalam kasus ini,

yang dimaksud anggaran adalah daftar dari *input* dan biaya untuk memperoleh dan menggunakannya; (ii) *Process* dapat mencakup aktivitas atau strategi atau metoda. *Process* digunakan oleh organisasi atau program untuk mentransformasikan atau menyusun *input* agar menjadi hasil yang dikehendaki organisasi atau program. *Process* dapat sederhana meletakkan secarik kertas pada suatu meja sampai dengan kegiatan produksi untuk menghasilkan suatu pesawat angkasa; (iii) *Output* atau keluaran adalah sesuatu hasil yang terukur dari proses utama dalam suatu organisasi atau program. Keluaran biasanya diukur atas dasar jumlah, atau besaran. Keluaran sering disalah-artikan untuk mengindikasikan sukses dari suatu organisasi atau program. Namun demikian, jika keluaran tidak berhubungan secara langsung dengan pencapaian manfaat yang diinginkan *client*, maka keluaran tersebut adalah indikator yang buruk dari sukses organisasi atau suatu program; (iv) *Outcome* biasanya diterjemahkan sebagai hasil guna atau manfaat. *Outcome* adalah dampak positif bagi orang-orang yang dikehendaki oleh organisasi. Pada kasus program pelatihan, *outcome* biasanya dirumuskan dalam instilah hasil belajar, keahlian atau ketrampilan, dan kondisi termasuk pengkayaan pengetahuan, pemahaman, persepsi dan perilaku dan sikap, keamanan yang meningkat, stabilitas dan kebanggaan. Berbagai organisasi sering merumuskan *outcome* atau hasil guna dalam kerangka waktu, jangka pendek, jangka menengah dan jangka panjang.

d. *Logic model* dalam evaluasi kinerja pembangunan jalan dilaksanakan dengan menggunakan indikator dan sasaran kinerja yang telah ditetapkan dan atau hasil kajian yang lengkap melalui suatu studi evaluasi kinerja. Indikator dan sasaran kinerja mencakup masukan, keluaran, hasil, manfaat dan dampak. Indikator dan sasaran kinerja adalah ukuran kuantitatif atau kualitatif yang menggambarkan tingkat pencapaian sesuatu sasaran atau tujuan yang ditetapkan (OECD, 2000). OECD (2000) dan Mindell (2002) telah menggunakan *logic model* dalam bentuk kerangka kerja logis (*logical framework*) yang secara umum merepresentasikan struktur kelompok masukan, proses, keluaran, hasil dan dampak. Konsep *logic model* tersebut dapat ditunjukkan dalam Gambar 2.25.



Umpan balik

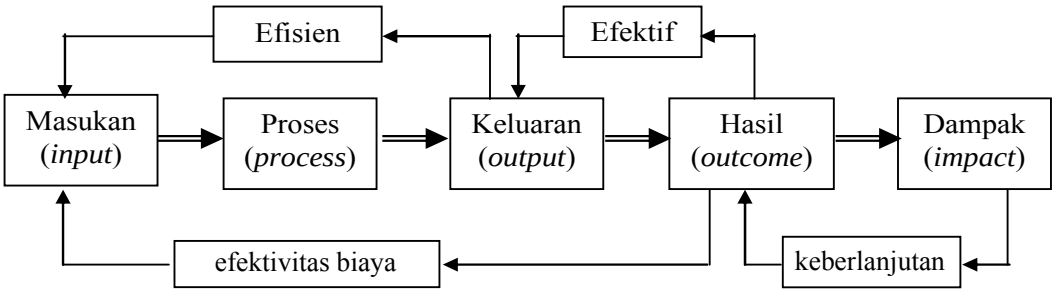
Sumber: OECD (2000); Mindell (2002)
Gambar 2.25. Pendekatan kerangka logis

Dari Gambar 2.25 dapat dijelaskan bahwa: (i) indikator *input* (masukan) adalah segala sesuatu yang diperlukan agar pelaksanaan kegiatan dapat berjalan untuk menghasilkan keluaran yang dapat berupa dana, sumber daya manusia, informasi, kebijakan atau peraturan perundang-undangan; (ii) indikator *process* (proses) menggambarkan perkembangan atau aktivitas yang terjadi atau dilakukan selama pelaksanaan kegiatan berlangsung, khususnya dalam proses mengolah masukan menjadi keluaran; (iii) indikator *output* (keluaran) adalah sesuatu yang diharapkan langsung dicapai dari sesuatu kegiatan yang dapat berupa fisik dan atau non fisik; (iv) indikator *outcome* (hasil) adalah segala sesuatu yang mencerminkan berfungsinya keluaran kegiatan pada jangka menengah (efek langsung); dan (v) indikator *impact* (dampak) adalah pengaruh yang ditimbulkan baik positif maupun negatif pada setiap tingkatan indikator berdasarkan asumsi yang telah ditetapkan.

Langkah awal yang pernah dilakukan oleh Ditjen Bina Marga (2000) adalah melakukan *long list* indikator dari beberapa indikator kinerja yang dikeluarkan World Bank dan OECD, yang selanjutnya ditetapkan sebagai indikator kinerja terpilih, sebagaimana ditunjukkan Tabel 2.50. Langkah selanjutnya adalah bagaimana setiap indikator tersebut dinilai untuk mengetahui kondisi kinerja. Berikut ini ditampilkan beberapa cara atau metoda yang dapat diambil untuk melakukan penilaian tersebut.

Cara yang pertama dapat dilakukan dengan membandingkan nilai indikator pada standar yang sudah baku. Kemudian penilaian masing-masing indikator dapat dikategorikan pada kelompok kurang, sedang atau baik dibandingkan dengan standar baku. Kesulitan yang mungkin dihadapi atau ditemui dengan cara ini adalah belum ada standar baku yang dapat dipakai sebagai acuan penilaian (apakah masuk pada kategori kurang, cukup atau baik). Namun demikian, nilai indikator acuan tersebut dapat saja dibuat atau ditetapkan walaupun masih membutuhkan waktu.

Cara kedua dapat dilakukan dengan meninjau aspek efisiensi, efektivitas dan keberlanjutan (*sustainability*). Aspek efisiensi diukur dengan meninjau perbandingan antara *output* dengan *input* (Persamaan (2.7)). Efektivitas adalah ukuran perbandingan *outcome* dengan *output* (Persamaan (2.8)), *sustainability* diukur dari perbandingan *impact* dengan *outcome* (Persamaan (2.10)). Secara umum skema hubungan tersebut ditunjukkan dalam Gambar 2.26. Setelah perhitungan *efficiency*, *effectiveness* dan *sustainability*, maka dilakukan hitungan *Common indicator* (Ci), sebagaimana ditunjukkan dalam Persamaan (2.11).



Sumber: OECD (2000) ; Mindell (2002)

Gambar 2.26. Siklus *input -proses - output - outcome - impact*

Tabel 2.50. Standar indikator kinerja pembangunan jalan

hapan	ria (Variabel)	Indikator	Parameter
kan)	s	n pembangunan dan peningkatan	
		n pemeliharaan	
		n pemerintah untuk sub sektor jalan	APBD
		n kontrak pembangunan jalan	
			pengeluaran sub sektor jalan
		pemilikan program berdasarkan tingkat desentralisasi	am jalan yang dikelola daerah terhadap total km
aran)		n arteri	
		n kolektor	
	reservasi aset	erkerasan jalan yang ditangani	
		embatan yang ditangani	
		perkerasan (baik)	dengan IRI < 6 m/km
		jembatan (baik)	
asil)	roduksi	ng terjadi (volume lalu lintas)	un
			n
			n
		g terjadi (nisbah volume terhadap kapasitas)	5
		anan(kecepatan rata-rata)	
nfaat)	rogram	n operasi kendaraan	
		anan orang	g
		anan barang	
	ko	ties	ta kend-km
	er daya	ahan bakar	
npak)		si suara	

		si udara	articulates
			n ekonomi

Sumber: Ditjen Bina Marga (2000); OECD (2000)

OECD (2000) dan Ditjen Bina Marga (2000) telah menghasilkan beberapa formula hasil *workshop* kepentingan *stakeholder* terhadap indikator *performance* jalan di Indonesia, seperti dapat ditunjukkan dalam Tabel 2.51.

$$Efficiency = \frac{output}{input} \qquad (2.7)$$

$$Effectiveness = \frac{outcome}{output} \qquad (2.8)$$

$$Cost\ Effectiveness = \frac{outcome}{input} \qquad (2.9)$$

$$Sustainability = \frac{impact}{outcome} \qquad (2.10)$$

$$Ci = c \times [(W_p \times efficiency) + (W_e \times effectiveness) + (W_s x sustainability) \qquad (2.11)$$

dengan: Ci = *Common indicator;* c = konstanta; W_p = bobot untuk *efficiency;* W_e = bobot untuk *effectiveness;* dan W_s = bobot untuk *sustainability*.

Dengan demikian indikator tersebut sesungguhnya dapat digunakan untuk evaluasi baik dalam tahap perencanaan, tahap pelaksanaan atau tahap setelah kegiatan selesai dan berfungsi (operasional). Indikator kinerja *input* dan *output* dapat dinilai sebelum program yang bersangkutan selesai. Sedangkan untuk *outcome indicators* dan *impact indicators* dapat diperoleh setelah beberapa waktu progam atau kegiatan berlalu. Secara umum, indikator memiliki beberapa fungsi (OECD, 2000) sebagai berikut: (i) memperjelas tentang apa, berapa dan kapan suatu kegiatan dilaksanakan; (ii) menciptakan konsensus yang dibangun oleh berbagai pihak terkait untuk menghindari kesalahan interpretasi selama pelaksanaan kebijakan, program atau kegiatan dan dalam menilai kinerja termasuk kinerja instansi pemerintah yang melaksanakannya; dan (iii) membangun dasar bagi pengukuran, analisis dan evaluasi kinerja organisasi atau unit kerja.

Semua indikator maupun sub indikator (Binnendjik, 2001; OECD, 2000) harus memenuhi persyaratan sebagai berikut: (i) spesifik dan jelas, sehingga dapat

digunakan dan tidak ada kemungkinan kesalahan interpretasi; (ii) dapat diukur secara obyektif baik yang besifat kuantitatif maupun kualitatif; atau dengan kata lain, dua atau lebih pihak yang mengukur indikator kinerja tersebut mempunyai kesimpulan yang sama; (iii) relevan, indikator kinerja harus mencakup aspek-aspek obyektif yang relevan; (iv) dapat dicapai, penting dan harus berguna untuk menunjukkan keberhasilan masukan, keluaran, hasil dan dampak; (v) harus cukup fleksibel dan sensitif terhadap perubahan atau penyesuaian pelaksanaan dan hasil kegiatan; dan (vi) efektif; data dan informasi yang berkaitan dengan indikator kinerja yang bersangkutan dapat dikumpulkan, diolah dan dianalisis dengan biaya yang tersedia.

Sebagai catatan bahwa bidang kehidupan atau sektor pembangunan sangat beragam, dapat bersifat fisik maupu non-fisik, maka indikator kinerja dan juga pengukurannya tidak selalu sama (OECD, 2000).

Tabel 2.51 Standar kepentingan *stakeholder* terhadap indikator *performance* jalan

Berdasar Tahap Kegiatan	Perspektif		
	yedia	nbina	ıgguna
ukan ▪ Tenaga Kerja ▪ Program pelatihan ▪ Peralatan dan material	●	●	●
roses ▪ *Timetable* perencanaan, program dan aktivitas lain ▪ Kontrak dan proses *procurement*	●	●	●
luaran ▪ Waktu perjalanan ▪ Kondisi jalan ▪ *Programme delivery* ▪ Preservasi sistem	●	●	●
Hasil ▪ Mobilitas ▪ Pelayanan pengguna ▪ *Equity* (Keadilan) ▪ Pencapaian pengembangan masyarakat ▪ Kualitas	●	●	●
onsequence/Dampak ▪ Lingkungan ▪ Keselamatan ▪ Pengembangan ekonomi	●	●	●

Sumber: Ditjen Bina Marga (2000); OECD (2000)

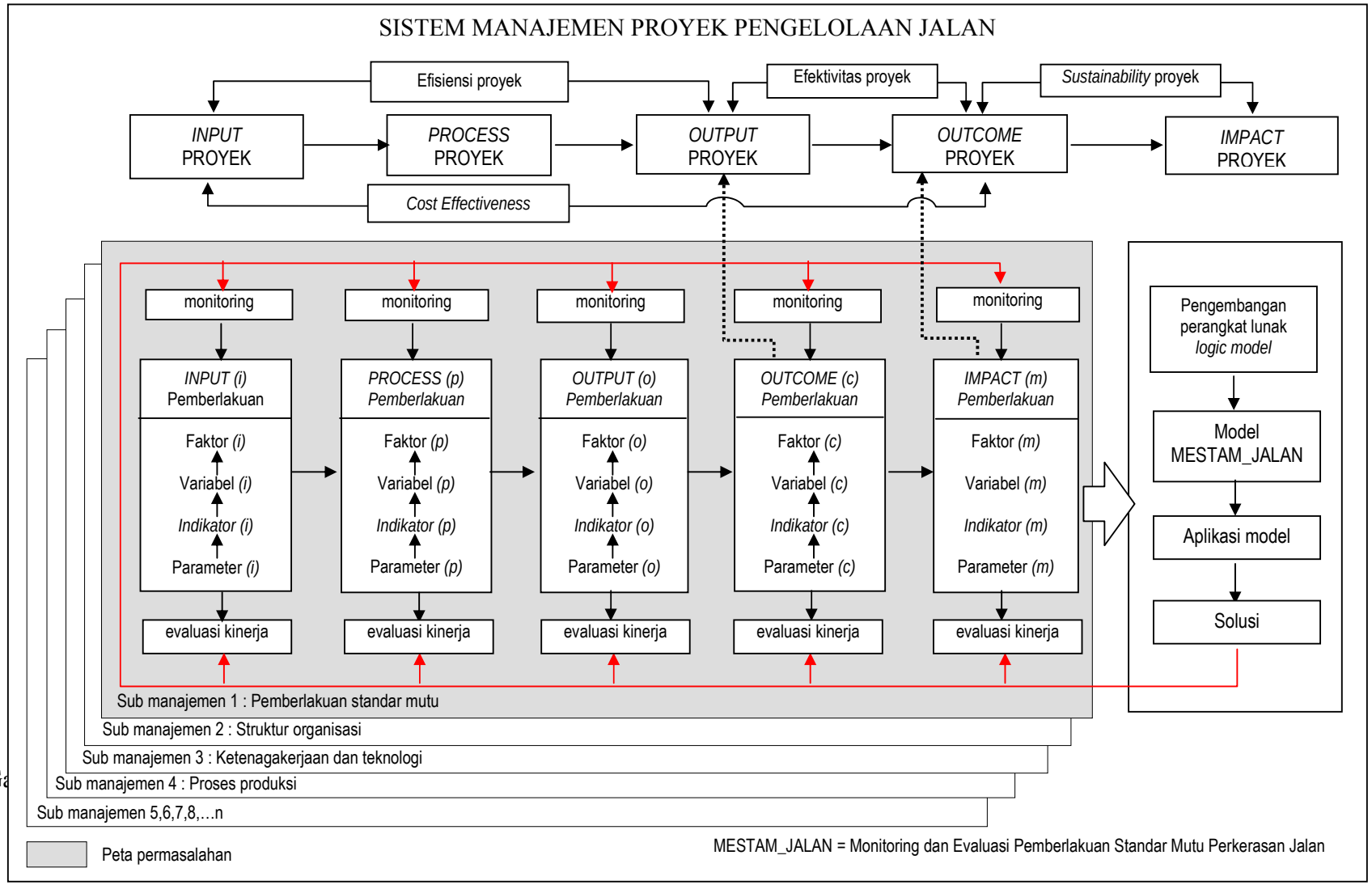
Keterangan: ● sangat signifikan : ● signifikan ● kurang signifikan

D. Kerangka Berpikir

1. Kerangka berpikir makro

Monitoring dan evaluasi pemberlakuan standar mutu perkerasan lentur (*flexible pavement*) jalan nasional dan propinsi merupakan salah satu sub manajemen dari sistem manajemen proyek (*project management*) pengelolaan jalan (pembangunan jalan baru, peningkatan dan pemeliharaan berkala jalan lama). Hubungan yang bersifat khusus antara pemberlakuan standar mutu perkerasan dan manajemen proyek pengelolaan jalan adalah bahwa: (i) hasil (*outcome*) kegiatan

pemberlakuan standar mutu yang tepat akan menghasilkan keluaran (*output*) dari manajemen proyek jalan yang direpresentasikan oleh kekuatan struktural dan fungsional yang memenuhi spesifikasi teknis; dan (ii) dampak (*impact*) kegiatan pemberlakuan standar mutu yang tepat akan menghasilkan manfaat (*outcome*) manajemen proyek jalan yang direpresentasikan oleh kemantapan dan kenyamanan jalan yang memenuhi keamanan berkendaraan. Kerangka berfikir makro tersebut dapat ditunjukkan dalam Gambar 2.27.

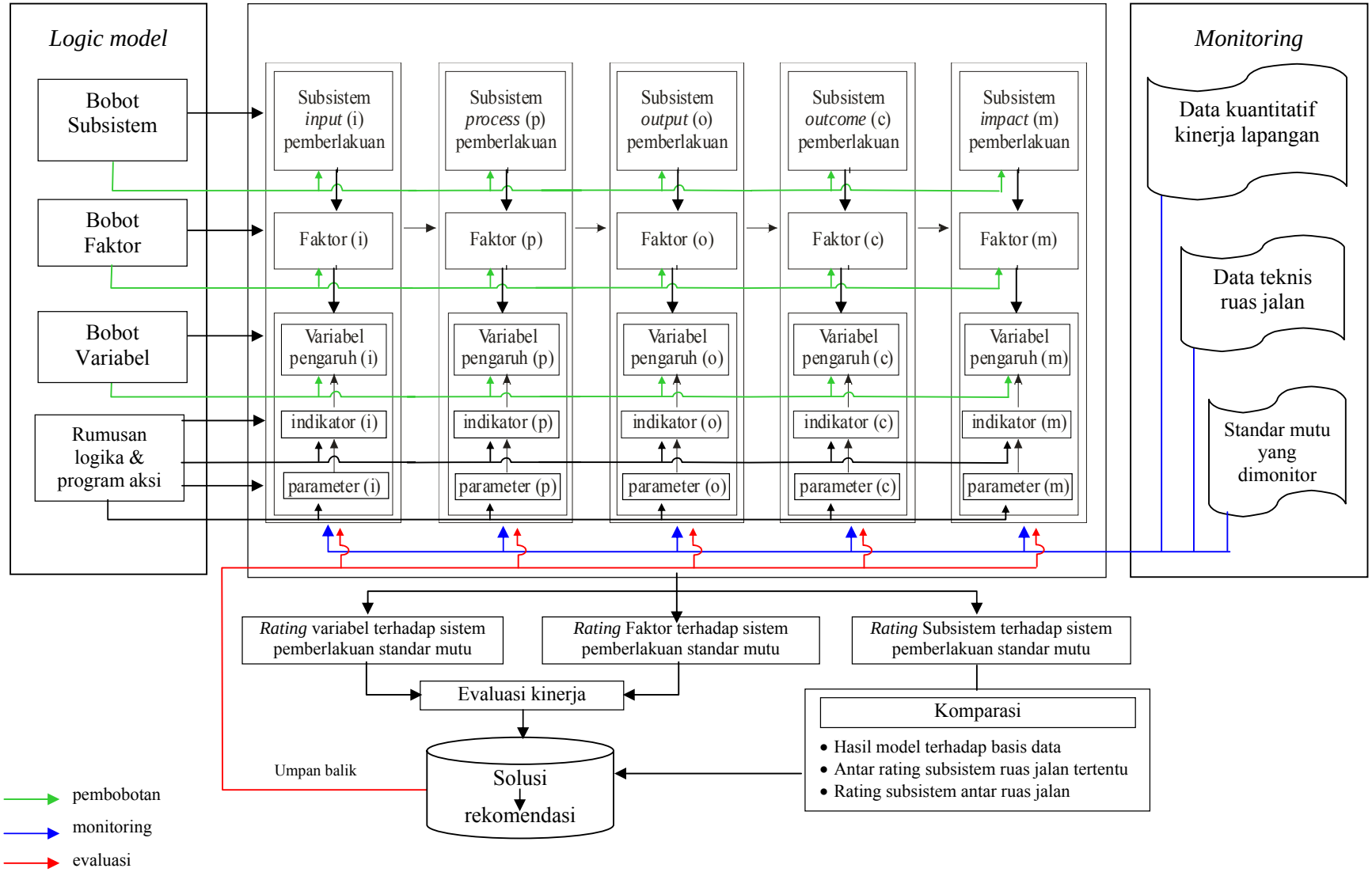

SISTEM MANAJEMEN PROYEK PENGELOLAAN JALAN
Efisiensi proyek
Efektivitas proyek
Sustainability proyek
INPUT PROYEK
PROCESS PROYEK
OUTPUT PROYEK
OUTCOME PROYEK
IMPACT PROYEK
Cost Effectiveness
monitoring
monitoring
monitoring
monitoring
monitoring
INPUT (i) Pemberlakuan
Faktor (i)
Variabel (i)
Indikator (i)
Parameter (i)
PROCESS (p) Pemberlakuan
Faktor (p)
Variabel (p)
Indikator (p)
Parameter (p)
OUTPUT (o) Pemberlakuan
Faktor (o)
Variabel (o)
Indikator (o)
Parameter (o)
OUTCOME (c) Pemberlakuan
Faktor (c)
Variabel (c)
Indikator (c)
Parameter (c)
IMPACT (m) Pemberlakuan
Faktor (m)
Variabel (m)
Indikator (m)
Parameter (m)
evaluasi kinerja
evaluasi kinerja
evaluasi kinerja
evaluasi kinerja
evaluasi kinerja
Pengembangan perangkat lunak logic model
Model MESTAM_JALAN
Aplikasi model
Solusi
Sub manajemen 1 : Pemberlakuan standar mutu
Sub manajemen 2 : Struktur organisasi
Sub manajemen 3 : Ketenagakerjaan dan teknologi
Sub manajemen 4 : Proses produksi
Sub manajemen 5,6,7,8,…n
Peta permasalahan
MESTAM_JALAN = Monitoring dan Evaluasi Pemberlakuan Standar Mutu Perkerasan Jalan

Ga

2. Konsep dasar pengembangan model monitoring dan evaluasi

Pengembangan model monitoring dan evaluasi pemberlakuan standar mutu didasarkan pada hierarki elemen-elemen dan parameter evaluasi keberhasilan pemberlakuan standar mutu. Struktur hierarki elemen tersebut disusun atas dasar taksonomi sistem pemberlakuan standar mutu. Taksonomi sistem ini menjelaskan keterkaitan antara subsistem satu terhadap subsistem lainnya dari sistem pemberlakuan standar mutu. Dalam hal ini, sistem pemberlakuan standar mutu perkerasan jalan direpresentasikan kedalam 5 (lima) subsistem *input, process, output, outcome* dan *impact* dari suatu *logic model.* Masing-masing subsistem tersebut selanjutnya memiliki berbagai faktor. Faktor-faktor tersebut didefinisikan sebagai aspek-aspek yang mempengaruhi pemberlakuan standar mutu. Faktor-faktor ini bersifat umum (*generic*) yang perlu direpresentasikan oleh variabel-variabel terukur. Variabel-variabel tersebut tidak seluruhnya bersifat *continue* dan *direct measureable* tetapi dapat juga merupakan variabel kategori (*categorical variable*). Oleh karena itu, pengukuran pengaruh variabel-variabel tersebut dilakukan berdasar penilaian indikator-indikator. Selanjutnya, penetapan parameter atau tolok ukur atau besaran setiap indikator dirumuskan berdasarkan pengalaman empiris dari para pemangku kepentingan pembangunan jalan dan pendapat ahli (*expert opinion*). Selanjutnya monitoring pemberlakuan standar mutu dilakukan dengan mencatat nilai nominal (kuantitatif) perubahan parameter tiap indikator dalam tiap variabel yang diamati. Nilai nominal ini dikalikan dengan bobot kepentingan dari masing-masing variabel dan hasil perkalian tersebut merupakan *rating* kualitatif dari variabel yang bersangkutan terhadap faktor pemberlakuan.

Evaluasi pemberlakuan standar mutu dilakukan setelah eksekusi model (dalam bentuk perangkat lunak) dijalankan dan menghasilkan data, antara lain: (i) *rating* variabel terhadap faktor pemberlakuan; (ii) *rating* faktor terhadap subsistem pemberlakuan; (iii) *rating* subsistem terhadap sistem pemberlakuan; (iv) dapat juga *rating* variabel dan faktor masing-masing terhadap sistem pemberlakuan standar mutu. Proses monitoring dan evaluasi tersebut diakhiri dengan rekomendasi dalam bentuk solusi-solusi *socio engineering* terhadap tiap variabel, faktor dan subsistem sehingga menjadi umpan balik dalam peningkatan dan penyempurnaan implementasi standar mutu perkerasan jalan. Konsep dasar pengembangan model monitoring dan evaluasi pemberlakuan standar mutu perkerasan jalan dapat ditunjukkan dalam Gambar 2.28.



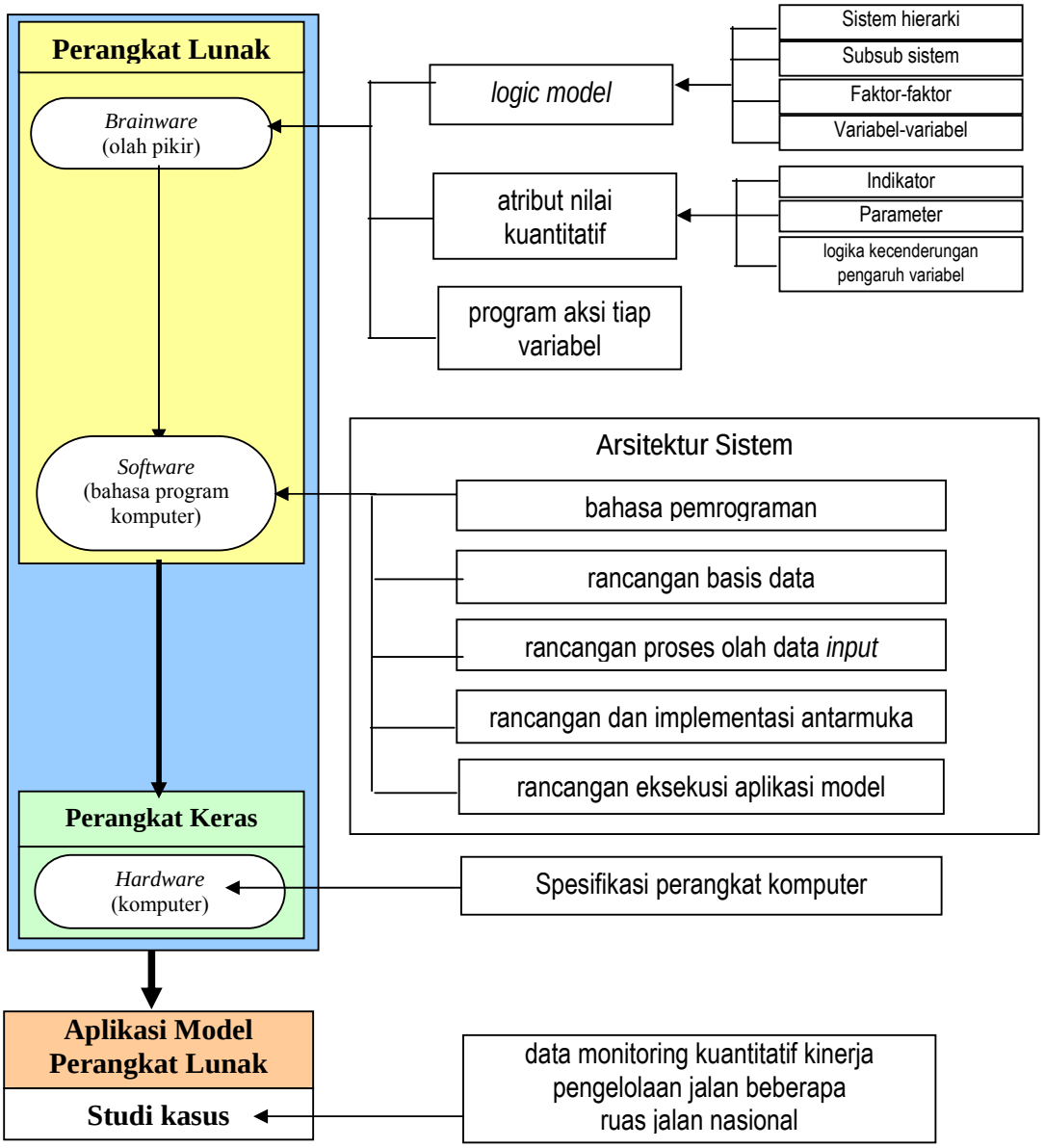
Gambar 2.28. Kerangka dasar pengembangan model monitoring dan evaluasi pemberlakuan standar mutu perkerasan jalan

3. Hierarki elemen-elemen pemberlakuan standar mutu perkerasan jalan

Hierarki elemen-elemen pemberlakuan standar mutu dikembangkan berdasarkan 3 (tiga) proses, yaitu: (i) proses kompilasi faktor-faktor pemberlakuan standar mutu perkerasan jalan untuk mencapai tujuan yang diinginkan; (ii) proses kompilasi variabel-variabel yang mempengaruhi faktor-faktor pemberlakuan standar mutu, kemudian dilanjutkan penentuan indikator beserta parameternya; dan (iii) proses seleksi dan pengelompokan variabel-variabel yang memiliki karakter hampir sama dalam tiap faktor yang ditinjau, kemudian penentuan indikator tiap variabel representatif beserta parameternya. Hierarki elemen-elemen pemberlakuan standar mutu secara detail dapat ditunjukkan dalam Lampiran-2.

4. Konsep pengembangan perangkat lunak

Pengembangan perangkat lunak monitoring dan evaluasi pemberlakuan standar mutu perkerasan jalan dibangun untuk mengaplikasikan *logic model* dari sistem hierarki elemen-elemen yang berpengaruh terhadap kinerja pemberlakuan standar mutu perkerasan jalan berbasis pendekatan sistemik. Pengembangan perangkat lunak pada prinsipnya terdiri atas: (i) *brainware* (olah pikir) yang meliputi *logic model*, logika kecenderungan pengaruh variabel dan program aksi tiap variabel; dan (ii) *software* (perangkat lunak) yang meliputi bahasa pemrograman, rancangan basis data dan proses olah data *input*, rancangan implementasi antar muka dan eksekusi aplikasi model. Aplikasi model dilakukan terhadap standar mutu pada beberapa pengelolaan ruas jalan nasional. Kerangka pengembangan perangkat lunak tersebut dapat ditunjukkan dalam Gambar 2.29.



Gambar 2.29. Kerangka berpikir pengembangan perangkat lunak model monitoring dan evaluasi pemberlakuan standar mutu perkerasan jalan

BAB III. METODE PENELITIAN

A. Metodologi Penelitian

Penelitian merupakan suatu proses yang panjang berawal dari minat untuk mengetahui fenomena tertentu dan selanjutnya berkembang menjadi gagasan, teori, konseptualisasi. Proses penelitian memerlukan pemilihan metode yang sesuai, proses pengambilan data, pengumpulan dan pengolahan serta analisis data dan menyusun kesimpulan yang melahirkan gagasan atau teori baru, sehingga merupakan suatu proses yang tiada henti (Biatna dkk., 2005).

Metode penelitian dilaksanakan berdasarkan observasi terhadap pendapat para pakar dari seluruh propinsi di Indonesia yang berkaitan dengan bidang rekayasa teknik jalan. Analisis diskriptif dilakukan dengan statistik yang diaplikasikan dari paket program pengambilan keputusan. Metodologi penelitian secara garis besar menjelaskan tiga bagian penting (Nazir, 2004), yaitu: (i) prosedur penelitian, (ii) teknik penelitian, dan (iii) metode penelitian. Berkaitan dengan hal tersebut, metodologi penelitian yang digunakan dalam penelitian ini dibagi dalam 7 (tujuh) tahapan kegiatan, sebagaimana ditunjukkan dalam Gambar 3.1.

Tahap ke-1 adalah tahapan persiapan, yang terdiri atas: (i) observasi fakta untuk menelaah permasalahan kinerja mutu perkerasan jalan nasional dan propinsi berdasarkan data instansional dan hasil penelitian yang relevan; (ii) menyusun rumusan masalah dan tujuan penelitian; (iii) melaksanakan seminar rutin terjadwal; dan (iv) menyusun instrumen penelitian.

Tahap ke-2 adalah tahapan kajian pustaka, yang terdiri atas: (i) mengkaji hasil penelitian lain yang relevan; (ii) mengidentifikasi faktor dan variabel beserta indikator dan parameternya dalam tiap sub-sistem pemberlakuan standar mutu perkerasan; (iii) menyusun kerangka berpikir *logic model* berbasis sistemik yang hierarkis dan komprehensif; (iii) melaksanakan uji coba survai; (iv) seminar ke-1

untuk menyempurnakan instrumen penelitian; dan (v) mengajukan perijinan survai kepada BPK-SDM Departemen Pekerjaan Umum. Ujicoba instrumen survai dilakukan untuk mengukur kemampuan dan kemauan responden dalam memahami pertanyaan, istilah-istilah teknis serta skala tingkat pengaruh dan kepentingan antar variabel. Uji coba instrumen penelitian dilaksanakan tahun 2005 di Propinsi Sulawesi Selatan, Kalimantan Selatan, Jawa Timur, Jawa Tengah, D.I. Yogyakarta, Riau, Sumatera Utara dan NTT.

Tahap ke-3 adalah tahapan identifikasi kinerja pemberlakuan standar mutu perkerasan jalan nasional dan propinsi, yang terdiri atas: (i) identifikasi jenis dan penyebab kerusakan struktural; (ii) identifikasi kesulitan mengenal dan memahami standar mutu; (iii) identifikasi kendala dan penyimpangan implementasi standar mutu; (iv) seminar ke-2 untuk mendiskusikan hasil survai ke-1.

Tahap ke-4 adalah tahapan identifikasi dan verifikasi yang terdiri atas: (i) verifikasi faktor pemberlakuan standar mutu; (ii) verifikasi variabel beserta indikator dan parameter yang mempengaruhi faktor-faktor pemberlakuan standar mutu; (iii) melaksanakan survai ke-2 untuk mengumpulkan pendapat pakar terhadap verifikasi variabel-variabel pengaruh; (iv) melaksanakan seminar ke-3 untuk mendiskusikan indikasi variabel-variabel dominan yang mempengaruhi faktor pemberlakuan standar mutu.

Tahap ke-5 adalah tahapan seleksi dan pengelompokan variabel, yang terdiri atas: (i) melaksanakan survai ke-3 untuk mengumpulkan pendapat pakar terhadap verifikasi tingkat pengaruh variabel-variabel pemberlakuan standar mutu; (ii) validasi pengelompokan variabel dengan analisis faktor *(factor analysis)*; (iii) merumuskan indikator dan parameter untuk mengukur logika kecenderungan pengaruh variabel terhadap faktor pemberlakuan standar mutu; dan (iv) seminar ke-4 untuk mendiskusikan hasil survai ke-3.

Tahap ke-6 adalah tahapan pembobotan faktor dan variabel, terdiri atas: (i) melaksanakan survai ke-4 untuk mengumpulkan pendapat pakar terhadap tingkat perbandingan kepentingan antar variabel terhadap faktor yang ditinjau dan antar faktor terhadap sistem pemberlakuan standar mutu; (ii) melakukan analisis pembobotan variabel terhadap faktor-faktor pemberlakuan standar mutu dengan metode AHP; (iii) validasi bobot faktor dan variabel hasil AHP; dan (iv) melaksanakan seminar ke-5 untuk mendiskusikan hasil survai ke-4.

Tahap ke-7 adalah tahapan membuat model monitoring dan evaluasi, yang terdiri atas: (i) merumuskan *logic model*; (ii) merumuskan metode monitoirng pengukuran indikator suatu variabel; (iii) merumuskan metode evaluasi untuk menilai rating variabel terhadap faktor pemberlakuan standar mutu; (iv) membuat model monitoring dan evaluasi dalam bentuk perangkat lunak dengan bahasa pemrograman Delphi; (v) aplikasi dan verifikasi model pada beberapa ruas jalan; (vi) menyusun program solusi untuk perbaikan dan penyempurnaan pemberlakuan standar mutu; dan (vii) seminar ke-6 untuk mendiskusikan finalisasi model.

B. Tempat dan Waktu Penelitian

Tempat penelitian dilaksanakan di Indonesia yang tersebar di 28 propinsi masing-masing pada instansi yang terkait dengan implementasi standar mutu perkerasan jalan nasional dan propinsi yang berada di: (i) Jakarta (Ditjen Bina Marga); (ii) Sumatera (Sumatera Utara, Bangka Belitung, Sumatera Barat, Riau, Jambi, Bengkulu, Lampung, Sumatera Selatan); (ii) Jawa dan Bali (Jawa Barat, Banten, Jawa Tengah, D.I. Yogayakarta, Jawa Timur dan Bali); (iii) Kalimantan (Kalimantan Barat, Kalimantan Timur, Kalimantan Tengah dan Kalimantan Selatan); (iv) Sulawesi (Sulawesi Utara, Gorontalo, Sulawesi Selatan, Sulawesi Tengah dan Sulawesi Tenggara); (v) Wilayah Kepulauan Timur (Nusa Tenggara Barat, Nusa Tenggara Timur; Papua, Maluku Utara dan Maluku). Instansi tiap propinsi yang dimaksud adalah Kantor P2JJ dan atau Balitbang Jalan, Kantor Dinas PU atau Subdinas Bina Marga; konsultan teknik jalan, kontraktor bidang jalan dan Perguruan Tinggi. Dalam penelitian ini tidak melibatkan partisipasi unsur kelembagaan (unit elementer) dari tingkat kabupaten karena: (i) pemberlakuan standar mutu perkerasan jalan yang dimonitor dan dievaluasi hanya dilakukan pada jalan nasional dan propinsi yang bukan wewenang pemerintah kabupaten; dan (ii) jaringan jalan nasional dan propinsi mampu memberikan pelayanan aksesibilitas wilayah dan mobilitas penduduk yang lebih luas daripada jalan kabupaten. Penelitian dilakukan melalui survai kuesioner selama 12 bulan dari bulan Oktober 2005 sampai dengan September 2006 yang diawali dengan persetujuan pelaksanaan survai dari Badan Pembinaan Konstruksi dan Sumber Daya Manusia (BPK-SDM) Departemen Pekerjaan Umum tanggal 6 Sepetember 2005. Surat ijin survai dapat ditunjukkan dalam Lampiran-3.

C. Desain Responden

Populasi dengan jumlah individu tertentu dinamakan populasi terbatas (*finite*), sebaliknya jika jumlah individu dalam kelompok tidak mempunyai jumlah yang tetap ataupun jumlahnya tidak terhingga disebut populasi tidak terbatas (Nazir, 2004). Misalnya, jumlah propinsi dalam Negara Kesatuan Republik Indonesia adalah populasi terbatas.

Gambar 3. 1 **Metodologi penelitian yang digunakan**

Sebaliknya jumlah hasil pelemparan mata uang logam yang terus menerus merupakan populasi tidak terbatas. Sampel direpresentasikan sebagai responden yang merupakan bagian dari populasi. Desain responden adalah suatu prosedur terhadap sebagian dari populasi yang diambil dan dipergunakan untuk menentukan sifat atau ciri yang dikehendaki dari populasi (Nazir, 2004; Fellows & Liu, 1997).

Responden merupakan representasi dari populasi. Langkah-langkah yang diambil untuk memperoleh responden dari suatu populasi disebut desain responden (Makridakis *et al*., 1983). Kuantitas yang dapat menjelaskan sifat-sifat populasi atau responden disebut parameter. Kuantitas yang dihitung dari responden dan digunakan untuk menerangkan responden dinamakan statistik. Churchman *et al*. (1961), Nazir (2004) dan Anastasi (1976) menyatakan bahwa desain responden secara garis besar terbagi atas 2 (dua), yaitu:

1) desain responden tetap yang dibentuk mengikuti aturan tertentu yang tidak berubah-ubah selama penarikan responden berlangsung. Desain responden tetap dibagi 2 (dua), yaitu: (i) responden tanpa batasan; dan (ii) responden dengan batasan; dan
2) aturan dalam pengambilan responden tidak sama selama penarikan responden berlangsung, dapat dilakukan: (i) responden yang ditarik secara bertingkat; dan (ii) cara pengamatan satu persatu dari anggota populasi.

Klasifikasi desain responden dapat ditunjukkan dalam Gambar 3.2.

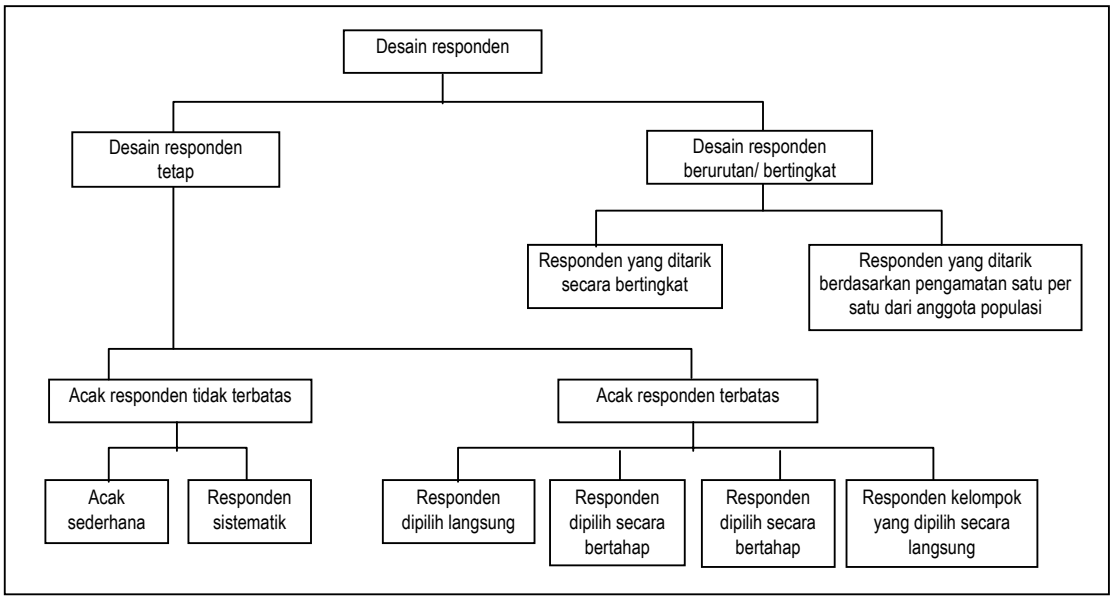
Desain responden yang digunakan dalam penelitian ini adalah desain responden tetap karena responden yang dibentuk mengikuti aturan tertentu dan tidak berubah-ubah selama proses penarikan responden berlangsung. Desain responden tetap yang dipilih dalam penelitian ini adalah metode *cluster sampling* (responden berkelompok), yaitu teknik memilih sebuah responden dari kelompok unit-unit yang kecil atau *cluster*.

Teknik *cluster sampling* yang digunakan adalah *two stage cluster sampling*, sebagaimana ditunjukkan dalam Gambar 3.3, dengan urutan sebagai berikut:

1) batasan populasi dalam penelitian ini adalah populasi terbatas yang terdiri 31 propinsi di Indonesia;
2) *sampling* tahap pertama, memilih psu (*primary sampling unit*) dari populasi terbatas secara *purposive*; dalam hal ini memilih beberapa propinsi yang

mewakili Kawasan Barat Indonesia (KBI) dan Kawasan Timur Indonesia (KTI) dengan kriteria, sebagai berikut:

a) propinsi yang memiliki jaringan jalan nasional dan propinsi dengan nilai IRI rata-rata > 7,0 m/km dalam kategori tidak mantap (Ditjen Praswil, 2004 dan Paterson, 1995; 2007.a) atau proporsi kondisi jalan tidak mantap lebih dari 25% terhadap total panjang jalan nasional dan propinsi dalam satuan wilayah propinsi. Propinsi dalam KBI yang dipilih adalah Sumatera Utara, Riau, Jambi, Bengkulu, Sumatera Selatan, Lampung, Banten, Kalimantan Barat, Kalimantan Tengah, Kalimantan Timur dan Kalimantan Selatan. Sedangkan propinsi dalam KTI adalah Sulawesi Utara, Nusa Tenggara Timur, Sulawesi Tengah, Maluku Utara, Maluku dan Papua; dan



Sumber: Nazir (2004)

Gambar 3.2. Klasifikasi desain responden

b) propinsi yang memiliki jaringan jalan nasional dan propinsi dengan nilai IRI rata-rata < 7,0 m/km dalam kategori mantap (Ditjen Praswil, 2004 dan Paterson, 1995; 2007.a) atau proporsi kondisi jalan mantap lebih dari 75% terhadap total panjang jalan nasional dan propinsi dalam satuan wilayah propinsi. Propinsi dalam KBI yang dipilih adalah Sumatera Barat, Bangka Belitung, Jawa Timur, Jawa Tengah, Jawa Barat, D.I. Yogyakarta dan Bali.

Sedangkan propinsi dalam KTI adalah Nusa Tenggara Barat, Sulawesi Selatan, Sulawesi Tenggara dan Gorontalo.

Beberapa propinsi yang tidak dipilih sebagai psu adalah: (i) NAD, karena kondisi keamanan wilayah yang tidak memungkinkan; (ii) DKI Jakarta, karena pola penanganan perkerasan jalan menjadi wewenang pemerintah daerah ibukota sepenuhnya yang tidak sama dengan propinsi lain; dan (iii) Papua Barat, karena data jaringan jalan masih menjadi satu dengan Propinsi Papua.

3) *sampling* tahap kedua adalah memilih unit elementer dari psu pada *sampling* tahap pertama yang ditentukan secara *purposive sampling*; dalam hal ini memilih beberapa instansi yang bertugas membina dan menyediakan infrastruktur jalan serta instansi independen yang melakukan riset di bidang jalan.

   Dengan demikian unit elementer tiap psu yang dimaksud, adalah: (i) kantor perencanaan dan pengawasan teknik jalan nasional (P2JJ) yang berada di tiap ibukota propinsi dan atau balitbang jalan; (ii) dinas pekerjaan umum propinsi yang berada di ibukota propinsi; (iii) konsultan teknik yang berada di tiap propinsi yang berpengalaman mengendalikan mutu perkerasan jalan; (iv) kontraktor yang berada di tiap propinsi yang berpengalaman membangun perkerasan jalan; dan (v) perguruan tinggi yang berada di tiap propinsi yang banyak melakukan penelitian kinerja perkerasan jalan. Kondisi dan jumlah unit elementer tiap propinsi (dalam hal ini psu) memiliki karakteristik yang sama berdasarkan aturan tugas pokok fungsi kelembagaan yang mengelola dan menangani perkerasan jalan nasional dan propinsi. Oleh karena itu jumlah dan jenis unit elementer tiap psu diambil sama.

4) jumlah dan jenis responden yang diambil dari tiap unit elementer ditentukan secara *purposive sampling*; dalam hal ini memilih responden yang dinilai mampu memberikan pendapat dan pemikiran yang berkaitan dengan profesi atau kepakarannya. Beberapa batasan karakter responden adalah sebagai berikut:

   a) para pakar yang mampu memberikan pendapat atau jawaban yang tepat dan obyektif terhadap permasalahan yang dibahas serta memiliki pengalaman profesional minimal 10 tahun terhadap bidang ilmu pengetahuan tertentu dan rekayasa lapangan (Loveridge, 2005; Gerardi *et al*., 2005); seseorang

yang memiliki pengalaman bekerja dalam bidang rekayasa teknik minimal 10 tahun (pendidikan setara sarjana); minimal 5 tahun (pendidikan setara magister atau doktor); minimal 15 tahun (pendidikan setara diploma) atau memiliki sertifikasi uji mutu dari organisasi profesi yang dapat dipertanggungjawabkan (Morris & La Boube, 1995; Sukawan, 2006; Rukmana, 2006);

Gambar 3. 3. Prosedur *cluster sampling* yang digunakan dalam penelitian

b) seseorang yang mampu menjelaskan secara subyektif terhadap kemampuannya untuk membuat opini publikasi yang konstruktif dan kritis terhadap permasalahan yang berkembang (Cooke, 1991; Gerardi *et al*., 2005; Hubeis & Mangkuprawira, 2006); dan
c) seseorang yang dinilai mampu memberikan justifikasi atau pendapat terhadap solusi permasalahan karena memiliki pengalaman bekerja pada bidang yang terkait langsung dengan permasalahan, dan didukung oleh jenjang pendidikan dan publikasi ilmiah serta keterampilan teknis yang spesifik (Chakraborty, 2001; Drausfield *et al*., 2000; Rukmana, 2006).

Berdasarkan pertimbangan tersebut, persyaratan dan jumlah responden yang mewakili unit elementer yang berada dalam tiap propinsi untuk mendapatkan jawaban yang obyektif dan akurat, dapat ditunjukkan dalam Tabel 3.1. Jumlah responden (pakar) yang mewakili seluruh populasi terbatas sebanyak 392 responden yang tersebar di 28 propinsi di Indonesia. Rincian jumlah responden tiap propinsi dapat ditunjukkan dalam Tabel 3.2. Tiap unit elementer memiliki tenaga ahli perkerasan jalan yang melakukan pengendalian mutu dan atau penelitian rekayasa perkerasan jalan sesuai dengan tugas dan fungsi kelembagaannya. Konsultan teknik jalan tiap unit elementer memiliki *quality control engineer* dan *chief inspector,* demikian juga Kantor Dinas PU memiliki pemimpin kegiatan pengendalian mutu dan direksi lapangan. Oleh karena itu, jumlah dan jenis responden dibuat sama pada tiap unit elementernya.

Tabel 3.1. Desain responden: persyaratan dan jumlah responden yang mewakili unit elementer tiap propinsi terpilih

Unit elementer	Jabatan	Fungsi	Pengalaman bidang teknik jalan (tahun)	Jenjang pendidikan teknik sipil	Jumlah responden (pakar)
1. Kantor P2JJ dan Badan Penelitian &	Pemimpin Kegiatan	Pembina/ Penyedia	5 10	Magister Sarjana	1

Pengembangan (Balitbang) Jalan	Pengendali Kualitas	Pengawas	10 15	Sarjana Diploma	1
	Pemimpin Bagian Kegiatan	Penyedia	10 15	Sarjana Diploma	1
2. Kantor Dinas Pekerjaan Umum	Kasubdin Bina Marga	Pembina/ Penyedia	5 10	Magister Sarjana	1
	Kasi Mutu Jalan	Pengawas	5 10	Magister Sarjana	1
	Pemimpin Kegiatan	Pembina/ Penyedia	5 10	Magister Sarjana	1
	Pemimpin Bagian Kegiatan	Penyedia	10 15	Sarjana Diploma	1
	Direksi Lapangan	Pengawas	10 15	Sarjana Diploma	1

Tabel 3.1. (lanjutan)

Unit elementer	Jabatan	Fungsi	Pengalaman bidang teknik jalan (tahun)	Jenjang pendidikan teknik sipil	Jumlah responden (pakar)
3. Konsultan Supervisi Jalan	Quality Control Engineer	Pengawas	5 10	Magister Sarjana	1
	Chief Inspector	Pengawas	10 15	Sarjana Diploma	1
4. Kontraktor Jalan	*Site Engineer* Bidang Jalan	Pelaksana	10 15	Sarjana Diploma	1
	Pelaksana Bidang Jalan	Pelaksana	10 15	Sarjana Diploma	1
5. Perguruan Tinggi	Dosen	Akademik	10	Magister	1
	Dosen	Peneliti	10	Magister	1
Desain responden tiap propinsi per jenis survai					14

Tabel 3.2 Desain responden: jumlah responden yang mewakili populasi terbatas

Propinsi	P2JJ	Dinas PU	Konsultan	Kontraktor	Perguruan Tinggi	Jumlah Responden tiap Propinsi
	Balitbang Jalan					
KBI :						
Sumatera Utara	3	5	2	2	2	14
Riau	3	5	2	2	2	14
Sumatera Barat	3	5	2	2	2	14
Jambi	3	5	2	2	2	14
Bengkulu	3	5	2	2	2	14
Sumatera Selatan	3	5	2	2	2	14
Lampung	3	5	2	2	2	14
Bangka Belitung	3	5	2	2	2	14
Jawa Barat	3	5	2	2	2	14
Banten	3	5	2	2	2	14
Jawa Tengah	3	5	2	2	2	14
DI. Yogyakarta	3	5	2	2	2	14
Jawa Timur	3	5	2	2	2	14
Bali	3	5	2	2	2	14

Kalimantan Barat	3	5	2	2	2	14
Kalimantan Tengah	3	5	2	2	2	14
Kalimantan Timur	3	5	2	2	2	14
Kalimantan Selatan	3	5	2	2	2	14
KTI :						
Nusa Tenggara Barat	3	5	2	2	2	14
Nusa Tenggara Timur	3	5	2	2	2	14
Sulawesi Utara	3	5	2	2	2	14
Gorontalo	3	5	2	2	2	14
Sulawesi Tengah	3	5	2	2	2	14
Sulawesi Selatan	3	5	2	2	2	14
Sulawesi Tenggara	3	5	2	2	2	14
Maluku	3	5	2	2	2	14
Maluku Utara	3	5	2	2	2	14
Papua	3	5	2	2	2	14
Jumlah responden tiap unit elementer (pakar)	84	140	56	56	56	392
Jumlah total responden (pakar) di 28 propinsi per jenis survai	392					

D. Instrumen Penelitian

Monitoring dan evaluasi pemberlakuan standar mutu perkerasan jalan dilakukan dengan pendekatan sistemik (*input-process-output-outcome-impact*) sehingga perlu ditetapkan faktor, variabel beserta indikator dan parameternya dalam tiap bagian-bagian sistem (subsistem) pemberlakuannya. Faktor dalam penelitian ini dimaksudkan keadaan atau peristiwa yang mempengaruhi terjadinya sesuatu atau sesuatu yang secara aktif berkontribusi terhadap suatu penyelesaian, hasil dan proses. Variabel dalam penelitian ini dimaksudkan sebagai sesuatu yang memiliki variasi atau sesuatu yang dapat berubah-ubah yang mencerminkan karakter dari faktor. Indikator yang dimaksud dalam penelitian ini sesuatu yang dapat dijadikan sebagai alat untuk mengukur, memberi petunjuk dan keterangan terhadap variabel. Parameter yang dimaksud dalam penelitian ini adalah ukuran yang membatasi atau tolok ukur kinerja (*performance*) variabel.

Penelitian ini mengkaji tentang kinerja pemberlakuan standar mutu perkerasan yang mendasarkan pada alasan-alasan subyektif (*subjective reasoning*) dan penilaian obyektif terhadap suatu permasalahan yang kompleks. Berkaitan dengan hal tersebut, teknik pengumpulan data yang relevan dengan sifat dan jenis data yang bersifat kualitatif adalah wawancara (*interview*) dan atau menjawab tertulis terhadap kuesioner (formulir survai) yang ditujukan kepada pakar (*expert*).

Instrumen penelitian yang paling sesuai berupa formulir survai yang berisi pertanyaan-pertanyaan pilihan yang harus dijawab atau dipilih dengan pertimbangan obyektif dan pengalaman serta keahlian responden (pakar) dibidang teknik jalan. Jumlah formulir survai yang dikirim ke 28 propinsi sebanyak 392 eksemplar pada tiap tahapan survai.

Pengumpulan data dengan mengirimkan kuesioner kepada responden (pakar) memiliki beberapa keuntungan, antara lain: (i) penggunaan kuesioner melalui komunikasi pos tidak memerlukan *enumerator* sehingga dapat mengurangi biaya; (ii) kuesioner yang dikirimkan dapat mencapai responden (pakar) dalam area yang luas, terutama pada daerah yang anggota populasinya jarang dan memiliki pelayanan kantor pos yang baik; (iii) pengiriman kuesioner dengan menggunakan jasa pos dapat mengurangi *error* dari *enumerator*; (iv) kuesioner yang dikirimkan dapat memberikan kesempatan yang lebih fleksibel bagi responden untuk menjawabya dengan melengkapi data pendukung yang lebih akurat; (v) responden dapat menjawab pertanyaan yang diajukan secara lebih jujur, karena responden tidak bertatap muka langsung dengan *enumerator*.

Selain keuntungan-keuntungan di atas, pengiriman kuesioner juga memiliki batasan-batasan sebagai berikut: (i) pertanyaan-pertanyaan yang diajukan harus sederhana dan langsung mengenai sasaran; (ii) pertanyaan yang dibuat harus yang dapat dimengerti oleh responden; (iii) jawaban dari pertanyaan tersebut harus diterima sebagai suatu jawaban final kecuali akan dilakukan pengecekan ulang; (iv) penggunaan kuesioner yang dikirimkan biasanya memakan waktu lama untuk mendapatkan tanggapan responden; (v) jawaban yang diberikan untuk masing-masing responden tidak lagi independen karena responden sudah dapat membaca terlebih dahulu terhadap pertanyaan yang diajukan; (vi) tidak ada kesempatan untuk membuat tambahan terhadap jawaban yang diperoleh berdasarkan observasi; (vii) responden dapat saja tidak mengembalikan kuesioner. Pengembalian kuesioner yang terisi lebih besar 40% dari desain responden yang terkirim dapat diteruskan untuk analisis jika sampel yang terkirim tersebut tidak terfokus pada satu tempat melainkan tersebar di semua lokasi penarikan jawaban responden (Biatna dkk., 2005).

Formulir survai ke-1 (survai awal) berisi pertanyaan kepada responden (pakar) untuk memberikan jawaban pilihan yang obyektif dan rasional terhadap

kendala dan penyimpangan pemberlakuan standar mutu perkerasan jalan, penyebab dan jenis kerusakan struktural yang sering terjadi di bawah umur layanan jalan serta sejauhmana pengguna mengenal dan memahami standar mutu.

Formulir survai ke-2 (verifikasi variabel) berisi pertanyaan kepada responden (pakar) untuk memberikan verifikasi (persetujuan) terhadap variabel-variabel yang mempengaruhi pemberlakuan standar mutu pada tiap subsistem pemberlakuan (*input-process-output-outcome-impact*), sehingga dapat diindikasikan variabel-variabel pengaruh yang dominan. Verifikasi pakar tersebut dinyatakan dalam jawaban ”ya” artinya setuju atau ”tidak” artinya tidak setuju terhadap variabel yang mempengaruhi faktor-faktor pemberlakuan standar mutu. Jawaban responden tersebut diolah dengan pendekatan statistik deskriptif sehingga dapat diketahui proporsi antara jawaban ”ya” dan ”tidak”. Hasil analisis statistik tersebut tidak melakukan reduksi maupun seleksi terhadap variabel, yang ditampilkan hanya perbandingan kualitatif antara pendapat responden ”setuju” dan ”tidak setuju”. Jika jawaban responden lebih banyak berpendapat ”tidak setuju” terhadap suatu variabel, maka variabel tersebut dapat diindikasikan akan tereduksi dengan sendirinya pada saat uji korelasi awal tingkat pengaruh dalam analisis faktor.

Formulir survai ke-3 (seleksi dan pengelompokkan variabel) berisi pertanyaan kepada responden (pakar) untuk menentukan tingkat pengaruh variabel-variabel terhadap pemberlakuan standar mutu perkerasan jalan. Setiap pertanyaan yang diajukan, disertai jawaban dengan alternatif yang dipilih responden. Tolok ukur jawaban alternatif ditetapkan dengan skala *likert* (*ordinal*) berupa pilihan angka-angka 1, 2, 3, 4, dan 5 yang mendeskripsikan kategori tertentu, yaitu: (i) angka 1=sangat tidak berpengaruh; (ii) angka 2=tidak berpengaruh; (iii) angka 3=ragu-ragu; (iv) angka 4 = berpengaruh; (v) angka 5=sangat berpengaruh. Jawaban responden tersebut diolah dengan pendekatan analisis faktor sehingga dapat diketahui korelasi antar variabel yang memiliki karakteristik hampir sama yang tidak teramati dengan uji KMO (*Kaiser-Meyer-Olkin's*) dan *Bartlett test of sphericity.* Uji KMO mengukur koefisien korelasi parsial antar variabel, uji Bartlett memeriksa apakah matrik korelasi antar variabel merupakan sebuah matrik identitas atau bukan.

Formulir survai ke-4 (pembobotan variabel) berisi pertanyaan kepada responden (pakar) untuk menilai perbandingan tingkat kepentingan antar variabel dan antar faktor dalam pemberlakuan standar mutu. Setiap pertanyaan yang diajukan kepada responden harus dijawab dengan memasukkan perbandingan tingkat kepentingan dalam bentuk skala rasio (*ordinal*) berupa pilihan angka-angka 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8 dan 9 yang mendeskripsikan kategori kualitas perbandingan tertentu, yaitu: (i) angka 1=kedua variabel sama-sama pentingnya; (ii) angka 3=variabel yang diperbandingkan sedikit lebih penting daripada variabel lainnya; (iii) angka 5=variabel yang diperbandingkan lebih penting daripada variabel lainnya; (iv) angka 7=variabel yang diperbandingkan jelas lebih mutlak penting daripada variabel lainnya; (v) angka 9=variabel yang ditinjau mutlak penting daripada variabel lainnya; (vi) angka 2,4,6,8= merupakan pilihan-pilihan antara dua angka pertimbangan tersebut yang berdekatan. Jawaban responden tersebut diolah dengan metode AHP untuk mendapatkan bobot perbandingan antar variabel yang diawali dengan analisis tingkat konsistensi jawaban responden dan keserasian logika jawaban responden terhadap matrik perbandingan berpasangan (matematis). Bentuk instrumen penelitian tersebut dapat ditunjukkan dalam Lampiran-4.

E. Metode Analisis Data

Beberapa metode analisis data yang digunakan dalam penelitian ini adalah: (i) statistik diskriptif; (ii) analisis faktor; dan (iii) analisis hierarki proses. Analisis statistik diskriptif untuk menjelaskan profil atau kinerja perkerasan jalan nasional dan propinsi saat ini termasuk bagaimana proses pemberlakuan standar mutu perkerasan serta menjelaskan persepsi pakar terhadap verifikasi variabel-variabel yang mempengaruhi faktor-faktor pemberlakuan standar mutu.

1. Seleksi dan pengelompokkan variabel pengaruh dengan pendekatan analisis faktor (*factor analysis*)

Analisis faktor merupakan salah satu model statistik yang memanfaatkan hubungan-hubungan korelasi maupun kovariansi pada suatu kelompok variabel untuk menerangkan kembali atau meringkas kelompok variabel tersebut dalam beberapa kuantitas acak yang tidak teramati, yang disebut *faktor*. *Factor analysis* mulai dikembangkan oleh Karl Pearson dan Charles Spearman pada awal abad ke-20 untuk mempelajari inteligensia yang tidak mungkin diamati atau diukur secara langsung (Johnson & Wichern, 1992). Sebagaimana halnya dengan model-model statistik yang lain, diperlukan alasan-alasan teoritik yang mendukung seorang analis untuk melakukan *factor analysis*. Suatu alasan teoritis diperlukan untuk memotivasi analis dalam menduga beberapa variabel yang mengukur sebuah fenomena mendasar yang sama, dengan harapan jumlah data yang tersedia mampu mendukung dugaan atau pemodelan yang akan dilakukan (Washington *et al*., 2003).

Pada dasarnya analisis faktor dilakukan dengan tujuan-tujuan berikut: (i) meringkas data (*data summarization*), yaitu mengidentifikasi adanya hubungan antar variabel dengan melakukan uji korelasi dan dilanjutkan dengan meringkas beberapa variabel dalam satu faktor sepanjang memungkinkan; (ii) mengurangi banyaknya variabel (*data reduction*), yaitu dengan menggunakan faktor yang dihasilkan dari sejumlah variabel. Variabel-variabel yang difaktorkan umumnya disyaratkan sebagai variabel kuantitatif berskala interval atau rasio (Hair *et al*., 1998; Santoso, 2003; Johnson & Wichern, 1992; Washington *et al*., 2003).

Dengan mengikuti notasi yang digunakan oleh Washington *et al*. (2003), formulasi matematis model faktor dapat dijelaskan secara ringkas sebagai berikut.

Sebuah model faktor diformulasikan dengan menyatakan variabel-variabel teramati, X_i hingga X_p di dalam satu set fungsi linier seperti yang ditunjukkan dalam Persamaan (3.1).

$$\begin{aligned} X_1 - \mu_1 &= l_{11}F_1 + l_{12}F_2 + \ldots + l_{1m}F_m + \varepsilon_1 \\ X_2 - \mu_2 &= l_{21}F_1 + l_{22}F_2 + \ldots + l_{1m}F_m + \varepsilon_2 \\ X_p - \mu_p &= l_{p1}F_1 + l_{p2}F_2 + \ldots + l_{pm}F_m + \varepsilon_p \end{aligned} \tag{3.1}$$

Persamaan (3.1) di atas dapat ditulis kembali secara ringkas dalam notasi matriks seperti yang ditunjukkan dalam Persamaan (3.2).

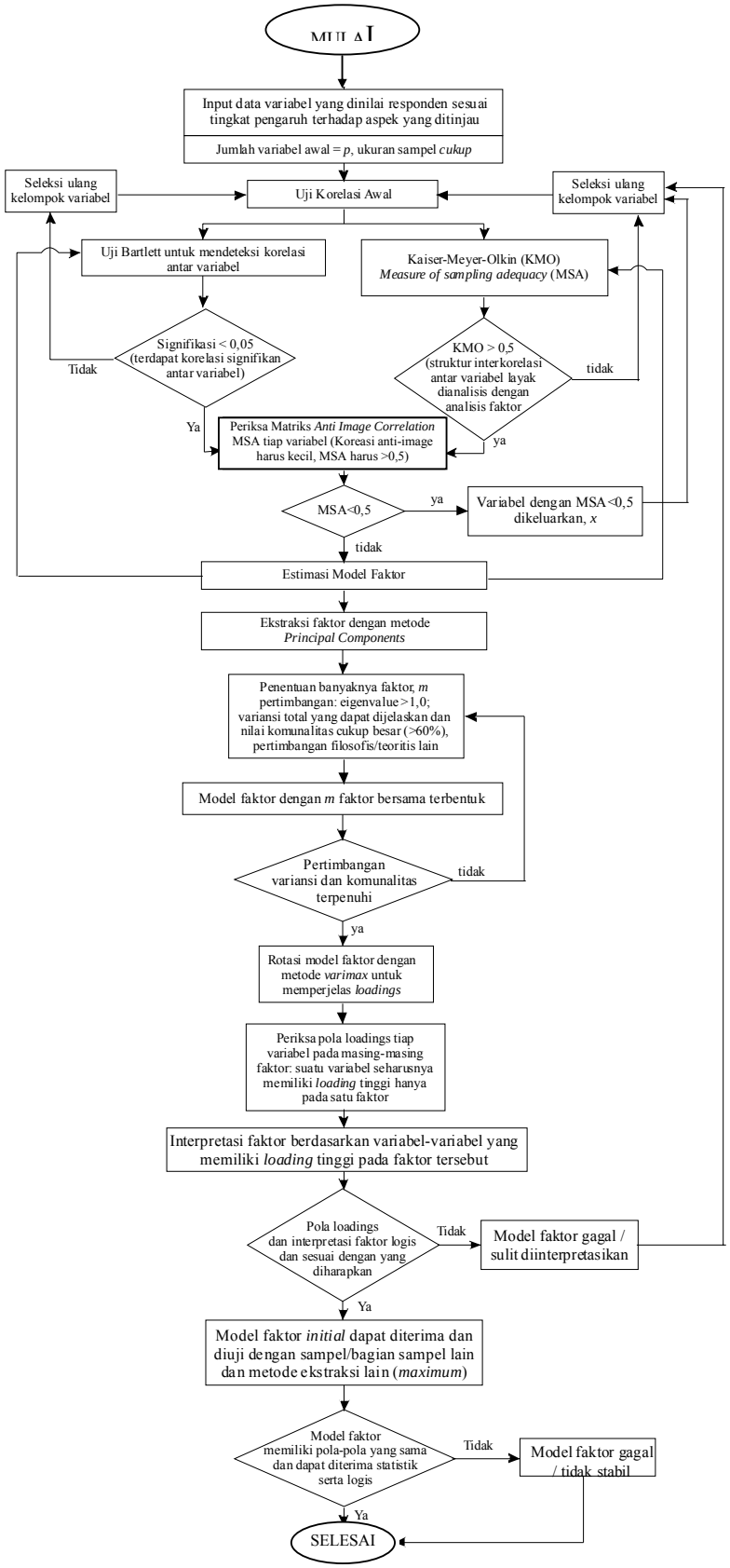
$$(\mathbf{X} - \boldsymbol{\mu})_{p\text{x}1} = \mathbf{L}_{pxm}\mathbf{F}_{pxm} + \boldsymbol{\varepsilon}_{p\text{x}1} \tag{3.2}$$

F merupakan faktor-faktor yang terbentuk dan l_{ij} merupakan nilai-nilai bobot faktor. Suku galat ε_i hanya berasosiasi dengan X_i. Sejumlah p galat acak (*random errors*) dan m bobot faktor yang terbentuk bersifat tidak teramati dalam observasi pengumpulan data atau laten. Dengan p buah persamaan dan $p + m$ buah kuantitas tidak diketahui, nilai kuantitas-kuantitas ini dapat dihitung secara langsung tanpa memerlukan adanya informasi tambahan. Untuk menghitung besarnya nilai bobot faktor dan galatnya, beberapa pembatasan digunakan. Pembatasan ini akan menentukan jenis model faktor yang dihasilkan, apakah *orthogonal* ataukah *oblique*. Model faktor *orthogonal* yang mensyaratkan tidak adanya korelasi antar faktor-faktor yang terbentuk lebih populer dan umum digunakan karena dapat diinterpretasikan dengan lebih tegas. Model faktor *orthogonal* disyaratkan untuk memenuhi hal-hal berikut: F dan ε bersifat saling bebas; $E[\mathbf{F}] = 0$; $\text{Cov}[F]=\mathbf{I}$; $E[\boldsymbol{\varepsilon}] = 0$; dan $\text{Cov}[\boldsymbol{\varepsilon}] = \boldsymbol{\nu}$, dengan $\boldsymbol{\nu}$ merupakan sebuah matriks diagonal. Nilai bobot faktor berkisar antara 0 dan 1. Sebuah bobot faktor l_{ij} dengan nilai mendekati 1 menunjukkan bahwa variabel X_i banyak dipengaruhi oleh faktor F_j. Sebaliknya, nilai bobot faktor yang mendekati 0 menunjukkan bahwa variabel X_i tidak dipengaruhi oleh faktor F_j secara substantif. Jumlah faktor yang perlu diekstrak dari sekumpulan variabel bergantung pada nilai *eigen* tiap faktornya. Prinsip ekstraksi faktor yang diusulkan oleh Kaiser (1960) dalam Washington *et al*. (2003) menyarankan untuk mengekstraksi faktor-faktor dengan nilai *eigen* paling tidak sama dengan 1 (satu), yang berarti faktor-faktor tersebut memiliki andil yang cukup besar dalam nilai total variansi seluruh variabel. Namun demikian, pertimbangan apakah suatu faktor dapat diinterpretasikan secara logis sesuai dengan konteks

penelitian turut pula mempengaruhi banyaknya faktor yang perlu diekstrak. Salah satu metode ekstraksi faktor yang umum digunakan adalah metode *principal component.* Metode ini mengasumsikan bahwa variabel dapat dibentuk kembali melalui kombinasi faktor secara tepat linear. Selain itu, diasumsikan pula bahwa tidak terdapat korelasi antar komponen (faktor), dan jumlah nilai kebersamaan (*commonality*) tiap variabel pada seluruh faktor bernilai 1 (satu). Asumsi terakhir mensyaratkan bahwa nilai galat tiap variabel memiliki nilai harapan nol. Untuk memperjelas hubungan antara variabel dengan faktornya, matriks faktor perlu dirotasi. Metode *varimax* merupakan sebuah metode rotasi yang paling umum digunakan dalam model faktor *orthogonal*. Metode ini bekerja dengan prinsip memaksimalkan jumlah variabel yang memiliki bobot faktor tinggi pada suatu faktor. Interpretasi suatu model faktor bersifat langsung. Variabel-variabel yang memiliki nilai bobot faktor tinggi pada suatu faktor dianggap memiliki pengaruh yang tinggi dalam mendeskripsikan faktor tersebut, demikian pula sebaliknya. Pemeriksaan beberapa variabel yang memiliki nilai bobot faktor tinggi pada suatu faktor dilakukan untuk mencermati struktur mendasar atau kesamaan (*commonality*) antar variabel tersebut. Struktur mendasar yang dimiliki oleh beberapa variabel berbobot tinggi inilah yang perlu dicari interpretasi logisnya oleh seorang analis berdasarkan konteks penelitian yang dilakukan.

Metode analisis faktor telah diimplementasikan dalam berbagai program komputer statistik terkemuka, seperti *Statistical Package for the Social Sciences (SPSS)*, *Statistica* dan *SAS.* Pada penelitian ini analisis faktor dilakukan dengan bantuan *SPSS* versi 12 di bawah sistem operasi *Microsoft Windows.* Paket program ini dipilih karena memiliki langkah-langkah pengujian matriks korelasi antar variabel yang dapat dimonitor sebelum analisis faktor dilakukan atas sekumpulan variabel tersebut. Pengujian awal atas korelasi antar variabel ini diperlukan untuk memeriksa tingkat kepatutannya (*appropriateness)* sebelum dilanjutkan dengan pemodelan faktor. Pemeriksaan awal diimplementasikan melalui tiga pengujian, yaitu Kaiser-Meyer-Olkin's (KMO), *measure of sampling adequacy* (MSA), *Bartlett test of sphericity*, dan matriks *anti-image*. Uji KMO mengukur besarnya koefisien korelasi parsial antar variabel, sedangkan uji Bartlett memeriksa apakah matriks korelasi antar variabel merupakan sebuah matriks identitas atau bukan.

Jika secara praktis ukuran KMO kurang dari 0,5 dan hipotesis bahwa matriks korelasi variabel merupakan


MULAI
Input data variabel yang dinilai responden sesuai tingkat pengaruh terhadap aspek yang ditinjau
Jumlah variabel awal = p, ukuran sampel cukup
Seleksi ulang kelompok variabel
Uji Korelasi Awal
Seleksi ulang kelompok variabel
Uji Bartlett untuk mendeteksi korelasi antar variabel
Kaiser-Meyer-Olkin (KMO) Measure of sampling adequacy (MSA)
Signifikasi < 0,05 (terdapat korelasi signifikan antar variabel)
Tidak
Ya
KMO > 0,5 (struktur interkorelasi antar variabel layak dianalisis dengan analisis faktor
tidak
ya
Periksa Matriks Anti Image Correlation MSA tiap variabel (Koreasi anti-image harus kecil, MSA harus >0,5)
MSA<0,5
ya
Variabel dengan MSA<0,5 dikeluarkan, x
tidak
Estimasi Model Faktor
Ekstraksi faktor dengan metode Principal Components
Penentuan banyaknya faktor, m pertimbangan: eigenvalue > 1,0; variansi total yang dapat dijelaskan dan nilai komunalitas cukup besar (>60%), pertimbangan filosofis/teoritis lain
Model faktor dengan m faktor bersama terbentuk
Pertimbangan variansi dan komunalitas terpenuhi
tidak
ya
Rotasi model faktor dengan metode varimax untuk memperjelas loadings
Periksa pola loadings tiap variabel pada masing-masing faktor: suatu variabel seharusnya memiliki loading tinggi hanya pada satu faktor
Interpretasi faktor berdasarkan variabel-variabel yang memiliki loading tinggi pada faktor tersebut
Pola loadings dan interpretasi faktor logis dan sesuai dengan yang diharapkan
Tidak
Model faktor gagal / sulit diinterpretasikan
Ya
Model faktor initial dapat diterima dan diuji dengan sampel/bagian sampel lain dan metode ekstraksi lain (maximum)
Model faktor memiliki pola-pola yang sama dan dapat diterima statistik serta logis
Tidak
Model faktor gagal / tidak stabil
Ya
SELESAI

Gambar 3. 4. Kronologis seleksi dan pengelompokkan variabel pengaruh dengan metode analisis faktor *(factor analysis)*

sebuah matriks identitas tidak dapat ditolak (tingkat signifikansi lebih dari 0,05), maka pembuatan model faktor dari sekumpulan variabel tersebut dinilai tidak layak untuk dilanjutkan. Sementara itu, matriks *anti-image* berisi negatif dari koefisien korelasi parsial atau kovariansi parsial antar variabel. Untuk memperoleh model faktor yang baik, nilai-nilai koefisien ini harus cukup kecil. Pada *SPSS*, diagonal matriks anti-image ini berisi nilai KMO-MSA tiap variabel sehingga dapat digunakan untuk memeriksa variabel mana yang kiranya perlu ditinggalkan (MSA<0,5) sebelum model faktor dibentuk. Kronologis analisis faktor dengan menggunakan paket program tersebut dapat ditunjukkan dalam Gambar 3.4.

Jumlah sampel yang dianjurkan antara 50 – 100 responden (dalam pengertian SPSS adalah 50-100 baris). Dalam SPSS dapat juga digunakan patokan rasio 10 : 1 dalam arti untuk 1 variabel seharusya ada minimal 10 sampel (Santoso, 2003).

2. Pembobotan variabel pengaruh dengan pendekatan AHP

Proses pengambilan keputusan dapat melibatkan permasalahan yang sederhana sampai dengan kompleks. Kompleksitas pengambilan keputusan dapat terjadi akibat keberagaman pilihan alternatif dan kriteria, atribut atau tujuan dari permasalahan yang dihadapi oleh pengambil keputusan (Saaty, 1988; 1990 & 2004; Saaty & Vargas, 2001; Mollaghasemi & Edwards, 1997). Kebutuhan pengambilan keputusan dari permasalahan sederhana dan komplek ini dapat terjadi di berbagai bidang kehidupan, baik terkait dengan permasalahan sosial maupun rekayasa *engineering*. AHP merupakan salah satu metode pengambilan keputusan multikriteria dengan cara menentukan artikulasi preferensi awal (*prior articulation of preferences*). Model pengambilan keputusan lainnya adalah metode skoring (*scoring method*), metode berbasis utilitas (*utility based method*), metode pemograman tujuan akhir (*goal programming method*) dan metode *outranking* (*outranking methods*). Metode berbasis utilitas terdiri atas: metode *multiattribute value functions* dan *multiattribute utility functions*. Perbandingan AHP dengan metode-metode lain tersebut dapat ditunjukkan dalam Tabel 3.3.

a. Alasan penggunaan AHP dalam penelitian ini. Pengelolaan perkerasan jalan nasional dan propinsi dilakukan pada 3 (tiga) alternatif

implementasi, yaitu: pembangunan perkerasan jalan baru, peningkatan dan pemeliharaan perkerasan jalan lama. Pada ketiga program implementasi tersebut tidak terlepas dari pemberlakuan standar mutu perkerasan untuk mencapai kualitas jalan yang mantap.

Tabel 3.3. Perbandingan AHP dengan metode lain yang berbasis pendekatan sistemik analisis preferensi awal

No.	Metode pengambilan keputusan	Tipe permasalahan	Tipe keluaran	Prinsip dasar	Kelebihan	Kelemahan
1	Metode skor (*scoring methods*)	Multiatribut, deterministik	Ranking ordinal	Pengambil keputusan memberikan skala tingkat kepentingan relatif dari tiap atribut dengan menggunakan skala 1-10 atau 1 -100. alternatif yang memiliki skor paling tinggi dipilih sebagai pilihan yang terbaik	Kemudahan dalam penggunaan karena menggunakan skala numerik yang jelas	Kurang didukung dasar-dasar teori yag kuat, sangat tergantung subyektifitas pengambil keputusan
2	Metode *Multiattribute Value Functions*	Multiatribut dan multi obyektif, hasil tidak pasti	Ranking kardinal	Pengambil keputusan menjawab pertanyaan *trade-off* untuk menjadikan fungsi nilai, memilih bentuk dari fungsi multi atribut dan menentukan skala konstanta	Permasalahan memiliki tujuan tunggal setelah fungsi nilai telah diperhitungkan secara tepat untuk mencapai penyelesaian yang akurat	Proses penyelesaian masalah membutuhkan waktu yang lama jika kriterianya bertambah. Pengambil keputusan harus mengartikulasikan preferensi mereka atas berbagai alternatif
3	Metode Berbasis Utilitas (*Multiatribute Utility Functions)*	Multiatribut, deterministik	Ranking kardinal	Pengambil keputusan menjawab pertanyaan *trade-off* untuk menjadikan fungsi utilitas tunggal, memilih bentuk dari fungsi multi atribut dan menentukan skala konstanta	Permasalahan memiliki tujuan tunggal setelah fungsi utilitas telah diperhitungkan secara tepat untuk mencapai penyelesaian yang akurat	Proses penyelesaian masalah membutuhkan waktu yang lama jika kriterianya bertambah. Pengambil keputusan harus mengartikulasikan preferensi mereka atas berbagai alternatif
4	Metode Pemogramam Tujuan Akhir (*Goal Programming)*	Multi obyektif, deterministik	Identifikasi solusi kompromi terbaik	Secara eksplisit hubungan yang bersifat matematis antara variabel keputusan, kendala dan tujuan dapat dirumuskan	Merupakan pendekatan yang cocok untuk pemrograman matematis dan tujuan yang lebih banyak	Pengambil keputusan sering mengalami kesulitan menyusun model matematika
5	Metode *Outranking*	Multiatribut, deterministik	Ranking ordinal parsial atau utuh	Pengambil keputusan menyediakan suatu rangking ordinal dari berbagai alternatif	- Kehandalan memepertimbangkan kriteria obyektif dan subyektif - Jumlah informasi dari pengambil keputusan sangat sedikit	Rangking dari alternatif secara lengkap tidak dapat diperoleh
6	Metode *Analytical hierarchy process* (AHP)	Multiatribut, deterministik	Ranking kardinal (skala rasional)	Menyediakan suatu mekanisme yang kokoh, komprehensif eksplisit dan sistemik yang menggambarkan dan mengkuantifikasikan penilaian subyektif (kualitatif) karena input utamanya berupa persepsi manusia. Empat prinsip utama yaitu, *decomposition* (proses memecahkan persoalan yang utuh menjadi elemen-elemen yang hierarkis), *comparative judgement* (penilaian terhadap perbandingan tingkat kepentingan antar dua elemen pada satu tingkat tertentu dalam kaitannya dengan tingkat di atasnya), *synthesis of priorities* (menganalisis bobot untuk menetapkan prioritas), dan *logical consistency* (membuktikan konsistensi logis jawaban responden).	- Dapat memecahkan suatu masalah yang kompleks dengan kriteria yang cukup banyak, yang disebabkan struktur masalahnya belum jelas dan ketidakpastian tersedianya data statistik yang akurat - Masalah yang komplek dan tidak terstruktur dipecah ke dalam kelompok elemen yang diatur menjadi suatu bentuk hierarki - Memakai persepsi manusia yg dianggap pakar sebagai input utamanya - Dapat mengolah data kualitatif dan kuantitatif serta mampu mengkuantifikasikan hal-hal yang bersifat kualitatif - Bersifat fleksibel sehingga dapat menangkap tujuan dan kriteria dalam sebuah model yang hierarkis - Memiliki model skala rasio 1 (satu) sampai dengan 9 (sembilan) yang sudah teruji keakuratannya dalam menampung persepsi manusia terhadap perbandingan elemen yang satu dengan yang lainnya - Memiliki uji konsistensi sehingga dapat dievaluasi ulang jika persepsi manusia yang diberikan kurang tepat - Analisis dapat dilakukan dengan cara hitungan matematik sederhana	- Ketergantungan pada persepsi seorang pakar yang keliru berakibat pada hasil akhir yang tidak ada artinya. - Kriteria yang pasti untuk seorang pakar (*expert*) diperlukan agar orang tidak ragu dalam menanggapi solusi yang dihasilkan - Adanya pendapat sebagian kecil masyarakat bahwa persepsi pakar belum dianggap mewakili populasi secara keseluruhan - Sering terjadi kesulitan analisis konsistensi jawaban responden karena harus membandingkan antar elemen satu sama lain dengan menggunakan pilihan-pilihan skala rasio 1 (satu) sampai dengan 9 (sembilan).

Sumber: Mollaghasemi & Edwards (1997); Saaty (1988); Permadi (1992)

Pemberlakuan standar mutu perkerasan memerlukan monitoring dan evaluasi secara sistemik (*input-process-output-outcome-impact*) agar dapat diketahui pada unsur (elemen) mana yang perlu mendapatkan perhatian yang intensif. Pemberlakuan standar mutu perkerasan memiliki keragaman faktor (kriteria) yang dapat dikelompokkan dalam tiap-tiap subsistem pemberlakuannya. Faktor-faktor (kriteria-kriteria) pemberlakuan tersebut lebih banyak yang bersifat kualitatif daripada yang kuantitatif. Selanjutnya setiap faktor (kriteria) pemberlakuan standar mutu tersebut dapat direpresentasikan oleh berbagai variabel (subkriteria). Variabel (subkriteria) pemberlakuan standar mutu bersifat kualitatif karena ketidakpastian tersedianya data statistik yang akurat bahkan tidak ada, beragamnya persepsi pengambil keputusan, struktur masalah yang belum jelas dan beberapa diantara subkriteria bertentangan satu sama lain, sehingga sangat subyektif terhadap multiobyektif dan multikriteria. Permasalahan mendasar adalah menentukan seberapa besar sesungguhnya faktor-faktor (kriteria-kriteria) tersebut mempengaruhi keberhasilan pemberlakuan standar mutu perkerasan. Permasalahan tersebut akan mudah diselesaikan jika permasalahan di bawahnya harus diselesaikan, yaitu seberapa besar sesungguhnya variabel (subkriteria) mempengaruhi faktor (kriteria) pemberlakuan standar mutu perkerasan. Dengan demikian akan lebih jelas bahwa monitoring dan evaluasi pemberlakuan standar mutu perkerasan tidak lain adalah memonitor dan mengevaluasi faktor (kriteria) dan variabel (subkriteria) terhadap pemberlakuannya. Berdasarkan kronologis permasalahan tersebut, struktur dari berbagai faktor (kriteria) beserta variabel (subkriteria) terhadap pemberlakuan standar mutu dapat disusun berdasarkan sistem hierarki. Struktur hierarki berbagai faktor dan variabel tersebut akan memudahkan analisis keterkaitan antar dan inter elemen pemberlakuan standar mutu. Oleh karena itu, penelitian ini memerlukan suatu metode untuk menstrukturkan hierarki faktor (kriteria) beserta variabel (subkriteria) pemberlakuan standar mutu perkerasan pada 3 (tiga) alternatif pengelolaan jalan. Terkait dengan pemikiran ini, maka metode *analytical hierarchy process* (AHP) dipilih sebagai metode yang tepat untuk melakukan proses hierarki analisis permasalahan pemberlakuan standar mutu. Implikasi penggunaan metode AHP dalam penelitian ini, adalah:

1) AHP mampu menyusun struktur hierarki dari tujuan (=pemberlakuan standar mutu perkerasan) ke tingkatan di bawahnya (*level*-1) berupa kriteria-kriteria

(=faktor-faktor yang mempengaruhi pemberlakuan standar mutu), selanjutnya ke tingkatan di bawahnya lagi (*level*-2) berupa sub-sub kriteria (=variabel-variabel yang mempengaruhi faktor-faktor pemberlakuan standar mutu). Setelah itu ke tingkatan yang paling bawah (*level*-3) berupa alternatif pengelolaan perkerasan jalan: pembangunan perkerasan jalan baru, peningkatan dan pemeliharaan jalan lama;

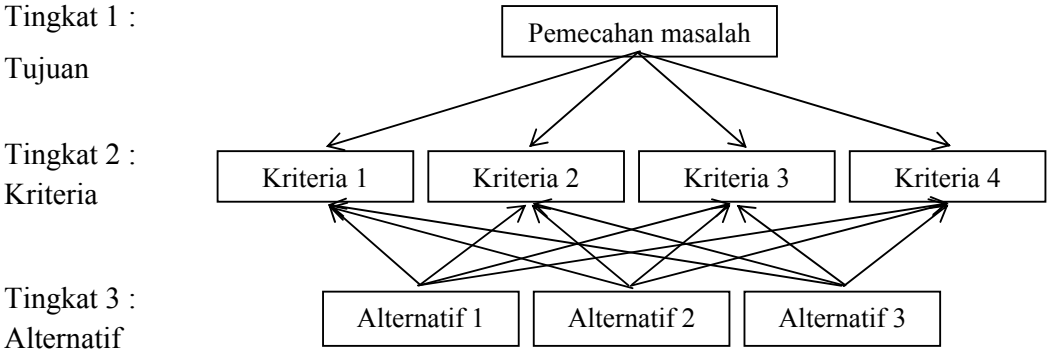
2) AHP mampu menganalisis bobot sub kriteria (variabel pengaruh) terhadap kriteria (faktor pemberlakuan); bobot kriteria terhadap tujuan (monitoring pemberlakuan standar mutu); bobot prioritas antar alternatif pengelolaan perkerasan jalan (pembangunan, peningkatan, pemeliharaan);
3) AHP mampu mengkuantifikasikan data kualitatif (faktor dan variabel-variabel) dengan menganalisis konsistensi jawaban (pendapat) responden (pakar) yang dituangkan dalam skala rasio 1 (satu) sampai dengan 9 (sembilan), yang dianggap cukup mewakili persepsi manusia untuk memberikan perbandingan tingkat kepentingan pasangan variabel satu sama lainnya.

b. Deskripsi metode AHP. AHP adalah salah satu cara untuk membuat keputusan multikriteria yang mempertimbangkan faktor obyektif dan subyektif dalam memilih alternatif terbaik. Pendekatan ini digunakan untuk menentukan peringkat skala rasio alternatif untuk masalah keputusan multikriteria.

AHP diperkenalkan oleh Thomas Saaty pada pertengahan tahun 1970-an (Saaty, 1988; 1990; 1994). Dalam perkembangannya AHP telah banyak digunakan dalam berbagai bidang termasuk dalam bidang ekonomi dan perencanaan, kebijakan energi, kesehatan, resolusi konflik, pemilihan proyek dan alokasi anggaran (Saaty, 1994; Triantaphyllou & Mann, 1995; Wedley *et al.*, 2001). Kenyataannya, AHP merupakan salah satu metode pembuatan keputusan multikriteria yang paling popoler saat ini. Kepopulerannya disebabkan fleksibilitasnya dan kemudahan untuk digunakan, juga ketersediaannya paket *software* yang dinamakan *Expert Choice*. AHP (Saaty, 1988 & 1990) dapat memecahkan masalah yang komplek dengan kriteria yang diambil cukup banyak (multikriteria). Kompleksitas ini disebabkan oleh struktur masalah yang belum jelas, ketidakpastian persepsi pengambilan keputusan serta ketidakpastian tersedianya data statistik yang akurat atau bahkan tidak ada sama sekali. Adakalanya timbul masalah keputusan yang dirasakan dan diamati perlu diambil secepatnya, tetapi variasinya rumit sehingga datanya tidak

mungkin dapat dicatat secara numerik, hanya secara kualitas saja yang dapat diukur yaitu berdasarkan persepsi pengalaman dan intuisi. Dalam AHP dikenal adanya keputusan yang konsisten dan keputusan yang tidak konsisten.

Secara fundamental, AHP adalah suatu kerangka kerja (*framework*) yang terstruktur, logis dan komprehensif dari permasalahan pengambilan keputusan. Chavarria (2002) menjelaskan bahwa AHP menyediakan suatu mekanisme yang kokoh, komprehensif, eksplisit dan sistematik untuk menggambarkan dan mengkuantifikasi penilaian subyektif. Teknik ini sebenarnya sangat cocok untuk diterapkan pada evaluasi permasalahan yang di dalamnya terdapat faktor-faktor kualitatif yang sangat dominan (Frair *et al*., 2002). AHP juga dapat membantu meningkatkan pemahaman terhadap kompleksitas pengambilan keputusan melalui dekomposisi permasalahan tersebut dalam suatu struktur yang hierarkis. AHP merupakan teknik pengambilan keputusan multi kriteria yang dapat mengakomodir faktor-faktor subyektif maupun obyektif dalam pemilihan alternatif. Bagan alir yang digunakan dalam struktur pemecahan sebuah masalah terdiri dari tiga tingkatan yaitu hasil keputusan yang diperoleh diletakkan pada tingkat pertama, berbagai multikriteria mendukung alternatif pemecahan diletakkan pada tingkat kedua, serta beberapa alternatif yang mungkin menjadi pemecahannya diletakkan pada tingkat ketiga. Konsep dasar hierarki elemen dalam AHP dapat ditunjukkan dalam Gambar 3.5.



Sumber : Mollaghasemi & Edwards (1997); Saaty (1988; 1990; 1994)
Gambar 3.5. Hierarki kriteria dan alternatif untuk memecahkan masalah

AHP dikembangkan berdasarkan empat prinsip utama: *decomposition*, *comparative judgement*, *synthesis of priorities* dan *logical consistency* (Saaty, 1988;

Saaty & Vargas, 2001; Mollaghasemi & Edwards, 1997). Prinsip *decomposition* menyatakan bahwa satu proses pemecahan permasalahan yang utuh diuraikan kedalam unsur-unsur atau elemen permasalahan dalam suatu proses hierarki; pemecahan juga dilakukan terhadap unsur-unsurnya sampai tidak mungkin dilakukan pemecahan lebih lanjut sehingga didapatkan beberapa hierarki dari permasalahan tersebut. Prinsip *comparative judgment* adalah penggunaan perbandingan berpasangan (*pairwise comparison*) yang merepresentasikan suatu skala dari tingkat kepentingan relatif elemen-elemen dalam suatu level tertentu yang terkait dengan level di atasnya yang akan dianalisis. Skala dasar untuk menentukan tingkat kepentingan perbandingan antara elemen satu dengan elemen lainnya ditunjukkan dalam Tabel 3.4. Prinsip *synthesis of priorities* adalah mengambil setiap turunan skala rasio prioritas-prioritas lokal dalam berbagai level dari suatu hierarki dan menyusun suatu komposisi global dari kumpulan prioritas untuk elemen-elemen dalam hierarki terbawah. *Logical consistensy* adalah menilai intensitas hubungan diantara elemen-elemen yang didasarkan pada suatu kriteria khusus yang telah menjustifikasi satu sama lain dalam cara-cara yang logis.

Tabel 3.4. Skala penilaian elemen dalam matriks perbandingan tingkat kepentingan antar elemen

Tingkat intensitas kepentingan	Definisi	Penjelasan
1	sama pentingnya	dua elemen yang diperbandingkan sama pentingnya
3	sedikit (*moderate*) lebih penting	satu elemen yang diperbandingkan sedikit (*moderate*) lebih penting dibandingkan dengan elemen lainnya.
5	lebih penting	satu elemen yang diperbandingkan lebih penting dibandingkan dengan elemen lainnya
7	sangat lebih penting	satu elemen yang diperbandingkan sangat lebih penting dibandingkan dengan elemen lainnya
9	mutlak lebih penting	satu elemen yang diperbandingkan mutlak (*extreme*) lebih penting dibandingkan dengan elemen lainnya
2,4,6,8	tingkat kepentingan diantara angka-angka tersebut yang berdekatan	kesepakatan diperlukan di antara 2 (dua) penilaian tersebut

Sumber : Mollaghasemi & Edwards (1997) dan Saaty (1988)

Dalam menggunakan prinsip-prinsip tersebut di atas, AHP mencakup aspek-aspek kualitatif dan kuantitatif dari pemikiran manusia. Aspek kualititatif tersebut untuk

mendefinisikan permasalahan dan hierarkinya, sedangkan aspek kuantitatif digunakan untuk mengekspresikan penilaian dan preferensi secara tepat. Proses dalam AHP sendiri sebenarnya dirancang untuk mengintegrasikan kedua aspek tersebut.

Metode AHP memiliki 4 (empat) aksioma penting yang harus diperhatikan: (i) *reciprocal comparison*, artinya pengambil keputusan harus dapat membuat perbandingan dan menyatakan preferensinya, misal kalau A lebih disukai dari B dengan skala 4, maka B lebih disukai dari A dengan skala 1/4; (ii) *homogeneity,* artinya preferensi seseorang harus dapat dinyatakan dalam skala terbatas atau dengan kata lain elemen-elemennya dapat dibandingkan satu sama lain; (iii) *independence*, artinya preferensi dinyatakan dengan mengasumsikan bahwa kriteria tidak dipengaruhi oleh alternatif-alternatif yang ada melainkan oleh obyek secara keseluruhan; dan (iv) *expectations*, artinya untuk tujuan pengambilan keputusan, struktur hierarki diasumsikan lengkap.

Formulasi matematis dasar dalam model AHP dilakukan dengan matriks yang ditunjukkan dalam Gambar 3.6.

	A_1	A_2	…	A_n
A_1	a_{11}	a_{12}	…	a_{1n}
A_2	a_{21}	a_{22}	…	a_{2n}
…	…	…	…	…
A_n	a_{n1}	a_{n2}	…	a_{nn}

Sumber: Permadi (1992) dalam Rostianti (2003)

Gambar 3.6. Matriks perbandingan antar elemen yang berpasangan

Matriks A_{nxn} merupakan matriks resiprokal dan diasumsikan terdapat n elemen, yaitu W_1, W_2, …, W_n yang akan dinilai dengan perbandingan berpasangan. Nilai perbandingan secara berpasangan antara W_i dan W_j dapat dipresentasikan seperti matriks dalam Gambar 3.6.

$$\frac{Wi}{Wj} = a_{(i,j)}; i, j = 1,2,...,n \qquad (3.3.)$$

Dalam hal ini matriks perbandingan adalah matriks dengan unsur-unsurnya adalah a_{ij} dengan ij = 1,2,…, n. Unsur-unsur matriks tersebut diperoleh dengan membandingkan satu elemen operasi terhadap elemen operasi lainnya untuk tingkat

hierarki yang sama. Misalnya unsur a_{11} adalah perbandingan kepentingan operasi A_1 dengan operasi A_1 sendiri sehingga dengan sendirinya nilai unsur a_{11} adalah sama dengan 1. Cara yang sama akan diperoleh semua unsur diagonal matriks perbandingan sama dengan 1, seperti yang ditunjukkan dalam Gambar 3.7.

	A_1	A_2	…	A_n
A_1	1		…	
A_2		1	…	
…	…	…	1	…
A_n			…	1

Sumber: Saaty (1988) dalam Rostianti (2003)

Gambar 3.7. Unsur diagonal bernilai 1 (satu) dalam matriks perbandingan antar elemen yang berpasangan

Nilai unsur a_{12} adalah perbandingan kepentingan elemen operasi A_1 terhadap elemen operasi A_2. Besarnya nila a_{21} adalah $1/a_{12}$, yang menyatakan tingkat intensitas kepentingan elemen operasi A_2 terhadap elemen operasi A_1. Bila vektor pembobotan elemen-elemen operasi A_1, A_2, …, A_n tersebut dinyatakan sebagai vektor W, dengan $W = (W_1, W_2, \ldots, W_n)$, maka nilai intensitas kepentingan elemen operasi A_1 dibandingkan A_2 dapat pula dinyatakan sebagai perbandingan bobot elemen operasi A_1 terhadap A_2 yaitu W_1/W_2 yang sama dengan a_{12}, sehingga matriks perbandingan yang ada dapat dinyatakan seperti ditunjukkan dalam Gambar 3.8.

	A_1	A_2	…	A_n
A_1	W_1/W_1	W_1/W_2	…	W_1/W_n
A_2	W_2/W_1	W_2/W_2	…	W_2/W_n
…	…	…	1	…
A_n	Wn/W_1	Wn/W_2	…	Wn/Wn

Sumber: Permadi (1992) dalam Rostianti (2003)

Gambar 3.8. Matriks perbandingan preferensi antar elemen

Setelah semua kuesioner selesai diisi, analisis selanjutnya adalah menghitung satu hasil akhir dari sekian banyak responden yang menjawab kuesioner-kuesioner tersebut. Cara lain untuk mencari hasil akhir adalah membiarkan hasil pengisian setiap responden secara terpisah, artinya tidak ada usaha untuk sampai pada satu hasil akhir dan tetap menganggap setiap penilaian responden sebagai suatu kesatuan yang berdiri sendiri. Keluaran akhir cara ini misalnya A mempunyai penilaian X, B mempunyai penilaian Y, C mempunyai penilaian Z dan seterusnya, tanpa ada suatu

hasil akhir yang konkrit dan pasti. Cara terakhir yang umumnya digunakan oleh pengguna model AHP adalah mencari rata-rata penilaian dari semua responden dalam bentuk rata-rata hitung dan atau rata-rata ukur.

Dalam pemakaian rata-rata hitung, ada dua jenis asumsi yang digunakan. Asumsi pertama adalah peran setiap responden sama, sedangkan asumsi kedua adalah peran setiap responden berbeda tergantung pada bobot tertentu. Untuk asumsi pertama digunakan rata-rata hitung yang biasa digunakan dengan Persamaan (3.4).

$$W_i = \frac{a_1 + a_2 + ... + a_n}{n} \qquad (3.4.)$$

dengan: W_i = penilaian gabungan (penilaian akhir), a_i = penilaian responden ke-i (dalam skala 1/9 – 9), dan n = jumlah responden.

Penilaian ini dilakukan untuk setiap sel dalam matriks perbandingan maka akan didapatkan suatu matriks perbandingan baru yang merupakan matriks perbandingan gabungan semua responden. Untuk asumsi kedua, rumus yang digunakan seperti dalam Persamaan (3.5).

$$W_i = \frac{w_1 a_1 + w_2 a_2 + ... + w_n a_n}{n} \qquad (3.5.)$$

dengan : w_i = bobot prioritas (tingkat kepentingan) responden ke-i.

Secara statistik ada metode rata-rata lain yang lebih tepat untuk deret bilangan yang sifatnya rasio atau perbandingan skala rasio dalam model AHP. Cara tersebut adalah rata-rata ukur yang menyatakan akar pangkat n dari hasil perkalian bilangan sebanyak n. Kelebihan metode rata-rata ukur selain sesuai untuk bilangan rasio atau perbandingan juga mampu mengurangi gangguan yang ditimbulkan salah satu bilangan yang terlalu besar atau terlalu kecil. Rumus dari rata-rata ukur dapat ditunjukkan dalam Persamaan (3.6).

$$Wi = \sqrt[n]{a_{i1} x a_{i2} x a_{i3} x ... x a_{ij}} \qquad (3.6)$$

Perhitungan dilanjutkan dengan memasukkan nilai W_i pada matriks hasil perhitungan tersebut ke dalam Persamaan (3.7).

$$Xi = \frac{Wi}{\sum Wi} \qquad (3.7)$$

Matriks yang diperoleh tersebut merupakan *eigenvector* yang juga merupakan bobot kriteria. Nilai *eigenvalue* yang terbesar (λmaks) diperoleh dari Persamaan (3.7) ke dalam Persamaan (3.8).

$$\lambda maks = \Sigma a_{ij} X_i \quad (3.8)$$

Setelah nilai λmaks diketahui, kemudian mengevaluasi tingkat konsistensi jawaban responden. Pengukuran konsistensi dari suatu matriks didasarkan atas suatu *eigenvalue* maksimum, sehingga inkonsistensi yang biasa dihasilkan matriks perbandingan dapat diminimalkan. Rumus untuk menghitung indeks konsistensi ditunjukkan dalam Persamaan (3.9).

$$CI = \frac{(\lambda maks - n)}{(n-1)} \quad (3.9)$$

dengan: CI= *consistency index,* λ = *eigenvalue* maksimum, dan n = ukuran matriks. *Eigenvalue* maksimum suatu matriks tidak akan lebih kecil dari nilai n sehingga tidak mungkin ada nilai CI yang negatif. Makin dekat *eigenvalue* maksimum dengan besaran matriks, makin konsisten matriks tersebut dan apabila sama besarnya maka matriks tersebut konsisten 100% atau inkonsisten 0%. Indeks konsistensi kemudian diubah dalam bentuk rasio inkonsistensi dan membaginya dengan suatu *random index* (RI). Hasilnya menunjukkan bahwa makin besar ukuran matriks, maka makin tinggi tingkat inkonsistensi yang dihasilkan. Nilai indeks random dapat ditunjukkan dalam Tabel 3.5.

Tabel 3.5 Nilai *random index* (RI)

ukuran matriks	*random index*	ukuran matriks	*random index*
1	0,00	10	1,49
2	0,00	10	1,49
3	0,58	11	1,51
4	0,90	12	1,48
5	1,12	13	1,56
6	1,24	14	1,57
7	1,32	15	1,59
8	1,41	-	-
9	1,45	-	-

Sumber : Mollaghasemi & Edwards (1997) dan Saaty (1988)

Perbandingan antara CI dan RI untuk suatu matriks didefinisikan sebagai *consistency ratio* (CR) yang ditunjukkan dalam Persamaan (3.10).

$$CR = \frac{CI}{RI} \quad (3.10)$$

Untuk model AHP, matriks perbandingan berpasangan dapat diterima jika nilai rasio konsistensi < 0,1. Batasan diterima tidaknya konsistensi suatu matriks sebenarnya tidak ada yang baku hanya menurut beberapa eksperimen dan pengalaman tingkat

konsistensinya lebih kecil dari 10%, artinya tingkat inkonsistensi yang masih bisa diterima. Pada matriks bobot yang diperoleh dari hasil perbandingan secara berpasangan tersebut, harus mempunyai hubungan kardinal dan ordinal (Saaty, 1988 dalam Rostianti, 2003), seperti ditunjukkan dalam Persamaan (3.11) dan Persamaan (3.12).

Hubungan kardinal : aij . ajk = aik (3.11.)

Hubungan ordinal : $A_i > A_j$, $A_j > A_k$, maka $A_i > A_k$ (3.12.)

Pada keadaan sebenarnya dapat juga terjadi beberapa penyimpangan dari hubungan tersebut, sehingga matriks tidak konsisten sempurna. Hal ini dapat terjadi karena ketidakkonsistenan dari preferensi responden (Saaty, 1988).

Contoh matriks sebagai berikut :

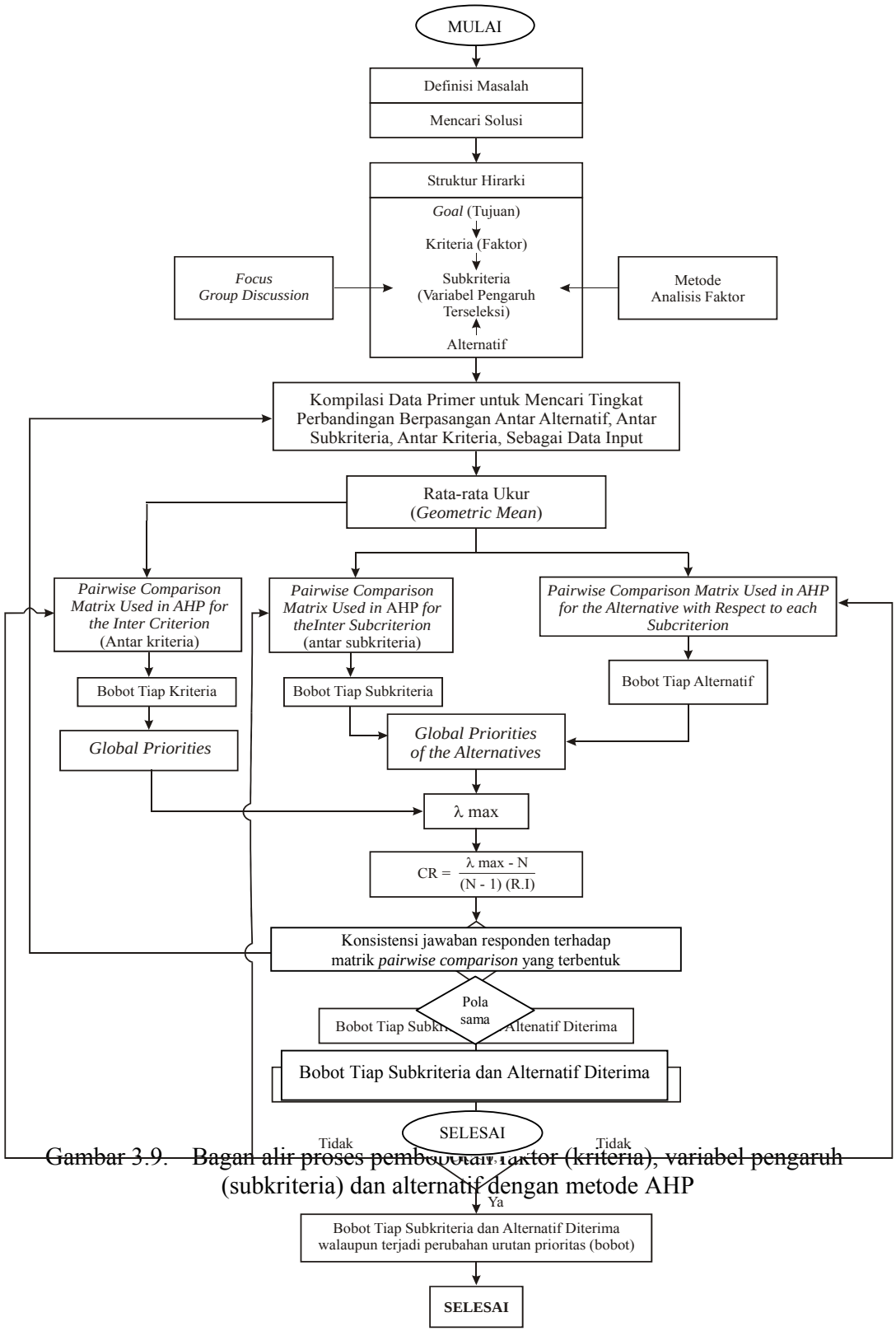
$$A = \begin{bmatrix} & i & j & k \\ i & 1 & 4 & 2 \\ j & 1/4 & 1 & 1/2 \\ k & 1/2 & 2 & 1 \end{bmatrix}$$

Matriks AHP di atas konsisten karena aij x ajk = aik, artinya 4 x ½ = 2; aik x akj = aij, artinya 2 x 2 = 4; aik x aki = aii, artinya 2 x 1 = 2. Apabila ketiga syarat di atas sudah dipenuhi maka dikatakan bahwa matriks AHP tersebut konsisten 100% atau tingkat inkonsistensinya 0%. Keputusan manusia sebagian didasarkan logika dan sebagian lagi didasarkan pada unsur-unsur bukan logika seperti perasaan, pengalaman, intuisi maka model keputusan tidak menuntut syarat konsistensi 100% secara mutlak. Manusia mempunyai keterbatasan dalam menyatakan persepsinya secara konsisten terutama kalau harus membandingkan banyak elemen (Saaty, 1988). Sebagai contoh A tiga kali lebih penting dari B, B dua kali lebih penting dari C, C dua kali lebih penting dari D, maka D tingkat kepentingannya 1/10 dari A. Jawaban tersebut tidak konsisten seharusnya D tingkat kepentingannya 1/12 A, karena A lebih penting 12 kali dari D. Bagan alir proses analisis pembobotan antar kriteria (faktor) dan subkriteria (variabel pengaruh) serta pembobotan prioritas alternatif pengelolaan jalan dalam aplikasi formula matriks perbandingan berpasangan dapat ditunjukkan dalam Gambar 3.9.

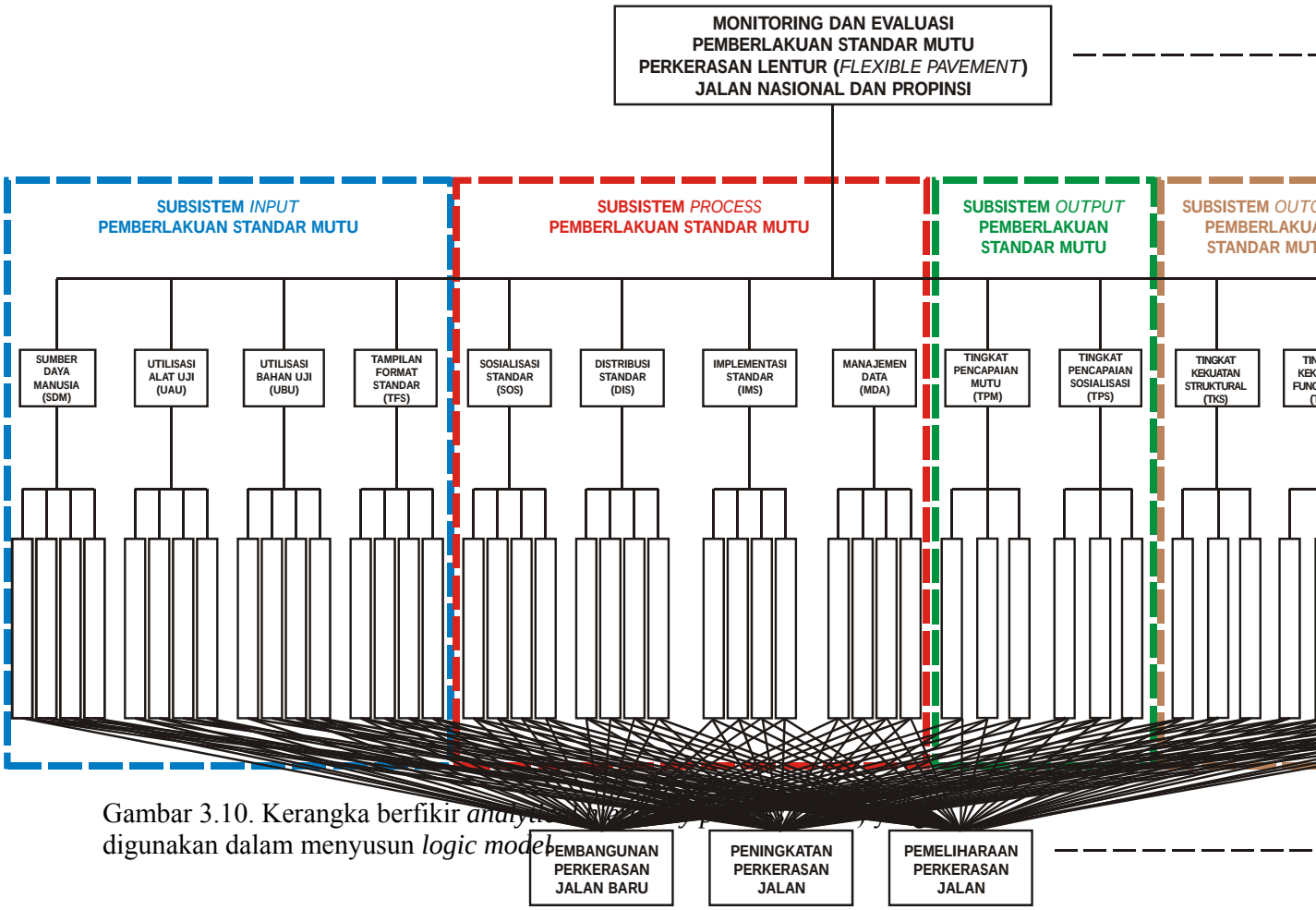
d. Batasan penggunaan metode AHP dalam penelitian ini. Berdasarkan prinsip matematis dalam deskripsi AHP tersebut, maka beberapa batasan penggunaan AHP dalam penelitian ini adalah:

1) penerapan AHP diharapkan menghasilkan bobot lokal antar subkriteria (variabel pengaruh) terhadap tiap faktor (kriteria) pemberlakuan standar mutu yang didukung analisis bobot global terhadap prioritas alternatif (pembangunan, peningkatan dan pemeliharaan) yang sudah teruji konsistensi matriksnya;
2) penerapan AHP juga harus dapat menghasilkan bobot global antar faktor (kriteria) pemberlakuan standar mutu yang sudah teruji konsistensi matriksnya;
3) bobot lokal antar subkriteria (variabel pengaruh) dan antar kritria (faktor) dari analisis AHP tersebut, selanjutnya digunakan untuk membuat *logic model* yang merepresentasikan sistem hierarki seperti ditunjukkan dalam Gambar 3.10.

Struktur hierarki dalam *logic model* tersebut terdiri atas: (i) tingkat pertama adalah tujuan (*goal*) yang akan dicapai; (ii) tingkat kedua adalah kriteria (faktor pemberlakuan standar mutu) yang dikelompokkan dalam tiap subsistem pemberlakuannya; (iii) tingkat ketiga adalah sub kriteria (variabel yang mempengaruhi faktor pemberlakuan standar mutu). Sedangkan tingkat keempat pembobotan alternatif pengelolaan jalan (pembangunan, peningkatan, pemeliharaan) yang hanya digunakan untuk data analisis konsistensi matriksnya.



Gambar 3.9. Bagan alir proses pembobotan faktor (kriteria), variabel pengaruh (subkriteria) dan alternatif dengan metode AHP



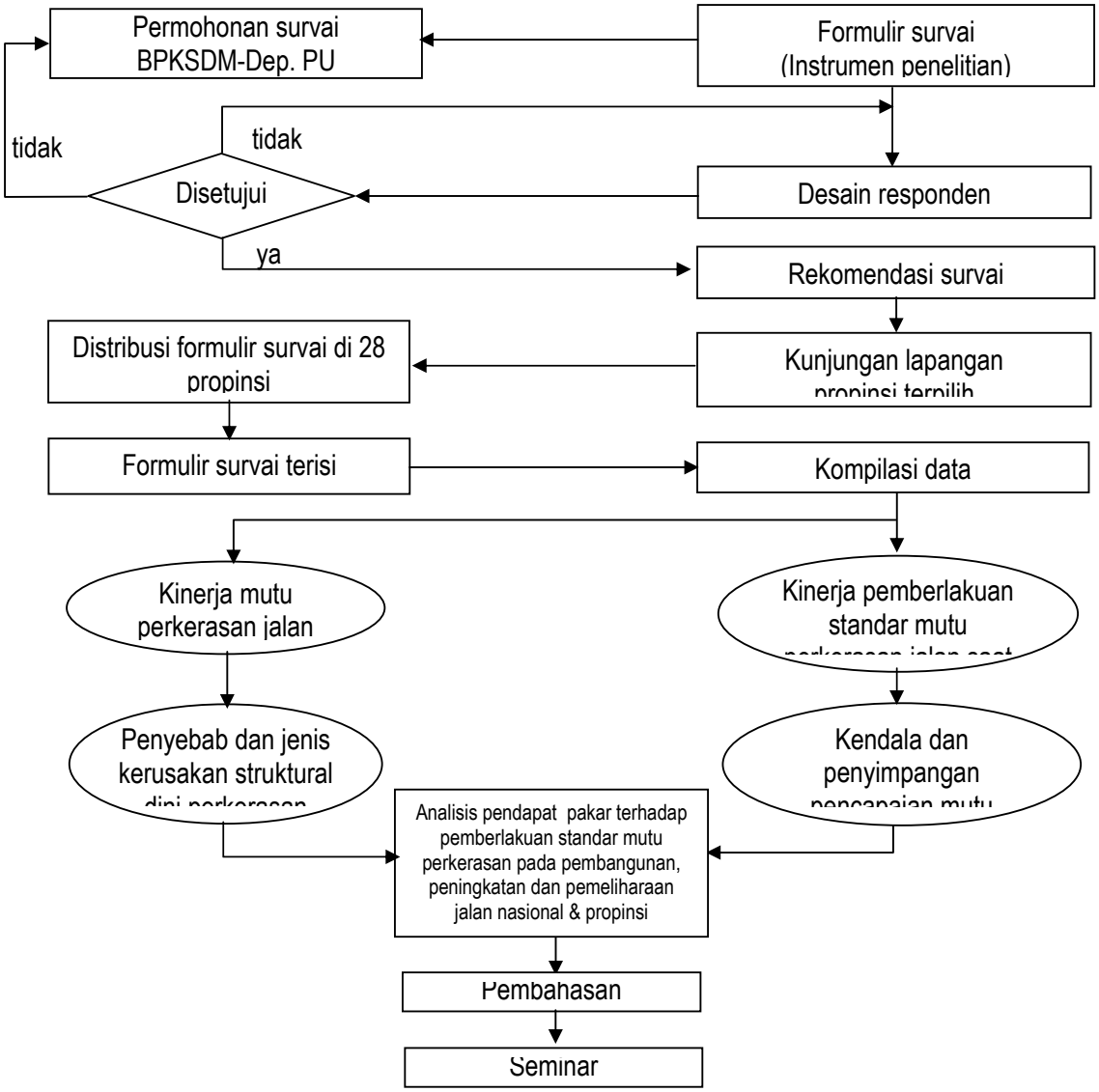
Gambar 3.10. Kerangka berfikir *analy*
digunakan dalam menyusun *logic model*

BAB IV. HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

A. Kinerja Pemberlakuan Standar Mutu Perkerasan Jalan Nasional dan Propinsi

1. Pelaksanaan survai awal

a. Pelaksanaan survai awal dilakukan untuk mendeskripsikan tentang: (i) jenis dan penyebab kerusakan struktural pada tahap awal operasional hasil pembangunan, peningkatan dan pemeliharaan jalan; (ii) pengenalan dan pemahaman, kendala dan penyimpangan pemberlakuan standar mutu perkerasan jalan pada pembangunan, peningkatan dan pemeliharaan jalan. Survai dilakukan secara berurutan dari permohonan persetujuan kegiatan survai kepada BPK-SDM Departemen Pekerjaan Umum tanggal 6 September 2005, dilanjutkan dengan kunjungan lapangan beberapa propinsi sampai kompilasi data dan analisis diskriptif pendapat responden (pakar). Instrumen survai (kuesioner) dikirim sebanyak 392 eksemplar (sesuai desain responden) ke 28 propinsi di Indonesia yang berlangsung selama 4 (empat) bulan sejak bulan Oktober 2005 sampai dengan Januari 2006. Bagan alir kegiatan survai dapat ditunjukkan dalam Gambar 4.1. Jumlah responden (pakar) yang sudah menjawab (mengisi kuesioner) dan mengembalikan melalui pos sebanyak 251 pakar yang berasal dari 28 propinsi. Rincian jumlah responden yang mengembalikan kuesioner dapat ditunjukkan dalam Tabel 4.1. Jika dibandingkan terhadap jumlah kuesioner yang dikirim kepada seluruh responden, maka jumlah kuesioner terisi yang kembali sebanyak 251/392 x 100% = 64,03%, artinya jumlah responden yang didapatkan dari survai sudah melebihi batas minimal (40%) sebagaimana pernah dilakukan oleh Biatna dkk. (2005) dan Nazir (2004). Jawaban responden masih dapat diterima dan solid karena tidak terfokus (konvergen) pada satu tempat tetapi menyebar (divergen) pada semua lokasi survai.



Gambar 4.1. Bagan alir kegiatan survai ke-1: pendapat responden (pakar) terhadap kinerja pemberlakuan standar mutu perkerasan jalan nasional dan propinsi

Beberapa kendala dan kesulitan yang dihadapi selama pelaksanaan survai adalah: (i) memerlukan waktu yang cukup lama (4 bulan) dan sulit diperkirakan batas akhirnya; (ii) memerlukan *contact person* di tiap wilayah survai untuk mengingatkan responden (pakar); (iii) sebagian besar responden disibukkan dengan tugas rutin kedinasan sehingga harus memerlukan konsentrasi khusus untuk menjawab kuesioner; dan (iv) beberapa formulir survai dikirim ulang karena sering terjadi alamat responden berpindah tempat. Fungsi *contact person* tersebut hanya mengingatkan responden untuk menjawab kuesioner. *Contact person* tidak befungsi

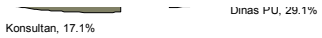
membantu responden untuk mengisi kuesioner, agar jawaban responden independen.

Tabel 4.2. Jumlah responden yang mengisi dan mengembalikan formulir survai ke-1 (kinerja pemberlakuan standar mutu perkerasan jalan saat ini)

Propinsi yang terpilih	P2JJ Balitbang Jalan	Dinas PU	Konsultan	Kontraktor	Perguruan Tinggi	Jumlah responden tiap propinsi
KBI :						
Sumatera Utara	2	2	2	2	3	11
Riau	2	2	2	2	1	9
Sumatera Barat	2	3	2	1	2	10
Jambi	1	2	1	1	1	6
Bengkulu	1	2	1	1	1	6
Sumatera Selatan	2	3	2	2	2	11
Lampung	1	2	2	1	2	8
Bangka Belitung	1	2	1	1	1	6
Jawa Barat	4	4	2	2	5	17
Banten	1	3	2	2	2	10
Jawa Tengah	2	4	2	2	3	13
DI. Yogyakarta	2	3	2	2	4	13
Jawa Timur	2	4	2	2	3	13
Bali	2	3	2	2	2	11
Kalimantan Barat	2	2	2	2	1	9
Kalimantan Tengah	2	2	1	1	1	7
Kalimantan Timur	2	3	2	2	1	10
Kalimantan Selatan	2	3	2	2	2	11
KTI :						
Nusa Tenggara	1	2	1	1	1	6
Barat	1	2	1	1	1	6
Nusa Tenggara	1	2	1	1	1	6
Timur	1	2	1	1	1	6
Sulawesi Utara	2	3	1	1	1	8
Gorontalo	2	4	2	2	2	12
Sulawesi Tengah	1	2	1	1	1	6
Sulawesi Selatan	1	2	1	1	1	6
Sulawesi Tenggara	1	2	1	1	1	6
Maluku	2	3	1	1	1	8
Maluku Utara						
Papua						
Jumlah responden (pakar) tiap unit elementer	46	73	43	41	48	251
Jumlah total responden (pakar)	251					

Persentase jumlah responden (pakar) terhadap desain responden	64,03%	

<u>b. Identitas responden</u> dapat dilihat dalam Gambar 4.2 sampai dengan Gambar 4.6. Instansi tempat bekerja responden terdiri atas: (i) 29,1% Dinas Pekerjaan Umum; (ii) 18,3% Kantor P2JJ dan Balitbang; (iii) 19,1% Perguruan Tinggi; (iv) 17,1% Konsultan; dan (v) 16,3% Kontraktor. Tingkat pendidikan responden terdiri atas: (i) 45% magister teknik sipil; (ii) 39% sarjana teknik sipil; (iii) 22% doktor teknik sipil; (iv) 2% diploma teknik sipil; dan (v) 1% setingkat SLTA. Masa kerja responden didominasi 15-20 tahun sebanyak 40%, diikuti masa kerja 10-15 tahun sebanyak 30%; masa kerja 5-10 tahun sebanyak 15% dan masa kerja di atas 20 tahun sebanyak 12% serta masa kerja 0-5 tahun sebanyak 3%. Pengalaman kerja responden bidang teknik jalan sebanyak 40% berada pada 10-15 tahun, diikuti 30% pada 5-10 tahun dan 20% pada 0-5 tahun serta 8% pada 15-20 tahun dan 2% pengalaman kerja lebih dari 20 tahun. Kondisi tersebut menunjukkan bahwa responden yang mengembalikan pengisian kuesioner didominasi dari instansi dinas pekerjaan umum, yang berpendidikan rata-rata magister teknik sipil dengan masa kerja 15-20 tahun serta berpengalaman di bidang teknik jalan selama 10-15 tahun. Ditinjau dari wilayah kerja responden, dari 251 responden (pakar) terdiri atas: (i) 30% Jawa dan Bali; (ii) 27% Sumatera; (iii) 15% Kalimantan; (iv) 15% Sulawesi; dan (v) 9% Wilayah Kepulauan Timur (NTB, NTT, Maluku, Maluku Utara, Papua Barat dan Papua).

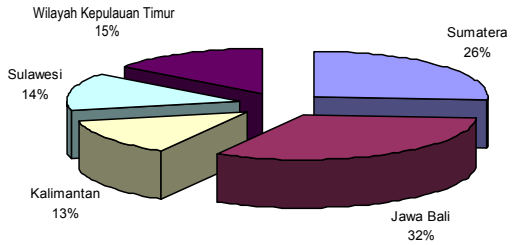


Gambar 4.2. Identitas instansi responden

Gambar 4.3. Identitas tingkat pendidikan teknik sipil responden

Gambar 4.4. Identitas masa kerja responden

Gambar 4.5. Identitas pengalaman kerja responden bidang teknik jalan



Gambar 4.6. Distribusi responden berdasarkan wilayah kepulauan

2. Identifikasi jenis dan penyebab kerusakan struktural perkerasan jalan

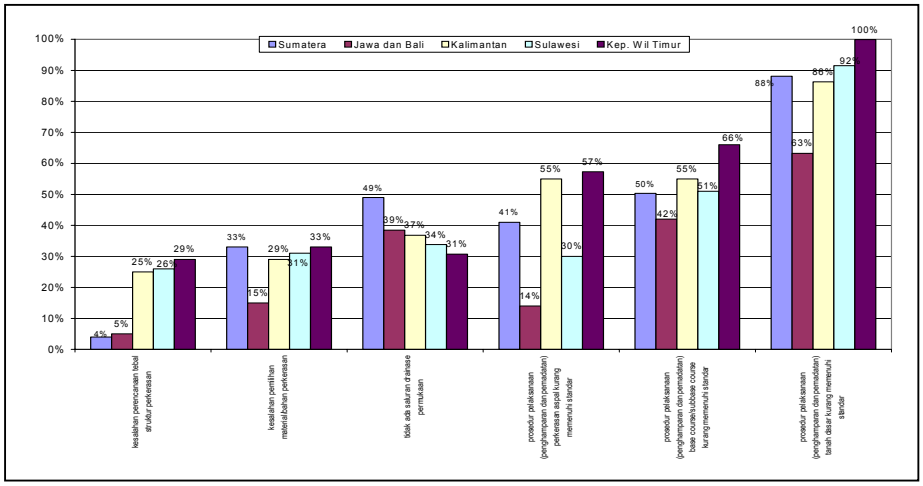
a. Kerusakan struktural dini pada hasil pembangunan perkerasan jalan baru. Hasil penelitian beberapa pakar yang dilakukan Sjahdanulirwan (2006.a); Nono & Sjahdanulirwan (2005.b); Widjajanto & Pryandana (2005) dan Knapton & Cook (2000) menyebutkan jenis kerusakan struktural dini yang sering terjadi pada saat awal operasional jalan baru, adalah: (i) permukaan jalan ambles (mengalami penurunan); (ii) permukaan jalan beralur bekas roda kendaraan (*rutting*); (iii) permukaan jalan bergelombang tetapi tidak retak; (iv) permukaan jalan retak dan berlubang tetapi tidak bergelombang; dan (v) batuan agregat berlepasan, air hujan masuk ke dalam rongga antar butiran agregat. Beberapa faktor yang menyebabkan terjadinya kerusakan struktural dini tersebut, adalah: (i) kesalahan perencanaan tebal struktur perkerasan; (ii) kesalahan pemilihan material (bahan) perkerasan; (iii) kendaraan berat yang bermuatan lebih (*overloading*); (iv) tidak ada saluran drainase permukaan sehingga terjadi genangan air di atas permukaan saat hujan; (v) saluran drainase permukaan yang ada tidak berfungsi dengan baik; (vi) gradien air tanah yang tidak teramati sehingga alirannya merusak struktur perkerasan; (vii) tingkat kepadatan perkerasan belum memenuhi standar mutu; (viii) prosedur pelaksanaan (penghamparan dan pemadatan) tanah dasar, perkerasan berbutir dan perkerasan aspal kurang memenuhi standar mutu (Aly, 2001; Sjahdanulirwan, 2006.a; Widjajanto & Pryandana, 2005; Mulyono & Riyanto, 2005). Fakta di lapangan menunjukkan beberapa faktor tersebut memberikan pengaruh yang bersamaan terhadap kerusakan struktural dini perkerasan jalan.

Hasil penelitian yang dilakukan terhadap 251 responden (pakar perkerasan jalan) menunjukkan bahwa: (i) 30,9% responden menyatakan penyebab kerusakan struktural adalah prosedur pelaksanaan penghamparan dan pemadatan tanah dasar kurang memenuhi standar mutu; (ii) selanjutnya 24,2% responden menyatakan prosedur pelaksanaan penghamparan dan pemadatan perkerasan berbutir kurang memenuhi standar mutu; (iii) 14,4% responden menyatakan tidak ada saluran drainase permukaan sehingga sering terjadi genangan air hujan di atas permukaan jalan; (iv) 13,6% responden menyatakan prosedur pelaksanaan penghamparan dan pemadatan perkerasan aspal kurang memenuhi standar mutu; (v) 8,0% responden menyatakan kesalahan pemilihan material; (vi) 4,6% responden menyatakan kesalahan perencanaan tebal struktur perkerasan; dan (vii) 4,3% responden menyatakan di luar hal tersebut. Persepsi pakar tersebut mendeskripsikan bahwa kerusakan struktural perkerasan hasil pembangunan jalan baru disebabkan oleh faktor pelaksanaan lapangan terutama prosedur pelaksanaan tanah dasar dan perkerasan berbutir yang kurang memenuhi standar mutu, sebagaimana ditunjukkan dalam Gambar 4.7. Fenomena tersebut mengindikasikan faktor yang paling berpengaruh terhadap terjadinya kerusakan struktural dini adalah ketidaktepatan mutu pelaksanaan penghamparan dan pemadatan tanah dasar. Hasil analisis persepsi pakar tersebut diperkuat berdasarkan distribusi wilayah responden yang menunjukkan hampir 100% responden di Wilayah Kepulauan Timur menyatakan bahwa kerusakan struktural dini disebabkan tidak tercapainya prosedur pelaksanaan penghamparan dan pemadatan tanah yang sesuai standar mutu; diikuti 92% responden di wilayah Sulawesi; 88% responden di wilayah Sumatera; 80% responden di wilayah Kalimantan; dan 63% responden di wilayah Jawa-Bali yang menyatakan pendapat yang sama, sebagaimana ditunjukkan dalam Gambar 4.8.

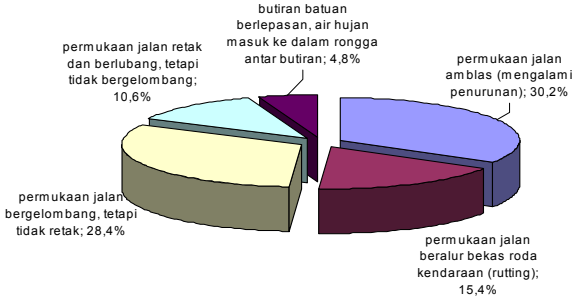
Penyebab kerusakan perkerasan tersebut mengindikasikan jenis kerusakan struktural dini yang sering terjadi di lapangan adalah permukaan jalan yang mengalami penurunan dan bergelombang sehingga mengganggu kenyamanan berkendaraan, sebagaimana ditunjukkan dalam Gambar 4.9. Dari Gambar 4.9 dapat dijelaskan bahwa 58,6% responden menyatakan jenis kerusakan struktural dini yang terjadi pada hasil pembangunan perkerasan jalan baru adalah permukaan jalan ambles (30,2% responden) dan permukaan jalan bergelombang (28,4% responden). Analisis data berdasarkan distribusi responden per wilayah mengindikasikan bahwa

hampir 71% responden di wilayah Kalimantan menyatakan penurunan permukaan perkerasan jalan baru paling sering terjadi pada tahap awal operasional jalan; diikuti 68% responden di wilayah Sumatera; 65% responden di wilayah Sulawesi; 63% responden di Wilayah Kepulauan Timur; 63% responden di wilayah Jawa-Bali yang menyatakan pendapat yang sama dengan responden di wilayah Kalimantan, sebagaimana ditunjukkan dalam Gambar 4.10.

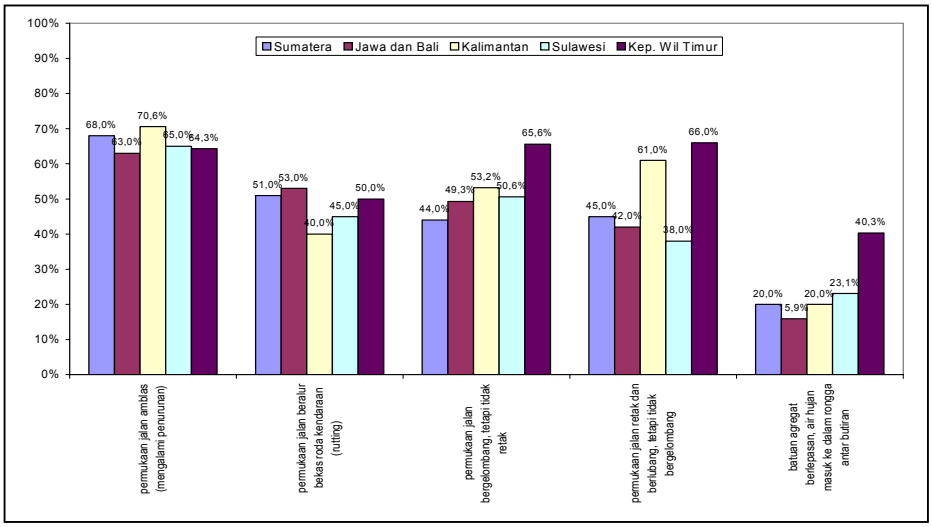
Gambar 4.7. Faktor-faktor penyebab kerusakan struktural dini pada hasil pembangunan perkerasan jalan baru



Gambar 4.8. Faktor-faktor penyebab kerusakan struktural dini pada hasil pembangunan perkerasan jalan baru ditinjau per wilayah kepulauan



Gambar 4.9. Jenis kerusakan struktural dini pada hasil pembangunan perkerasan jalan baru



Gambar 4.10. Jenis kerusakan struktural dini pada pembangunan perkerasan jalan baru ditinjau per wilayah kepulauan

Hasil analisis persepsi pakar tersebut lebih mempertegas hasil penelitian Sjahdanulirwan (2006.a) dan Ma'soem (2006) yang menyimpulkan bahwa kerusakan perkerasan pada pembangunan jalan baru disebabkan oleh penurunan kualitas pekerjaan pemadatan tanah dasar dan perkerasan berbutir pada struktur pondasi jalan. Perkerasan berbutir memerlukan gradasi agregat batuan yang sesuai dengan tuntutan spesifikasi teknis serta pelaksanaannya memerlukan peralatan mekanis (mesin) yang harus dikerjakan oleh sumber daya yang prima untuk mendapatkan keseragaman mutu. Penyimpangan terhadap prosedur pelaksanaan tanah dasar dan perkerasan berbutir akan berdampak pada kenampakan permukaan jalan yang mengalami penurunan walaupun tidak dilewati beban kendaraan yang *overload*. Penyimpangan yang sering terjadi di lapangan, antara lain: (i) prosedur pemadatan tidak sesuai dengan hasil ujicoba (*trial*) pemadatan yang disepakati; (ii) pemilihan material yang tidak sesuai persyaratan teknisnya; dan (iii) bentuk, ukuran dan gradasi butiran batuan tidak sesuai dengan spesifikasi teknisnya.

Dari uraian pembahasan tersebut dapat disimpulkan bahwa jenis kerusakan struktural dini yang sering terjadi pada hasil pembangunan perkerasan jalan baru adalah penurunan permukaan jalan (ambles) dan bergelombang, yang disebabkan tidak tercapainya standar mutu pelaksanaan penghamparan dan pemadatan tanah dasar dan perkerasan berbutir (lapisan *subbase* dan *base course).*

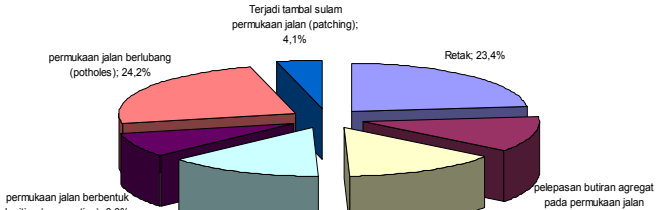
b. Kerusakan struktural dini pada hasil peningkatan dan pemeliharaan jalan. Hasil penelitian yang dilakukan oleh beberapa ahli perkerasan jalan (Sjahdanulirwan, 2006.a; Aly, 2006; Widjajanto & Pryandana, 2005; Widjajanto & Maulana, 2006; Andriyanto, 2005; Ditjen Bina Marga, 2006.a; Bennett *et al*., 2007) menyimpulkan bahwa jenis kerusakan struktural perkerasan jalan hasil peningkatan dan pemeliharaan jalan yang sering terjadi di lapangan, adalah: (i) *cracking* yang meliputi *alligator cracking*, *block cracking*, *longitudinal & transversal cracking* dan *slippage cracking*; (ii) *ravelling*; (iii) *bleeding*; (iv) *rutting*; (v) *corrugation*; (vi) *potholes*; dan (vii) *patching*. Selain itu, disebutkan bahwa faktor-faktor penyebab kerusakan struktural dini pada hasil peningkatan dan pemeliharaan jalan, adalah: (i) kesalahan perencanaan tebal perkerasan; (ii) kesalahan pemilihan bahan perkerasan; (iii) kendaraan berat yang bermuatan lebih (*overloading*); (iv) tidak ada saluran drainase permukaan; (v) saluran drainase permukaan yang ada tidak berfungsi dengan baik; (vi) gradien air tanah yang tidak teramati, sehingga alirannya merusak struktur perkerasan; (vii) tingkat kepadatan perkerasan yang belum memenuhi spesifikasi teknis (standar mutu); (viii) proses pelaksanaan penghamparan dan pemadatan perkerasan aspal kurang memenuhi spesifikasi teknis; (ix) ketidaktepatan mutu pelaksanaan penghamparan dan pemadatan tanah dasar dan perkerasan berbutir.

Hasil penelitian yang dilakukan terhadap 251 responden (pakar perkerasan jalan) menyebutkan pada peningkatan jalan hampir 48% responden menyatakan kerusakan struktural dini yang sering terjadi adalah *potholes* dan *cracking*; diikuti *rutting* sebesar 14,0% responden dan *bleeding* sebesar 14,1% responden serta *ravelling* sebesar 12,0% responden, sebagaimana ditunjukkan dalam Gambar 4.11. Jenis kerusakan struktural dini yang paling banyak terjadi adalah permukaan jalan berlubang (*potholes*) dan retak (*cracking*). Hasil analisis persepsi pakar tersebut diperkuat berdasarkan distribusi wilayah responden yang menunjukkan hampir 100% responden di wilayah Jawa-Bali menyatakan bahwa *potholes* paling sering terjadi pada saat awal operasional hasil peningkatan jalan; diikuti 75% responden di wilayah Sulawesi; 68% responden di wilayah Kalimantan; 66% responden di Wilayah Kepulauan Timur (NTB, NTT, Maluku, Maluku Utara, Papua Barat, Papua); dan 63% responden di wilayah Sumatera menyatakan pendapat yang sama

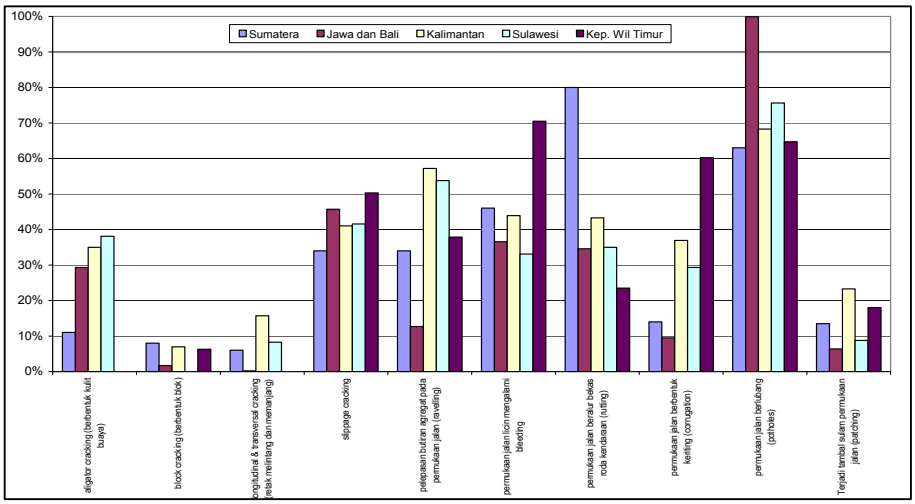
dengan responden di wilayah Jawa-Bali, sebagaimana ditunjukkan dalam Gambar 4.12.

Pada pekerjaan pemeliharaan jalan, hampir 37% responden menyatakan jenis kerusakan yang sering terjadi adalah *potholes* dan *cracking*, diikuti *patching* (permukaan jalan tambal sulam) sebesar 15,7% responden dan *ravelling* sebesar 15,0% responden serta *rutting* sebesar 12,7% responden, sebagaimana ditunjukkan dalam Gambar 4.13. Jika ditinjau dari distribusi wilayah responden, hasil analisis data menunjukkan hampir 75% responden di wilayah Kalimantan menyatakan permukaan jalan berlubang (*potholes*) sering terjadi pada saat awal operasional hasil pemeliharaan jalan; selanjutnya 71% responden di Wilayah Kepulauan Timur; 68% responden di wilayah Sulawesi; 63% responden di wilayah Jawa-Bali; dan 50% responden di wilayah Sumatera menyatakan pendapat yang sama dengan responden di wilayah Kalimantan, sebagaimana ditunjukkan dalam lihat Gambar 4.14.

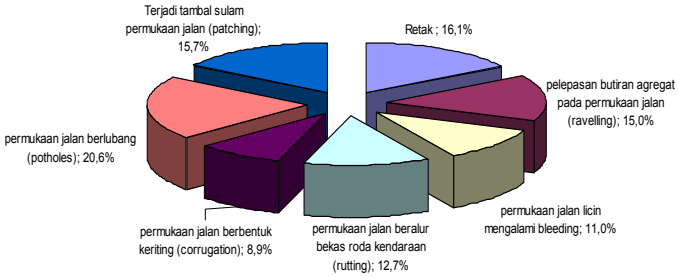
Hasil analisis persepsi pakar tersebut mendukung pendapat Widjajanto & Pryandana (2005) yang menyimpulkan dari penelitiannya tentang kerusakan Lintas Pantura Jawa dan Lintas Timur Sumatera, antara lain: (i) retak-retak blok (*block cracking*) paling banyak terjadi pada saat awal operasional hasil peningkatan jalan, jarak antar *block cracking* 1 (satu) sampai 3 (tiga) meter sepanjang jalan; (ii) selanjutnya retak-retak blok ini tergenang air hujan karena saluran drainase permukaan jalan yang ada tidak cepat mengalirkan air hujan yang mengakibatkan retak-retak blok makin dalam dan meluas yang akhirnya membentuk *potholes.* Kondisi *potholes* pada Lintas Pantura Jawa dan Lintas Timur Sumatera dikategorikan berat karena jumlah luasan *potholes* lebih besar dari 200 m^2 permukaan jalan per kilometer yang memiliki kedalaman lubang lebih besar dari 10 cm. Selain itu, Ditjen Bina Marga (2006) menyatakan bahwa pada pemeliharaan berkala perkerasan jalan ruas Bawen-Ambarawa-Ungaran (Jawa Tengah) menunjukkan terjadinya *block cracking* (membentuk retak segi empat, lebar > 1,0 meter) dan *patching* (luasan 50-500 m^2/km) pada dua bulan sejak selesainya pekerjaan fisik, lalu dilanjutkan terjadinya *potholes* (kedalaman > 10 cm, diameter > 150 mm dengan luasan > 200 m^2/km) pada satu bulan berikutnya.



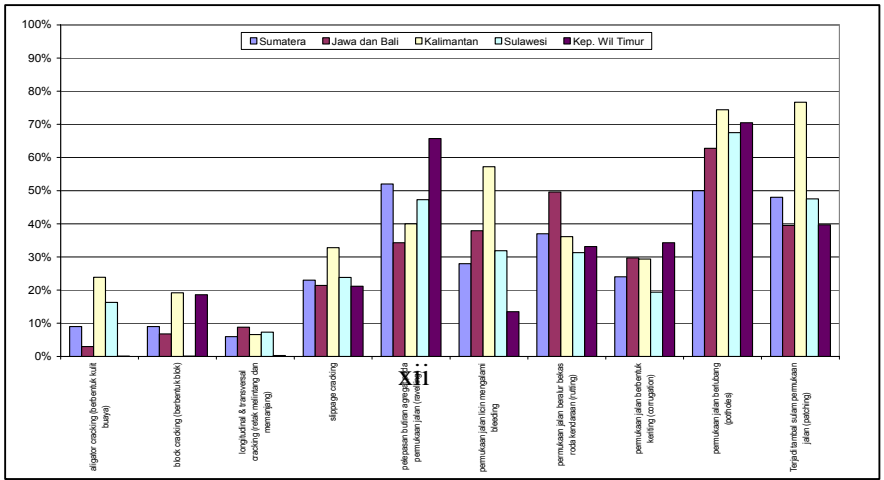
Gambar 4.11. Jenis kerusakan struktural dini pada hasil peningkatan perkerasan jalan



Gambar 4.12. Jenis kerusakan struktural dini pada peningkatan perkerasan jalan ditinjau per wilayah kepulauan



Gambar 4.13. Jenis kerusakan struktural dini pada pemeliharaan perkerasan jalan



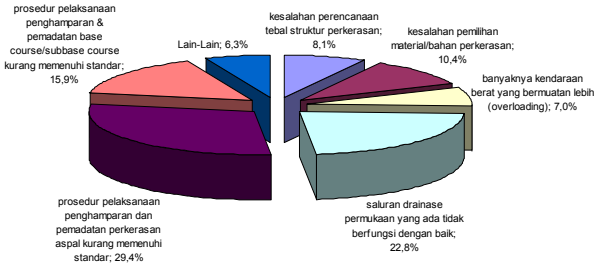
Gambar 4.14. Jenis kerusakan struktural dini pada pemeliharaan perkerasan jalan ditinjau per wilayah kepulauan

Hasil penelitian Widjajanto & Pryandana (2005) tersebut juga menyimpulkan ada 2 (dua) faktor dominan yang mempercepat laju kerusakan struktural dini yaitu: (i) ketidaktepatan mutu pelaksanaan penghamparan dan pemadatan lapis perkerasan (*subbase*, *base* dan *surface course*); dan (ii) saluran drainase permukaan yang ada tidak berfungsi dengan baik untuk mempercepat genangan air hujan dari permukaan jalan meninggalkan perkerasan. Hal tersebut disebabkan beberapa faktor yang bersamaan mulai dari kualitas sumber daya (manusia, alat berat, material) yang kurang optimal dan cuaca hujan yang bersamaan dengan tahun anggaran pelaksanaan fisik serta pekerjaan drainase permukaan jalan tidak dalam satu paket anggaran dengan perkerasan jalan. Hasil penelitian Widjajanto & Pryandana (2005) tersebut diperkuat oleh hasil analisis persepsi pakar terhadap 251 responden yang menyebutkan hampir 70% responden menyatakan faktor penyebab kerusakan struktural dini pada peningkatan perkerasan jalan adalah tidak tercapainya standar mutu pada pekerjaan penghamparan dan pemadatan perkerasan berbutir dan perkerasan aspal serta didukung tidak berfungsinya saluran drainase yang ada, sebagaimana ditunjukkan dalam Gambar 4.15. Jika dicermati data distribusi responden pada 28 propinsi di Indonesia, hasil analisis menggambarkan hampir 85% responden di wilayah Kalimantan berpendapat bahwa ketidaktepatan prosedur pelaksanaan pekerjaan perkerasan aspal (*surface course*) merupakan faktor yang sangat mempercepat kerusakan permukaan perkerasan; demikian pula 73% responden di wilayah Sumatera; 66% responden di wilayah Jawa-Bali; 63% responden di wilayah Sulawesi; dan 49% responden di Wilayah Kepulauan Timur menyatakan pendapatan yang sama dengan responden di wilayah Kalimantan, sebagaimana ditunjukkan dalam Gambar 4.16. Selain faktor pelaksanaan perkerasan aspal, faktor lain yang amat berpengaruh adalah sistem drainase permukaan jalan. Dari Gambar 4.16 dapat dicermati bahwa

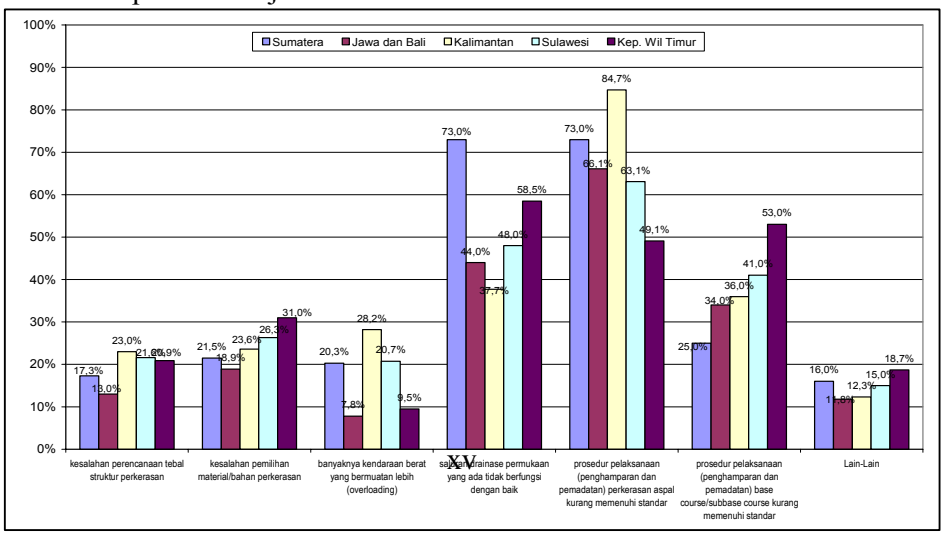
hampir 73% responden di Sumatera menyatakan saluran drainase permukaan yang ada tidak berfungsi dengan baik sehingga sering terjadi genangan air di atas permukaan jalan yang mempercepat kerusakan aspal dalam bahan campuran agregat aspal; diikuti hampir 60% responden di Wilayah Kepulauan Timur; 48% responden di wilayah Sulawesi; 44% di wilayah Jawa-Bali; dan 38% responden di wilayah Kalimantan berpendapat yang sama dengan responden di wilayah Sumatera.

Persepsi pakar tersebut cukup berbeda pada pekerjaan pemeliharaan jalan. Hasil penelitian terhadap 251 responden (pakar perkerasan jalan) menunjukkan bahwa kerusakan struktural dini pada pemeliharaan perkerasan jalan lebih didominasi oleh kesalahan pemilihan material atau bahan untuk pemeliharaan perkerasan jalan (sebesar 25,0% responden) dan tidak berfungsinya saluran drainase permukaan yang ada (sebesar 36,3% responden) sehingga mempercepat kerusakan aspal yang berakibat butiran batuan berlepasan dan membentuk lubang, sebagaimana ditunjukkan dalam Gambar 4.17. Dari 251 responden (pakar) yang tersebar di 28 propinsi, ternyata hanya 10,2% yang menyatakan pengaruh kendaraan berat bermuatan lebih (o*verloading)* terhadap kerusakan dini. Data ini lebih memperkuat hasil penelitian Sjahdanulirwan (2006.a) dan Ma'soem (2006) bahwa kerusakan struktural perkerasan jalan nasional maupun propinsi tidak disebabkan semata-mata beban kendaraan berlebih (o*verloading*) tetapi standar mutu perkerasannya yang belum terpenuhi dengan tepat dan benar di lapangan, lebih-lebih dikaitkan dengan keterbatasan kualitas sumber daya, curah hujan tinggi, kebijakan anggaran yang belum proporsional terhadap waktu dan besarannya serta kebijakan kelembagaan yang kadang-kadang sulit disinkronkan dengan target mutu. Jika dicermati data Persepsi pakar per wilayah, hasil analisis menggambarkan hampir 100% responden di wilayah Sumatera menyimpulkan kerusakan dini permukaan perkerasan pada pemeliharaan jalan disebabkan pengaruh air genangan saat hujan yang tidak dapat mengalir cepat ke saluran drainase karena saluran drainase yang ada tidak berfungsi dengan baik; diikuti hampir 90% responden di wilayah Sulawesi menyimpulkan hal yang sama; demikian juga 83% responden di Wilayah Kepulauan Timur dan hampir 80% responden masing-masing di wilayah Jawa-Bali dan Kalimantan menyatakan pendapat yang sama, sebagaimana

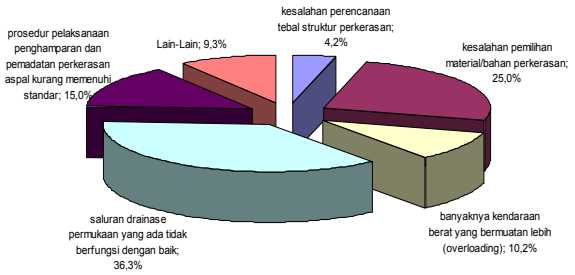
ditunjukkan dalam Gambar 4.18. Selain faktor drainase permukaan jalan, faktor lain yang berpengaruh adalah pemilihan material perkerasan. Dari Gambar 4.18 dapat dicermati bahwa hampir 70% responden masing-masing di Wilayah Kepulauan Timur dan Kalimantan menyimpulkan kesalahan memilih material yang kurang berkualitas sangat berpengaruh mempercepat laju kerusakan struktural perkerasan aspal sehingga kenampakan permukaan cepat retak dan berlubang; demikian juga hampir 50% responden masing-masing di wilayah Sumatera dan Jawa-Bali serta hampir 60% responden di wilayah Sulawesi menyimpulkan hal yang sama dengan responden yang ada di Wilayah Kepulauan Timur. Dari uraian pembahasan tersebut dapat disimpulkan bahwa: (i) jenis kerusakan struktural dini yang sering terjadi pada hasil peningkatan perkerasan jalan adalah *potholes* dan *cracking*, yang disebabkan tidak tercapainya standar mutu pelaksanaan penghamparan dan pemadatan perkerasan aspal serta tidak berfungsinya saluran drainase permukaan jalan yang ada; dan (ii) jenis kerusakan struktural dini yang sering terjadi pada hasil pemeliharaan perkerasan jalan adalah *potholes, cracking,*dan permukaan jalan tambal sulam (*patching),* yang disebabkan tidak tercapainya mutu material perkerasan dan tidak berfungsinya saluran drainase permukaan jalan yang ada.



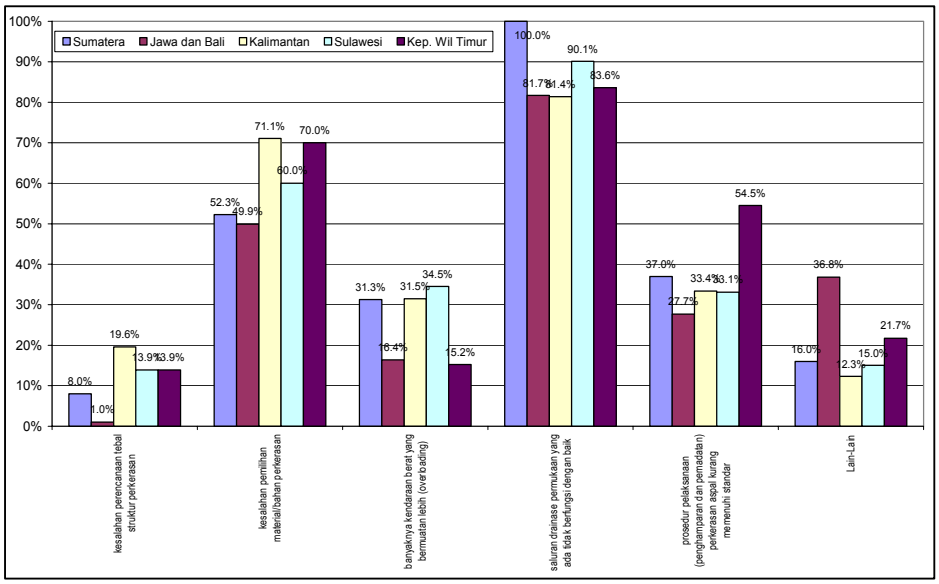
Gambar 4.15. Faktor-faktor penyebab kerusakan struktural dini pada peningkatan perkerasan jalan



Gambar 4.16. Faktor-faktor penyebab kerusakan struktural dini pada peningkatan perkerasan jalan ditinjau per wilayah kepulauan



Gambar 4.17. Faktor-faktor penyebab kerusakan struktural dini pada pemeliharaan perkerasan jalan



Gambar 4.18. Faktor-faktor penyebab kerusakan struktural dini pada pemeliharaan perkerasan jalan ditinjau per wilayah kepulauan

<u>c. Perbandingan identifikasi jenis dan penyebab kerusakan struktural dini perkerasan jalan pada pembangunan, peningkatan dan pemeliharaan jalan</u> dapat ditunjukkan dalam Tabel 4.2. Hasil perbandingan menunjukkan bahwa kunci sukses untuk menghindari kerusakan struktural dini pada pembangunan jalan baru adalah pencapaian mutu pelaksanaan penghamparan dan pemadatan tanah dasar dan perkerasan berbutir pada *subbase course* dan *base course*. Sedangkan

pada pekerjaan peningkatan dan pemeliharaan jalan, kunci sukses untuk menghindari kerusakan struktural dini adalah: (i) ketepatan mutu pemilihan bahan susun campuran agregat aspal; (ii) pencapaian mutu pelaksanaan penghamparan dan pemadatan campuran agregat aspal; dan (iii) pencapaian fungsi saluran drainase permukaan yang ada mampu menampung air hujan agar tidak menggenang di atas permukaan jalan. Solusi teknis tersebut juga sejalan dengan hasil penelitian yang dilakukan oleh Sailendra (2004) dan Aly (2006) yang menyimpulkan kehadiran air di permukaan jalan merupakan bencana bagi konstruksi jalan, karena air akan menghanyutkan lapisan tipis hasil oksidasi aspal, selanjutnya air menerobos pori-pori yang ada dalam campuran agregat aspal yang padat dan berakibat penurunan daya dukungnya. Awalnya pori-pori permukaan perkerasan berukuran kecil dalam mikron, dalam perkembangan selanjutnya air hujan menerobos pori-pori tersebut sehingga ikatan aspal dan butiran batuan menjadi lemah, kemudian terbentuklah retak-retak permukaan sambil menerima repetisi beban lalulintas maka retak-retak ini terus melebar dan lebih dalam sehingga akhirnya membentuk lubang sampai kedalaman 20 cm berdiameter 30 cm pada luasan 200 m^2 tiap km panjang jalan (Aly, 2006).

Tabel 4.3. Perbandingan jenis dan penyebab kerusakan struktural perkerasan jalan pada awal umur pelayanan

Pekerjaan	Jenis kerusakan dini	Penyebab kerusakan
1. Pembangunan jalan baru	penurunan permukaan jalan (ambles), performansi permukaan jalan menjadi bergelombang	- tidak tercapainya mutu pelaksanaan penghamparan dan pemadatan tanah dasar - tidak tercapainya mutu pelaksanaan penghamparan dan pemadatan perkerasan berbutir (*subbase* dan *base course*)
2. Peningkatan jalan	- permukaan jalan yang berlubang (*pothole*) - permukaan jalan retak (*cracking*)	- tidak tercapainya mutu pelaksanaan penghamparan dan pemadatan perkerasan aspal - tidak berfungsinya saluran drainase permukaan yang ada
3. Pemeliharaan jalan	- permukaan jalan yang berlubang (*pothole*), - permukaan jalan retak (*cracking*) - permukaan jalan tambal sulam (*patching*)	- tidak tercapainya mutu material perkerasan - tidak berfungsinya saluran drainase permukaan yang ada

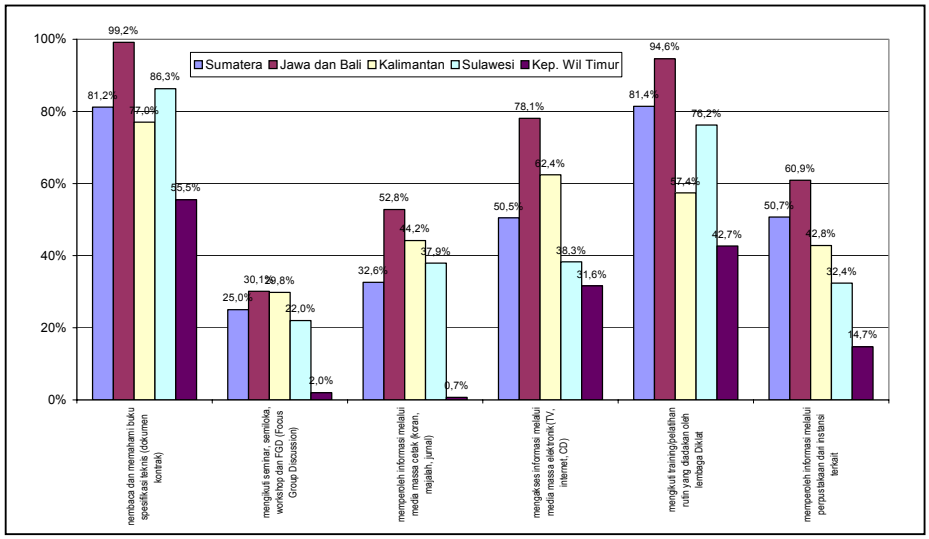
3. Identifikasi kesulitan untuk mengenal dan memahami standar mutu perkerasan jalan

Pemahaman standar mutu diawali dengan pengenalan bentuk (buku) standar dan pemahaman substansinya, selanjutnya diperdalam lagi dengan pelatihan dan akses langsung sumber informasi dari lembaga yang layak mengesahkan penggunaan standar mutu. Untuk dapat merealisasikan hal tersebut diperlukan kemudahan akses agar lebih mengenal dan mendapatkan informasi yang lengkap. Andriyanto (2005) dan Palgunadi (2006) menyatakan bahwa beberapa media yang dapat diakses untuk lebih mengenal standar mutu perkerasan jalan, adalah: (i) membaca dan memahami buku spesifikasi teknis dalam dokumen kontrak; (ii) mengikuti seminar, semiloka, workshop dan *focus group discussion*; (iii) memperoleh informasi melalui media cetak dan elektronik; (iv) mengikuti *training* atau pelatihan rutin yang diadakan lembaga diklat; dan (v) memperoleh informasi melalui perpustakaan dari instansi terkait.

Berkaitan dengan pendapat Andriyanto (2005) dan Palgunadi (2006), hasil penelitian terhadap 251 responden (pakar) yang tersebar di 28 propinsi, menunjukkan 27,7% responden masih mengenal dan mengetahui standar mutu melalui buku spesifikasi teknis dalam dokumen kontrak dan 23,9% responden sudah mengenal standar mutu melalui *training* oleh lembaga pendidikan dan latihan. Sementara itu hanya 18,0% responden yang memanfaatkan internet untuk mengenal standar mutu dan 13,1% responden mendapatkan informasi standar mutu melalui perpustakaan instansi terkait, sebagaimana ditunjukkan dalam lihat Gambar 4.19. Jika dicermati distribusi responden per wilayah, hampir 100% responden di wilayah Jawa-Bali mengenal standar mutu perkerasan jalan melalui spesifikasi teknis dalam dokumen kontrak jasa konstruksi; diikuti hampir 90% responden di wilayah Sulawesi; hampir 83% responden di wilayah Sumatera; dan hampir 55% responden di Wilayah Kepulauan Timur juga menyimpulkan pendapat yang sama dengan responden di wilayah Jawa-Bali, sebagaimana ditunjukkan dalam Gambar 4.20. Selain itu, dari Gambar 4.20 juga dapat dilihat bahwa hampir 90% responden di wilayah Jawa-Bali menyatakan akses mengenal standar mutu perkerasan jalan melalui *training* atau pelatihan yang diadakan oleh lembaga pendidikan dan latihan; diikuti hampir 82% responden di Sumatera; hampir 77% responden di Sulawesi; hampir 55% responden di wilayah Kalimantan; dan 42% responden di Wilayah Kepulauan Timur menyimpulkan hal yang sama.

Kondisi ini menggambarkan cukup besar kesenjangan pemahaman standar mutu perkerasan jalan antara beberapa wilayah Jawa-Bali-Sumatera-Sulawesi dengan Wilayah Kepulauan Timur, sehingga perlu dipikirkan langkah-langkah memonitor pemberlakuan standar mutu agar dicapai keseragaman mutu perkerasan jalan (lihat Gambar 4.20). Untuk mengurangi kesenjangan pemahaman substansi standar mutu antar wilayah, maka program sosialisasi substansi standar mutu perlu diadakan secara rutin beserta evaluasinya oleh lembaga pembina serta proses distribusi buku standar mutu dipercepat sampai ke tempat tujuan yang memerlukan (Palgunadi, 2006). Sosialisasi substansi standar mutu dilakukan secara rutin termasuk kegiatan evaluasi dan monitoring implementasinya di lapangan serta mencermati dampaknya terhadap upaya peningkatan sumber dayanya (manusia, alat uji, material, kelembagaan dan anggaran).

Gambar 4.19. Identifikasi media untuk akses mengenal standar mutu perkerasan jalan



Gambar 4.20. Media untuk akses mengenal standar mutu perkerasan jalan ditinjau per wilayah kepulauan

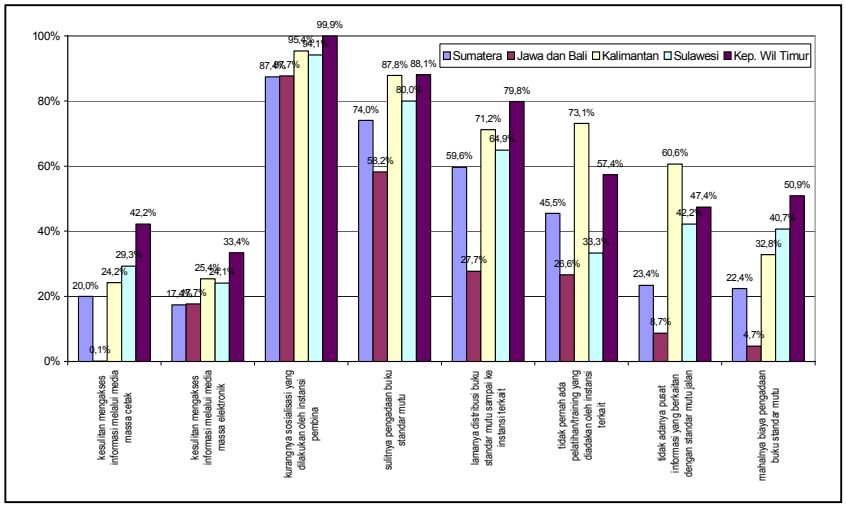
Kesulitan yang sering dijumpai seorang *engineer* di lapangan untuk mengenal dan memahami standar mutu, menurut Palgunadi (2006) dan Soehartono (2006.b), adalah: (i) kesulitan mengakses informasi melalui media massa cetak; (ii) kesulitan mengakses informasi melalui media massa elektronik; (iii) kurangnya sosialisasi yang dilakukan oleh instansi pembina; (iv) sulitnya pengadaan buku standar mutu; (v) lamanya distribusi buku standar mutu sampai ke instansi terkait; (vi) kurangnya pelatihan/*training* yang diadakan oleh instansi terkait; (vii) kurangnya pusat informasi yang berkaitan dengan standar mutu jalan; (viii) mahalnya biaya pengadaan buku standar mutu.

Berkaitan dengan pendapat Palgunadi (2006) dan Soehartono (2006.b), hasil penelitian yang dilakukan terhadap 251 responden (pakar perkerasan jalan) menyimpulkan, bahwa: (i) 25,0% responden belum mengenal standar mutu perkerasan jalan karena kurangnya sosialisasi yang dilakukan oleh instansi pembina; (ii) 20,3% responden menyatakan keterlambatan pengadaan buku standar mutu, (iii) 15,3% responden menyatakan lamanya distribusi buku standar mutu sampai ke instansi terkait; (iv) 12,1% responden menyatakan tidak pernah ada pelatihan atau *training* yang diadakan oleh instansi terkait; (v) 8,7% responden menyatakan keterbatasan pusat informasi yang berkaitan dengan standar mutu jalan; (vi) 7,1% responden menyatakan kesulitan mengakses informasi melalui media massa dan elektronik; dan (vii) 6,1% responden menyatakan keterbatasan biaya pengadaan buku standar mutu, sebagaimana ditunjukkan dalam Gambar 4.21. Jika dicermati distribusi responden per wilayah, hasil analisis menggambarkan hampir 100% responden di Wilayah Kepulauan Timur menyimpulkan kesulitan mengenal standar mutu perkerasan jalan karena kurangnya sosialisasi yang dilakukan instansi pembina; diikuti hampir 90% responden masing-masing di wilayah Kalimantan dan Sulawesi; hampir 86% responden masing-masing di wilayah Sumatera dan Jawa-Bali menyimpulkan pendapat yang sama seperti responden di Wilayah Kepulauan Timur, sebagaimana ditunjukkan dalam Gambar 4.22. Selain faktor sosialisasi standar mutu, faktor lain yang banyak berpengaruh terhadap kesulitan mengenal standar mutu adalah sulitnya pengadaan buku standar dan lamanya distribusi sampai ke instansi terkait. Hasil analisis menunjukkan hampir 85% responden di Wilayah Kepulauan Timur menyatakan bahwa kesulitan mengenal standar mutu perkerasan jalan karena pengadaan dan distribusi buku

standar mutu tidak sampai ke lokasi tujuan instansi terkait; diikuti hampir 75% responden masing-masing di wilayah Kalimantan dan Sulawesi; hampir 65% responden di wilayah Sumatera; dan hampir 45% responden di wilayah Jawa-Bali menyatakan hal yang sama.

Hasil penelitian tersebut mengindikasikan bahwa aspek sosialisasi dan distribusi standar mutu merupakan faktor penting yang mempengaruhi keberhasilan pemberlakuan standar mutu. Hasil analisis juga memperlihatkan fenomena yang khusus yaitu: secara umum responden di wilayah Jawa-Bali memiliki latar belakang pendidikan yang lebih baik daripada di wilayah lain, namun hampir 86% respondennya memerlukan sosialisasi untuk lebih mendalami substansi standar mutu. Pada wilayah Jawa-Bali tidak banyak ditemukan kesulitan distribusi buku standar mutu karena lebih mudah aksesibilitas distribusinya dari Jakarta (Pusat) ke instansi terkait daripada di wilayah Kalimantan, Sulawesi dan Wilayah Kepulauan Timur. Berkaitan dengan kondisi tersebut, Haryono (2005) pernah melakukan *SNI on line* dan dampaknya terhadap permintaan standar, hasil penelitiannya menunjukkan bahwa *SNI on line* hanya diminati oleh pengguna di wilayah *urban* terutama di wilayah Jawa-Bali, belum menyebar ke seluruh wilayah di Indonesia; budaya tatap muka dan ingin membaca buku standar masih merupakan pilihan bagi instansi yang memerlukan daripada akses melalui internet secara *on line*.

Gambar 4.21. Identifikasi kesulitan mengenal standar mutu perkerasan jalan



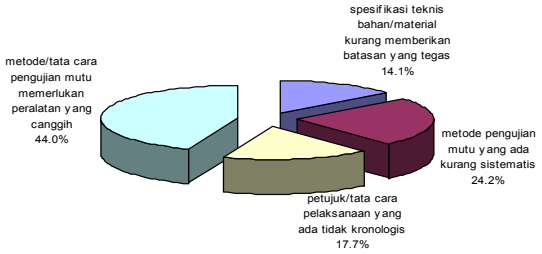
Gambar 4.22. Identifikasi kesulitan mengenal standar mutu perkerasan jalan ditinjau per wilayah kepulauan

Pendapat tersebut juga diperkuat oleh Palgunadi (2006) yang menyatakan sosialisasi NSPM bidang pekerjaan jalan dan jembatan kepada instansi pembina, penyedia dan pengguna di wilayah propinsi lebih mudah dan lancar dilakukan dengan sistem *door to door* atau tatap muka, meskipun sistem ini memerlukan biaya sosialisasi yang mahal. Dari uraian pembahasan tersebut dapat disimpulkan bahwa: (i) kesulitan mengenal standar mutu perkerasan jalan disebabkan kurangnya sosialisasi yang dilakukan oleh instansi pembina; (ii) sulitnya pengadaan buku standar mutu; dan (iii) lamanya distribusi buku standar mutu sampai ke instansi terkait.

Beton aspal tipe *hotmix* merupakan campuran antara agregat batuan dan aspal yang dicampur secara panas, selanjutnya dihampar dan dipadatkan di lapangan. Praktek di lapangan sering terjadi spesifikasi teknis bahan kurang memberikan batasan yang tegas, misalnya: suhu minimal penghamparan 135°C tetapi ada spesifikasi lain yang mensyaratkan minimal 110°C, contoh lain batasan persentase ukuran butiran agregat yang lolos saringan tertentu memiliki 2 (dua) rentang yang berbeda, misalnya: yang satu mensyaratkan 20%-40%, yang lainnya mensyaratkan 25%-45% pada nomor saringan yang sama. Kasus lain pada pengujian kadar air hasil pemadatan tanah maupun perkerasan berbutir di lapangan, ada beberapa cara antara lain: uji langsung di lapangan dengan alat *speedy test*, uji laboratorium dengan mengambil sampel, dan uji langsung di lapangan dengan cara membakar sampel dengan bahan spiritus. Ketiga cara tersebut menghasilkan data yang berbeda yang tidak jelas toleransi spesifikasinya sehingga metode pengujiannya tidak memberikan batasan yang tegas. Model fenomena di atas sering dihadapi *engineer* ketika memutuskan pencapaian mutu yang tepat. Beberapa kesulitan *engineer* memahami substansi standar mutu perkerasan jalan menurut Aly (2003.a & 2003.b); Palgunadi (2006); dan Bubshait & Al Atiq (1999) antara lain: (i) metode pengujian mutu ada yang kurang sistematis; (ii) petunjuk atau tata cara pelaksanaan dalam standar mutu ada yang tidak kronologis; (iii) metode pengujian

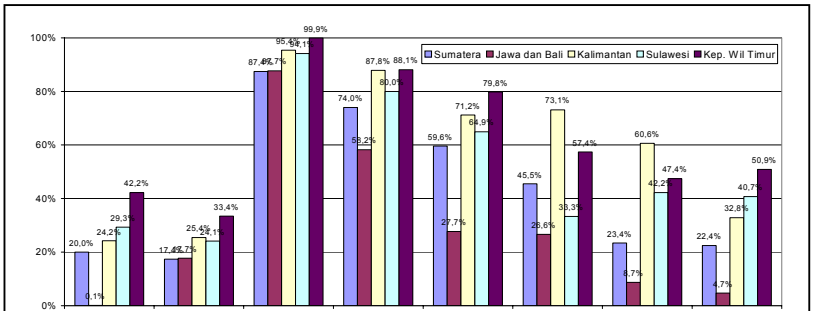
mutu memerlukan peralatan yang canggih; dan (iv) spesifikasi teknis bahan atau material kurang memberikan batasan yang tegas.

Hasil penelitian terhadap 251 responden (pakar perkerasan jalan) yang tersebar di 28 propinsi, menunjukkan bahwa 44,0% responden menyatakan kesulitan memahami substansi standar mutu karena metode pengujian mutu yang disyaratkan memerlukan peralatan yang canggih yang tidak mungkin dapat dipenuhi oleh semua instansi pengendali mutu di daerah; diikuti 24,2% responden menilai metode pengujian mutu yang ada kurang sistematis; 17,7% responden menilai tata cara pelaksanaan yang ada tidak kronologis; dan 14,1% responden menilai spesifikasi teknis bahan kurang memberikan batasan yang tegas, sebagaimana ditunjukkan dalam Gambar 4.23.



Gambar 4.23. Identifikasi kesulitan memahami substansi standar mutu perkerasan jalan

Buku spesifikasi material merupakan standar mutu untuk menetapkan material konstruksi (khususnya jalan) agar memiliki mutu yang tepat. Untuk merealisasikan hal tersebut, sering material konstruksi tersebut merupakan gabungan dari beberapa bahan susun yang dicampur secara mekanis (tuntutan spesifikasi teknis). Mekanisasi ini memerlukan peralatan uji yang canggih, sumber daya manusia yang handal, spesifikasi material yang tepat dan biaya pengadaannya mahal. Hal tersebut dirasakan cukup berat bagi responden yang berada di Wilayah Kepulauan Timur dan Kalimantan karena hampir 80% responden menyatakan tuntutan peralatan uji mutu yang handal amat sulit dilakukan karena faktor keterbatasan sumber daya yang ada dalam memahami metode pengujiannya. Hal tersebut berlaku sebaliknya bagi responden yang berada di wilayah Jawa dan Bali, sebagaimana ditunjukkan dalam Gambar 4.24.



Gambar 4.24. Identifikasi kesulitan memahami substansi standar mutu perkerasan jalan ditinjau per wilayah kepulauan

Persepsi pakar tersebut mengidentifikasikan bahwa faktor utilitas alat uji dan kualitas sumber daya manusia mengambil peranan penting dalam pemberlakuan standar mutu. Standar-standar rujukan produk BSN maupun AASHTO dalam spesifikasi teknis bidang jalan selalu menuntut penggunaan peralatan uji mutu yang handal dan berteknologi canggih agar manajemen data yang diperoleh valid walaupun metode ujinya dirasakan rumit (Soehartono, 2006.a). Peralatan uji mutu yang canggih (berteknologi tinggi) juga memerlukan kualitas SDM yang mampu mengimplementasikan dengan tepat dan benar, maka diperlukan *training* khusus dan penyiapan suku cadang jika terjadi kerusakan, selain itu mobilisasinya cukup sulit sampai ke daerah-daerah terpencil (Soehartono, 2006.a). Berkaitan dengan pendapat Soehartono (2006.a) ini, hasil penelitian persepsi pakar dapat disimpulkan bahwa kesulitan memahami substansi standar mutu karena: (i) harus menggunakan (memobilisasi) peralatan uji mutu yang canggih (berteknologi tinggi) agar mendapatkan hasil pengujian mutu yang valid dan akurat; dan (ii) beberapa metode pengujian mutu yang ada kurang sistematis.

4. Identifikasi kendala dan penyimpangan implementasi standar mutu perkerasan jalan

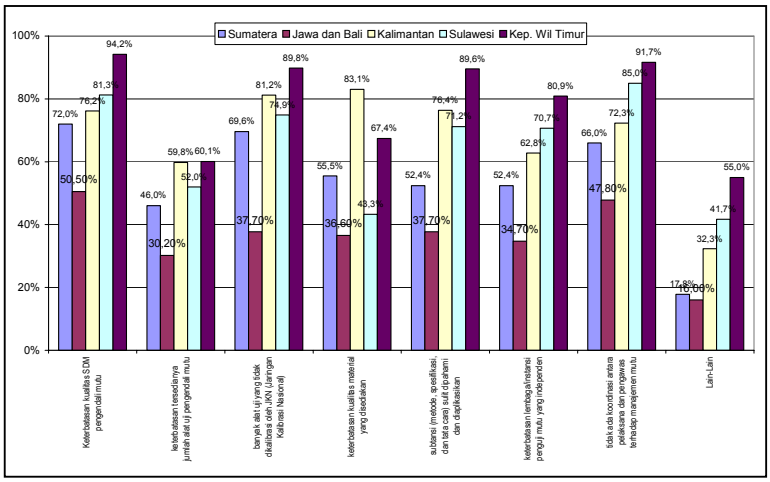
a. Kendala implementasi standar mutu. Berawal dari sulitnya memahami substansi standar mutu yang diperberat lagi dengan kurangnya sosialisasi yang dilakukan instansi pembina serta kurang sempurnanya akses untuk mendapatkan layanan informasi, maka dalam implementasinya selalu dihadapkan pada kendala implementasi dan penyimpangan standar mutu (Mulyono, 2007.a). Sebagaimana dikemukakan oleh Kumar (2000) bahwa negara sedang berkembang (termasuk Indonesia) masih banyak menghadapi kendala dalam mengimplementasikan standar mutu yang tepat dan benar di lapangan, seperti keterbatasan kualitas sumber daya

manusia, kebijakan lokal yang amat berpengaruh, keterbatasan biaya pencapaian mutu dan pembelian sarana dan prasarana pendukungnya. Hal senada juga diungkapkan oleh Andriyanto (2005) dan Palgunadi (2006) bahwa diseminasi dan implementasi standar mutu sangat ditentukan *workability* buku standar itu sendiri, kualitas sumber daya manusia yang didukung kehandalan alat uji mutu dan ketersediaan material yang memenuhi syarat teknis serta koordinasi antar komponen organisasi di lapangan. Soehartono (2006), Agah (2006); Mulyono & Riyanto (2005) menyatakan dalam telaah teknisnya terhadap evaluasi implementasi sistem pencapaian mutu perkerasan jalan nasional dan propinsi, disebutkan beberapa kendala atau tantangan yang dihadapi untuk mencapai mutu perkerasan jalan adalah: (i) keterbatasan kualitas SDM pengendali mutu; (ii) beberapa substansi standar mutu sulit dipahami dan diaplikasikan; (iii) pengaruh kebijakan lokal sangat dominan; (iv) waktu pelaksanaan pembangunan yang kurang tepat (bulan hujan); (v) tidak ada koordinasi internal pelaksana terhadap manajemen mutu; dan (vi) tidak ada koordinasi harmonis antara pelaksana dan pengawas terhadap manajemen mutu. Pendapat pakar lain yang melengkapi pernyataan tersebut pernah dinyatakan oleh Aly (2003.a & 2003.b); Soehartono (2006) dan Widjajanto & Pryandana (2005) tentang kendala-kendala implementasi spesifikasi teknis di lapangan, antara lain: (i) keterbatasan tersedianya jumlah alat uji pengendali mutu; (ii) keterbatasan suku cadang alat uji mutu jika terjadi kerusakan; (iii) banyak alat uji mutu yang tidak dikalibrasi yang oleh JKN; (iv) keterbatasan kualitas material yang disediakan; (v) keterbatasan lembaga atau instansi penguji mutu yang independen; (vi) biaya pengujian mutu dirasa terlalu mahal. Kasi (1995); Bennett (2003) dan Harris & McCaffer (2001) menyatakan beberapa aspek yang menghambat implementasi sistem mutu, adalah: (i) kedatangan suplai material yang sering mengalami keterlambatan; (ii) utilisasi alat berat di lapangan kurang optimal; dan (iii) cuaca yang tidak kondusif terhadap waktu pelaksanaan konstruksi.

Berdasarkan hasil penelitian terhadap 251 responden (pakar perkerasan jalan) tentang kendala implementasi standar mutu pada pembangunan perkerasan jalan baru sebagaimana ditunjukkan dalam Gambar 4.25, didapatkan beberapa kendala yang sering terjadi di lapangan, adalah: (i) keterbatasan kualitas SDM pengendali mutu (15,7% responden); (ii) tidak adanya koordinasi yang baik antara pelaksana dan pengawas terhadap manajemen mutu (15,1% responden); (iii)

peralatan uji mutu yang kurang handal (14,6% responden); (iv) beberapa substansi standar mutu sulit dipahami untuk diaplikasikan (13,4% responden); (v) keterbatasan lembaga penguji mutu yang independen (12,4% responden); (vi) keterbatasan kualitas material yang disediakan (12,0% responden); dan (vii) keterbatasan ketersediaan jumlah alat uji pengendali mutu (10,3% responden). Hasil penelitian tersebut sangat mendukung pendapat Soehartono (2006.a), Mulyono & Suraji (2005), dan Mulyono & Riyanto (2005) yang menyatakan ada 4 (empat) faktor yang mempengaruhi *input* implementasi standar mutu yaitu SDM, alat uji mutu, mutu material dan materi standar mutu. Jika dicermati distribusi responden per wilayah, hasil analisis yang diperoleh menunjukkan hampir 100% responden di Wilayah Kepulauan Timur menyatakan kendala utama dalam pencapaian mutu perkerasan jalan adalah keterbatasan kualitas SDM pengendali mutu, keterbatasan jumlah dan kehandalan alat uji serta keterbatasan lembaga penguji mutu yang independen, demikian juga hampir 75% responden masing-masing di wilayah Sumatera, Sulawesi dan Kalimantan menyatakan hal yang sama dengan responden di Wilayah Kepulauan Timur. Kondisi tersebut berbanding terbalik dengan kondisi di wilayah Jawa-Bali yang menunjukkan hanya sekitar 40% respondennya berpendapat hal yang sama dengan wilayah lain tersebut, sebagaimana ditunjukkan dalam Gambar 4.26. Fenomena ini menggambarkan begitu besarnya kesenjangan yang dihadapi antar *stakeholder* bidang perkerasan jalan dalam menyikapi kendala atau tantangan implementasi standar mutu antara wilayah Jawa-Bali dengan wilayah lain. Permasalahan ini bersumber pada perbedaan kuantitas dan kualitas sumber daya yang ada (manusia, alat uji, material, kelembagaan dan anggaran), sehingga Pemerintah Pusat sebagai pembina harus melakukan usaha-usaha memonitor dan mengevaluasi implementasi standar mutu agar didapatkan keseragaman mutu perkerasan jalan dan kesempurnaan kebijakan pembangunan jalan yang proporsional.

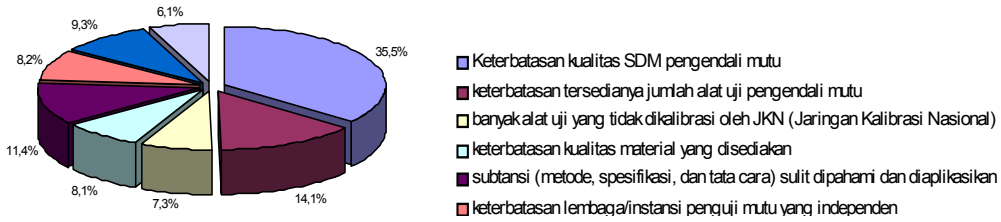
Gambar 4.25. Kendala implementasi standar mutu pada pembangunan perkerasan jalan baru



Gambar 4.26. Kendala impelementasi standar mutu pada pembangunan perkerasan jalan baru ditinjau per wilayah kepulauan

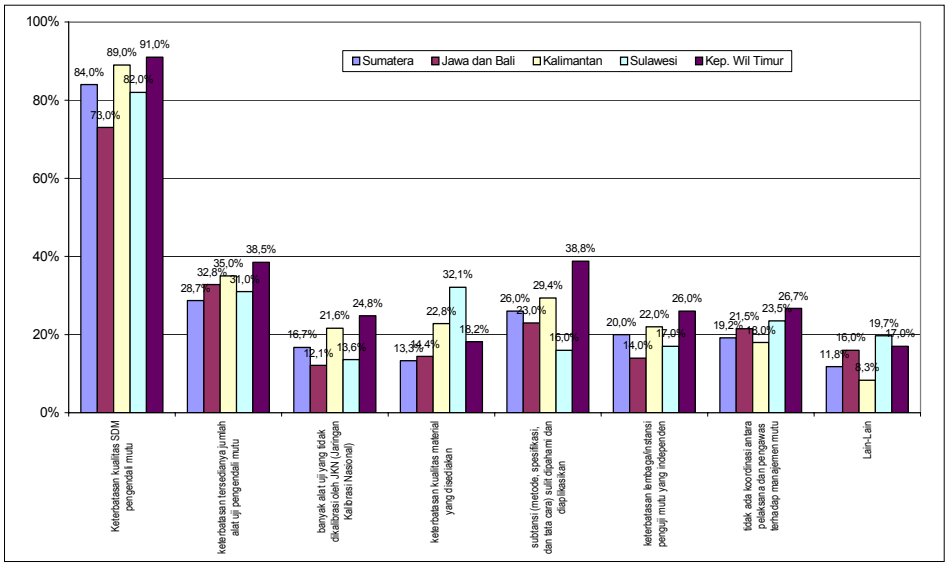
Dari uraian pembahasan ini dapat disimpulkan bahwa keterbatasan utilisasi alat uji (37,3% responden) merupakan kendala yang paling banyak terjadi, dalam hal ini merupakan gabungan dari kendala: keterbatasan jumlah dan kehandalan alat uji mutu serta keterbatasan lembaga penguji mutu yang independen.

Hasil penelitian terhadap 251 responden (pakar perkerasan jalan) tentang kendala implementasi standar mutu pada peningkatan perkerasan jalan sebagaimana ditunjukkan dalam Gambar 4.27, didapatkan beberapa kendala yang sering terjadi di lapangan, adalah: (i) keterbatasan kualitas SDM pengendali mutu (35,5% responden); (ii) keterbatasan utilisasi alat uji pengendali mutu (29,6% responden); (iii) keterbatasan kualitas material (12,0% responden); (iv) kesulitan memahami substansi standar mutu (11,4% responden); dan (v) lemahnya koordinasi antara pelaksana dan pengawas manajemen mutu (9,3% responden).



Gambar 4.27. Kendala implementasi standar mutu perkerasan jalan pada peningkatan perkerasan jalan

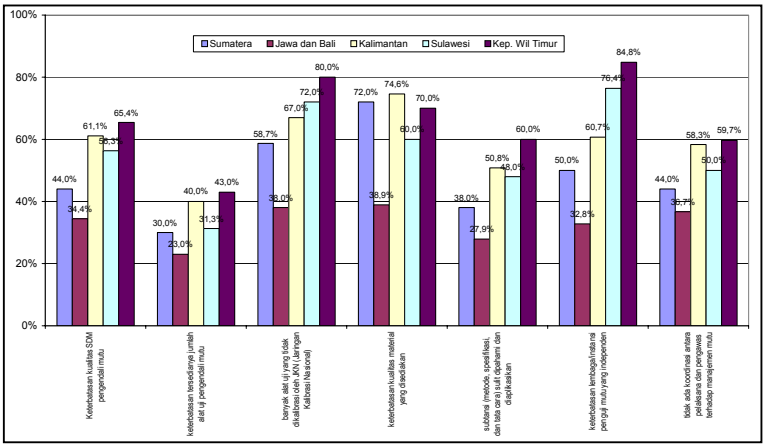
Jika dicermati distribusi responden per wilayah, hasil analisis yang diperoleh menunjukkan hampir 90% responden di Wilayah Kepulauan Timur menyatakan kendala utama dalam pencapaian mutu perkerasan jalan adalah keterbatasan kualitas SDM pengendali mutu, keterbatasan jumlah dan kehandalan alat uji serta keterbatasan lembaga penguji mutu yang independen; demikian juga hampir 80% responden masing-masing di wilayah Sumatera, Sulawesi dan Kalimantan menyatakan hal yang sama dengan responden di Wilayah Kepulauan Timur. Fenomena tersebut cukup berbeda dengan kondisi di wilayah Jawa-Bali yang menunjukkan sekitar 65% respondennya berpendapat hal yang sama dengan wilayah lain tersebut, sebagaimana ditunjukkan dalam Gambar 4.28. Dari uraian pembahasan ini dapat disimpulkan bahwa kendala impelementasi mutu yang dominan pada peningkatan perkerasan jalan adalah keterbatasan kualitas SDM dan keterbatasan utilisasi alat uji pengendali mutu. Jika dibandingkan dengan pembangunan perkerasan jalan baru, peningkatan perkerasan jalan lebih menuntut kecermatan untuk tetap mempertahankan kekuatan struktural dan fungsional perkerasan yang ada terhadap peningkatan repetisi beban lalulintas dan pengaruh volume air limpasan akibat pertumbuhan fungsi ruang di sekitarnya dan keterbatasan anggaran, sehingga memerlukan peningkatan kualitas SDM dan dukungan utilisasi alat uji mutu (Aly, 2001).



Gambar 4.28. Kendala impelementasi standar mutu pada peningkatan perkerasan jalan ditinjau per wilayah kepulauan

Berdasarkan hasil penelitian terhadap 251 responden (pakar perkerasan jalan) tentang kendala implementasi standar mutu pada pemeliharaan perkerasan jalan sebagaimana ditunjukkan dalam Gambar 4.29, didapatkan beberapa kendala yang sering terjadi di lapangan, adalah: (i) keterbatasan utilisasi alat uji pengendali mutu (39,3% responden); (ii) keterbatasan kualitas material (16,1% responden); (iii) keterbatasan kualitas SDM pengendali mutu (13,2% responden); (iv) lemahnya koordinasi antara pelaksana dan pengawas manajemen mutu (12,7% responden); dan (v) kesulitan memahami substansi standar mutu (11,3% responden). Jika dicermati distribusi responden per wilayah, hasil analisis yang diperoleh menunjukkan hampir 75% responden di Wilayah Kepulauan Timur menyatakan kendala utama dalam pencapaian mutu pemeliharaan perkerasan jalan adalah keterbatasan kualitas material dan utilisasi alat uji (jumlah, kehandalan dan lembaga penguji mutu yang independen); demikian juga hampir 60% responden masing-masing di wilayah Sumatera, Sulawesi dan Kalimantan menyatakan hal yang sama dengan responden di Wilayah Kepulauan Timur. Fenomena tersebut cukup berbeda dengan kondisi di wilayah Jawa-Bali yang menunjukkan sekitar 35% respondennya berpendapat hal yang sama dengan wilayah lain tersebut, sebagaimana ditunjukkan dalam Gambar 4.30. Dari uraian pembahasan ini dapat disimpulkan bahwa kendala impelementasi mutu yang dominan pada pemeliharaan perkerasan jalan adalah keterbatasan utilisasi alat uji pengendali mutu dan keterbatasan kualitas material yang digunakan. Pemeliharaan perkerasan jalan menuntut penggunaan mutu bahan susun perkerasan yang tepat agar perkerasan lama masih dapat dipertahankan sampai mencapai umur pelayanan maksimum (Sugiri, 2006). Salah satu persyaratan mutu material yang tepat adalah pencampuran bahan susun perkerasan dilaksanakan secara mekanis (tidak manual) untuk mendapatkan pencapaian mutu perkerasan yang mampu mempertahankan mutu perkerasan jalan. Persyaratan tersebut dirasakan amat berat bagi wilayah di luar Jawa-Bali karena keterbatasan sumber daya yang dimiliki. Beberapa wilayah di luar Jawa-Bali memiliki sumber material batuan yang berkualitas tetapi tidak didukung oleh peralatan yang handal dan SDM berkualitas maka menghasilkan gradasi batuan yang tidak sempurna sehingga berakibat penurunan kualitas bahan susun perkerasan (Aly, 2003.a & 2003.b; Soehartono, 2006.a).

Gambar 4.29. Kendala implementasi standar mutu perkerasan jalan pada pemeliharaan perkerasan jalan



Gambar 4.30. Kendala impelementasi standar mutu pada pemeliharaan perkerasan jalan ditinjau per wilayah kepulauan

Perbandingan persepsi pakar terhadap kendala implementasi standar mutu perkerasan di lapangan antara pembangunan perkerasan jalan baru, peningkatan dan pemeliharaan perkerasan jalan dapat dilihat dalam Tabel 4.3. Pada pembangunan perkerasan jalan baru dan pemeliharaan perkerasan jalan, kendala implementasi standar mutu perkerasan jalan lebih didominasi oleh keterbatasan utilisasi alat uji, sedangkan pada peningkatan perkerasan jalan kendala tersebut didominasi oleh selain keterbatasan utilisasi alat uji mutu juga keterbatasan kualitas SDM. Dengan demikian dapat disimpulkan secara umum bahwa kendala implementasi standar mutu yang sering terjadi pada pekerjaan pembangunan, peningkatan dan pemeliharaan perkerasan jalan, adalah: (i) keterbatasan utilisasi alat uji mutu; dan (ii) keterbatasan kualitas SDM pengendali mutu, dalam praktek implementasinya faktor keterbatasan kualitas material dan kesulitan pemahaman substansi standar mutu merupakan kendala implementasi yang perlu mendapatkan perhatian yang serius.

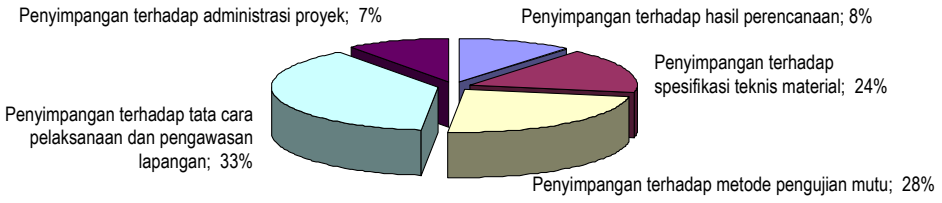
Tabel 4.4. Perbandingan identifikasi kendala implementasi standar mutu perkerasan pada pembangunan, peningkatan dan pemeliharaan perkerasan jalan

Kendala implementasi standar mutu perkerasan jalan	Persepsi Pakar (%)		
	Pembangunan	Peningkatan	Pemeliharaan
• keterbatasan kualitas SDM	15,7	35,5	13,2
• keterbatasan utilisasi alat uji mutu	37,6	29,6	39,3
• keterbatasan kualitas materiil	12,0	8,1	16,1
• kesulitan pemahaman substansi standar mutu	13,4	11,4	11,3
• kurang koordinasi pelaksana dan pengawas mutu	15,1	9,3	12,7
• lain-lain	6,4	6,1	7,4
Total	100,0	100,0	100,0

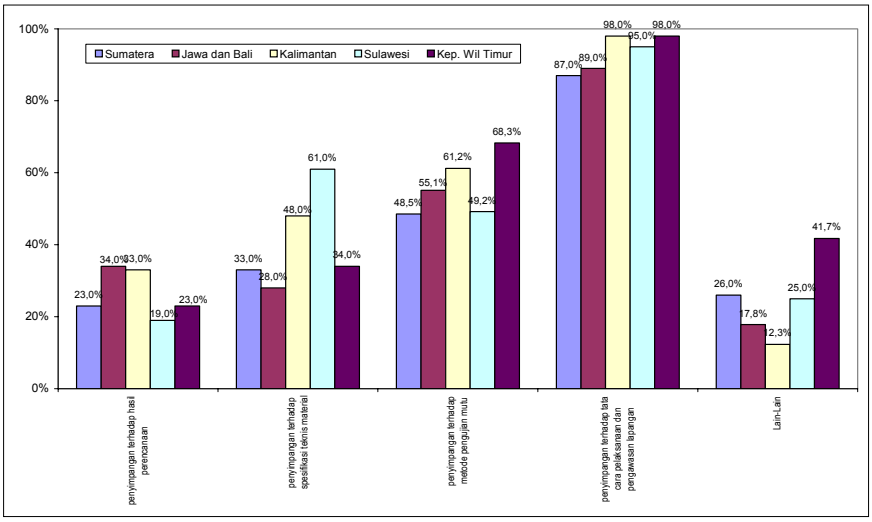
b. Penyimpangan pencapaian mutu perkerasan jalan. Telaah teknis yang pernah dilakukan oleh Mulyono & Riyanto (2005); Soehartono (2006.a) maupun Sjahdanulirwan (2006.b) terhadap kinerja mutu perkerasan jalan nasional dan propinsi menyebutkan bahwa ada 5 (lima) penyimpangan implementasi pencapaian mutu, yaitu: (i) penyimpangan terhadap desain perencanaan; (ii) penyimpangan terhadap spesifikasi teknis material; (iii) penyimpangan terhadap metode uji mutu; (iv) penyimpangan terhadap prosedur pelaksanaan dan pengawasan; dan (v) penyimpangan terhadap administrasi teknik proyek.

Berdasarkan hasil penelitian terhadap 251 responden (pakar perkerasan jalan) yang tersebar di 28 propinsi tentang penyimpangan pencapaian mutu pada saat pembangunan perkerasan jalan baru, sebagaimana ditunjukkan dalam Gambar 4.31, didapatkan beberapa penyimpangan pencapaian mutu yang sering terjadi di lapangan, adalah: (i) penyimpangan terhadap tata cara pelaksanaan dan pengawasan lapangan (33% responden); (ii) penyimpangan terhadap metode pengujian mutu (28% responden); (iii) penyimpangan terhadap spesifikasi teknis material perkerasan (24% responden); (iv) penyimpangan terhadap desain perencanaan (8% responden); dan (v) penyimpangan terhadap administrasi teknik proyek (7% responden). Dari hasil analisis dapat disimpulkan bahwa ada 2 (dua) faktor penyimpangan pencapaian mutu yang dominan, yaitu: (i) ketidaktepatan penerapan metode kerja pelaksanaan dan pengawasan; dan (ii) ketidaktepatan penerapan

metode pengujian mutu. Berkaitan dengan hasil analisis tersebut, Widjajanto & Pryandana (2005), Sjahdanulirwan (2006.b), dan Ma'soem (2006) menyimpulkan bahwa kendaraan berat yang bermuatan lebih (*overloading*) bukan merupakan faktor dominan penyebab kerusakan jalan tetapi yang lebih penting adalah tidak tercapainya mutu pelaksanaan dan pengawasan pada saat pembangunan perkerasan jalan. Untuk itu diperlukan koordinasi yang baik dan obyektif antara pelaksana dan pengawas mutu agar didapatkan pencapaian mutu yang tepat dan benar. Jika dicermati distribusi responden per wilayah, hasil analisis yang diperoleh menunjukkan lebih dari 85% responden masing-masing di wilayah Sumatera, Jawa-Bali, Kalimantan, Sulawesi dan Wilayah Kepulauan Timur menyimpulkan bahwa penyimpangan pencapaian mutu yang paling sering terjadi pada pembangunan perkerasan jalan baru adalah penyimpangan terhadap metode kerja pelaksanaan dan pengawasan di lapangan. Selain faktor metode kerja pelaksanaan dan pengawasan, faktor penyimpangan lainnya yang sering terjadi adalah penyimpangan terhadap metode pengujian mutu perkerasan jalan. Persepsi pakar berdasarkan distribusi responden per wilayah menyebutkan bahwa hampir 70% responden di Wilayah Kepulauan Timur menyatakan tidak tercapainya mutu perkerasan jalan karena ketidaktepatan metode pengujian mutu, demikian pula hampir 55% responden masing-masing di wilayah Jawa-Bali, Sumatera, Kalimantan dan Sulawesi menyatakan pendapat yang sama seperti responden di Wilayah Kepulauan Timur, sebagaimana ditunjukkkan dalam Gambar 4.32. Jika dikaitkan dengan hasil penelitian terhadap kendala-kendala implementasi standar mutu (lihat Tabel 4.3), maka penyimpangan tatacara pelaksanaan dan pengawasan pekerjaan perkerasan jalan dilatarbelakangi oleh keterbatasan kualitas SDM, keterbatasan utilisasi alat uji mutu yang selanjutnya didukung oleh koordinasi kerja pelaksana dan pengawas yang kurang baik dan kesulitan memahami substansi standar mutu.



Gambar 4.31. Penyimpangan pencapaian mutu perkerasan jalan pada pembangunan perkerasan jalan baru

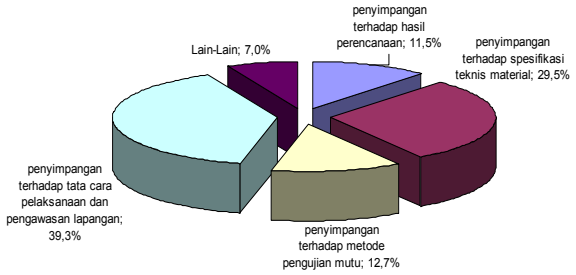


Gambar 4.32. Penyimpangan pencapaian mutu pada pembangunan perkerasan jalan baru ditinjau per wilayah kepulauan

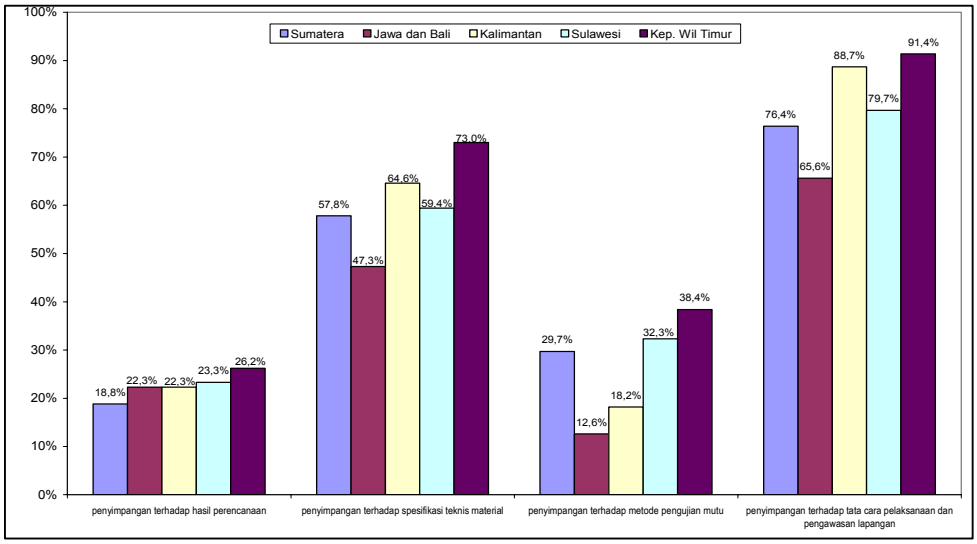
Hasil penelitian terhadap 251 responden (pakar perkerasan jalan) tentang penyimpangan pencapaian mutu pada peningkatan perkerasan jalan, sebagaimana ditunjukkan dalam Gambar 4.33, didapatkan beberapa penyimpangan pencapaian mutu yang sering terjadi di lapangan, adalah: (i) penyimpangan terhadap metode kerja pelaksanaan dan pengawasan (39,3% responden); (ii) penyimpangan terhadap spesifikasi teknis material (29,5% responden); (iii) penyimpangan terhadap metode pengujian mutu (12,7% responden); dan (iv) penyimpangan terhadap desain perencanaan (11,5% responden). Hasil analisis tersebut menggambarkan bahwa problem teknis yang serius pada peningkatan perkerasan jalan adalah tidak tercapainya mutu perkerasan yang baik karena selama pelaksanaannya sering terjadi penyimpangan terhadap metode kerja dan penyimpangan terhadap mutu material yang digunakan.

Jika dicermati distribusi responden per wilayah, sebagaimana ditunjukkan dalam Gambar 4.34, hasil analisis yang diperoleh menunjukkan hampir 92% responden masing-masing di wilayah Kalimantan dan Wilayah Kepulauan Timur menyatakan penyimpangan mutu perkerasan terjadi karena ketidaktepatan tatacara pelaksanaan dan pengawasan mutu; demikian juga hampir 80% responden masing-

masing di wilayah Sumatera dan Sulawesi, serta hampir 66% responden di wilayah Jawa-Bali menyatakan pendapat yang sama seperti responden di wilayah Kalimantan dan Wilayah Kepulauan Timur tersebut. Selain faktor metode kerja pelaksanaan dan pengawasan, hasil analisis terhadap distribusi responden per wilayah menunjukkan hampir 75% responden di Wilayah Kepulauan Timur menyatakan bahwa penyimpangan implementasi standar mutu pada peningkatan perkerasan jalan adalah penyimpangan terhadap spesifikasi teknis material; demikian pula sekitar 60% responden masing-masing di wilayah Sumatera, Kalimantan dan Sulawesi; serta hampir 50% responden di wilayah Jawa-Bali menyimpulkan pendapat yang sama dengan responden di Wilayah Kepulauan Timur. Berkaitan dengan hasil penelitian tersebut, Widjajanto & Maulana (2006) menyatakan bahwa pada peningkatan perkerasan jalan diperlukan ketajaman berpikir yang tepat dan benar dalam menetapkan: (i) jenis material yang tepat dan berkualitas; (ii) metode kerja yang sesuai dengan kondisi lapangan; (iii) peralatan berat yang prima dan layak pakai; (iv) prediksi pertumbuhan repetisi beban lalulintas yang tepat; dan (v) kompetensi sumber daya manusia yang handal. Lima aspek ini yang melatarbelakangi Persepsi pakar untuk memberikan proporsi penilaian penyimpangan metode kerja dan mutu material yang lebih besar pada peningkatan perkerasan jalan daripada pembangunan perkerasan jalan baru. Jika dikaitkan dengan hasil penelitian tentang kendala-kendala implementasi standar mutu di lapangan (lihat Tabel 4.3) maka penyimpangan pencapaian mutu perkerasan pada peningkatan perkerasan jalan tersebut dilatarbelakangi oleh keterbatasan kualitas SDM dan utilisasi alat uji mutu, yang selanjutnya mempengaruhi penyimpangan terhadap metode kerja pelaksanaan dan pengawasan serta ketidaktepatan pemilihan mutu material.



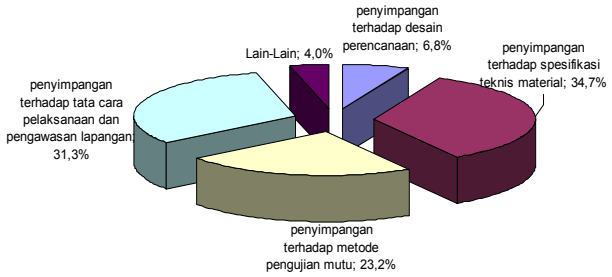
Gambar 4.33. Penyimpangan pencapaian mutu pada peningkatan perkerasan jalan



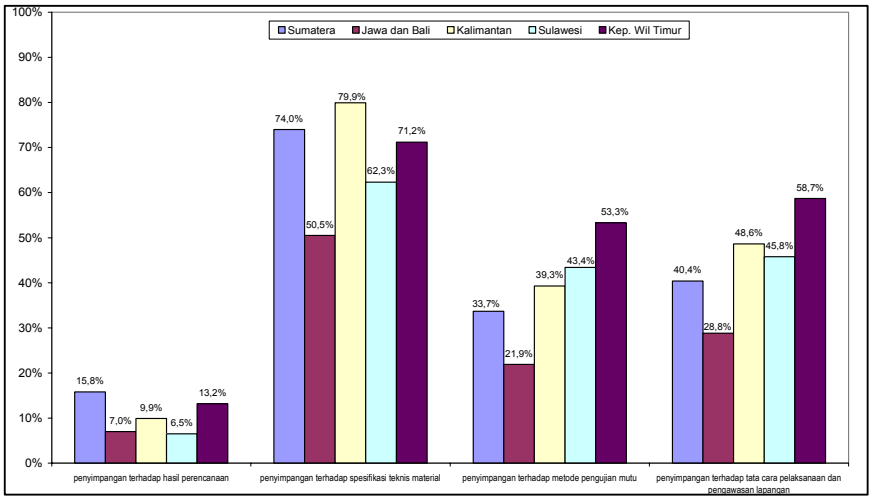
Gambar 4.34. Penyimpangan pencapaian mutu pada peningkatan perkerasan jalan ditinjau per wilayah kepulauan

Berdasarkan hasil penelitian terhadap 251 responden (pakar) tentang penyimpangan pencapaian mutu pada pemeliharaan perkerasan jalan, sebagaimana ditunjukkan dalam Gambar 4.35, didapatkan beberapa penyimpangan pencapaian mutu yang sering terjadi di lapangan, adalah: (i) penyimpangan terhadap spesifikasi teknis material (34,7% responden); (ii) penyimpangan terhadap tatacara pelaksanaan dan pengawasan (31,3% responden); (iii) penyimpangan terhadap metode pengujian mutu (23,2% responden); dan (iv) penyimpangan terhadap desain perencanaan (6,8% responden). Hasil analisis ini menunjukkan Persepsi pakar memberikan proporsi penilaian penyimpangan mutu material pada pemeliharaan perkerasan jalan yang lebih besar daripada peningkatan perkerasan jalan karena pemeliharaan perkerasan jalan selama ini dianggap program rutin yang dilakukan tiap tahun atau lima tahun sekali sehingga tidak ada target mutu yang jelas sebagaimana hal ini diungkapkan Ma'soem (2006). Jika dicermati distribusi responden per wilayah, sebagaimana ditunjukkan dalam Gambar 4.36, hasil analisis yang diperoleh adalah hampir 80% responden di wilayah Kalimantan dan hampir 75% responden masing-masing di wilayah Sumatera dan Wilayah Kepulauan Timur menyimpulkan bahwa faktor penyimpangan implementasi standar mutu yang sering terjadi adalah penyimpangan terhadap spesifikasi teknis material perkerasan.

Demikian juga hampir 51% responden di wilayah Jawa-Bali dan 62% responden di wilayah Sulawesi menyimpulkan pendapat yang sama. Persepsi pakar terhadap penyimpangan pencapaian mutu perkerasan jalan antara responden di wilayah Jawa-Bali dengan wilayah lain (Kalimantan, Sulawesi, Kepulauan Timur, Sumatera) menunjukkan perbedaan jauh dalam merespon penyimpangan pencapaian mutu (lihat Gambar 4.36). Jika dikaitkan dengan hasil penelitian tentang kendala-kendala implementasi standar mutu (lihat Tabel 4.3), maka penyimpangan pencapaian mutu perkerasan pada pemeliharaan jalan tersebut dilatarbelakangi oleh keterbatasan kualitas SDM dan keterbatasan alat uji mutu yang selanjutnya mempengaruhi penyimpangan terhadap pemilihan mutu material dan metode kerja sebagaimana ditunjukkan dalam Gambar 4.35.



Gambar 4.35. Penyimpangan pencapaian mutu pada pemeliharaan perkerasan jalan



Gambar 4.36. Penyimpangan pencapaian mutu pada pemeliharaan perkerasan jalan ditinjau per wilayah kepulauan

Perbandingan persepsi pakar terhadap penyimpangan pencapaian mutu perkerasan di lapangan antara pembangunan perkerasan jalan baru, peningkatan dan pemeliharaan perkerasan jalan lama ditunjukkan dalam Tabel 4.4.

Tabel 4.5. Perbandingan identifikasi penyimpangan pencapaian mutu perkerasan pada pembangunan, peningkatan dan pemeliharaan perkerasan jalan

Penyimpangan pencapaian mutu perkerasan jalan	Persepsi Pakar (%)		
	Pembangunan	Peningkatan	Pemeliharaan
Mutu material kurang tepat	24,0	29,5	34,7
Metode pengujian yang kurang tepat	28,0	12,7	23,2
Tata cara pelaksanaan dan pengawasan yang belum tepat	33,0	39,3	31,3
Penyimpangan terhadap desain perencanaan	8,0	11,5	6,8
Lain-lain	7,0	7,0	4,0
Jumlah	100,0	100,0	100,0

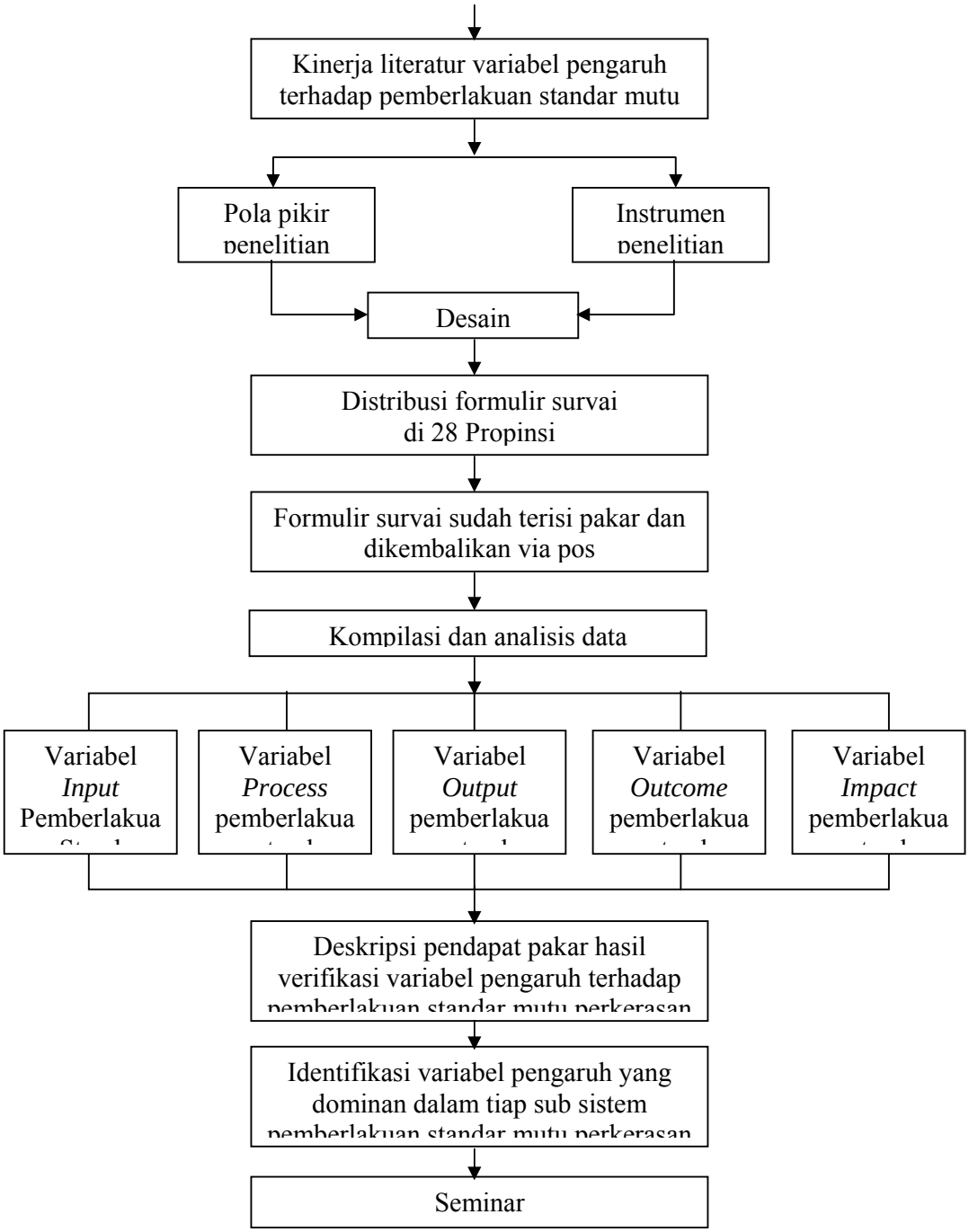
Pekerjaan pemeliharaan perkerasan jalan lebih banyak menggunakan kualitas material dan alat uji mutu yang kurang memenuhi standar mutu daripada pekerjaan peningkatan perkerasan jalan. Sebaliknya pada pekerjaan pembangunan dan peningkatan perkerasan jalan lebih banyak melakukan penyimpangan terhadap tata cara pelaksanaan dan pengawasan mutu daripada pekerjaan pemeliharaan perkerasan jalan. Dari uraian tersebut dapat dijelaskan bahwa penyimpangan pencapaian mutu sangat dipengaruhi oleh keterbatasan kualitas SDM, keterbatasan kualitas material dan alat uji pengendali mutu di lapangan, sehingga berdampak pada percepatan kerusakan stuktur perkerasan pada awal umur pelayanan. Keterbatasan kualitas SDM dimaksud adalah dorongan moral untuk melakukan penyimpangan pencapaian mutu, meliputi: (i) lemahnya kompetensi; (ii) kurangnya pengalaman kerja yang inovatif; (iii) kurangnya pendidikan pelatihan sesuai bidangnya; (iv) kurangnya etika dan kemauan untuk mencapai mutu yang baik; dan (v) kurangnya koordinasi dan komunikasi dengan pihak-pihak terkait selama pelaksanaan konstruksi (Aly, 2001; Henry, 2002). Dengan demikian dapat disimpulkan bahwa penyimpangan mutu perkerasan jalan yang sering terjadi pada pekerjaan pembangunan, peningkatan dan pemeliharaan jalan, adalah ketidaktepatan mutu material dan metode pengujian mutu yang dilakukan serta ketidaktepatan prosedur pelaksanaan dan pengawasan mutu di lapangan.

B. Identifikasi dan Verifikasi Variabel yang Mempengaruhi Faktor-faktor Pemberlakuan Standar Mutu

1. Pelaksanaan survai ke-2

a. Pelaksanaan survai ke-2 dilakukan untuk mendeskripsikan persepsi pakar tentang verifikasi variabel-variabel yang mempengaruhi faktor-faktor pemberlakuan standar mutu yang terbagi dalam sub-sub sistem pemberlakuan: (i) *input*; (ii) *process*; (iii) *output*; (iv) *outcome*; dan (v) *impact.* Sebagaimana mengacu hasil penelitian Mulyono (2007.a), penelitian ini juga melakukan teknik pengumpulan data yang disesuaikan dengan sifat dan jenis data yang bersifat kualitatif melalui wawancara (*interview*) dan atau menjawab tertulis terhadap kuesioner yang ditujukan kepada pakar.

Pelaksanaan survai dilakukan dengan menyampaikan pertanyaan kepada responden (pakar perkerasan jalan) untuk menentukan persetujuan "ya" atau "tidak" terhadap verifikasi suatu variabel. Instrumen survai (kuesioner) dikirim sebanyak 392 eksemplar (sesuai desain responden) kepada responden (pakar perkerasan jalan) yang tersebar di 28 propinsi di Indonesia yang berlangsung selama 2 (dua) bulan dari bulan Februari 2006 sampai dengan bulan Maret 2006. Bagan alir kegiatan survai dapat ditunjukkan dalam Gambar 4.37. Jumlah responden (pakar) yang sudah menjawab (mengisi kuesioner) dan mengembalikan melalui pos sebanyak 240 pakar, dengan rincian sebagaimana dapat ditunjukkan dalam Tabel 4.5. Jika dibandingkan terhadap jumlah kuesioner yang dikirim kepada seluruh responden, maka jumlah kuesioner terisi dan kembali sebanyak 240/392 x 100% = 61,2%, artinya jumlah sampel yang didapatkan dari survai sudah melebihi batas minimal (40% responden dari desain sampel) sebagaimana pernah dilakukan oleh Biatna dkk. (2005) dan Nazir (2004). Seperti survai sebelumnya, kendala dan kesulitan lain yang dihadapi selama pelaksanaan survai adalah responden dihadapkan pada pilihan keputusan "ya" atau "tidak" sehingga harus berpikir hati-hati sebelum menetapkan pilihannya. Hal ini berdampak jumlah responden mengalami penurunan 4,38% dibandingkan dengan survai sebelumnya. Survai ini dilaksanakan terhadap responden (pakar perkerasan jalan) yang sama dengan responden pada survai ke-1 (survai sebelumnya) agar didapatkan jawaban yang berkaitan, tidak bias, konsisten dan mampu memberikan kognitif yang baik.



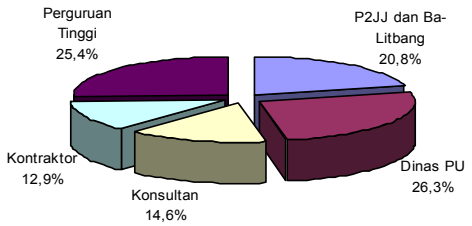
Gambar 4.37. Bagan alir kegiatan survai ke-2: pendapat responden (pakar) terhadap verifikasi variabel-variabel yang mempengaruhi pemberlakuan standar mutu perkerasan jalan nasional dan propinsi

Tabel 4.6. Jumlah responden yang mengisi dan mengembalikan formulir survai ke-2 (verifikasi variabel pengaruh)

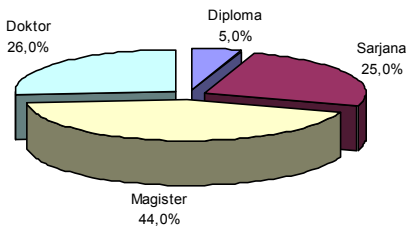
Propinsi yang terpilih	P2JJ Ba-Litbang	Dinas PU	Konsultan	Kontraktor	Perguruan Tinggi	Jumlah responden tiap propinsi
KBI :						
Sumatera Utara	2	2	1	2	2	9
Riau	2	2	2	1	1	8
Sumatera Barat	2	3	2	1	2	10
Jambi	1	2	1	1	1	6
Bengkulu	1	2	1	1	1	6
Sumatera Selatan	2	3	2	1	2	10
Lampung	1	2	2	1	2	8
Bangka Belitung	1	2	1	1	1	6
Jawa Barat	4	3	2	2	5	16
Banten	1	3	2	2	2	10
Jawa Tengah	2	4	2	2	3	13
DI. Yogyakarta	2	3	2	1	3	11
Jawa Timur	2	4	2	2	3	13
Bali	2	3	2	2	2	11
Kalimantan Barat	2	2	2	1	1	8
Kalimantan	2	2	1	1	1	7
Tengah	2	3	2	2	1	10
Kalimantan Timur	2	3	2	2	2	11
Kalimantan Selatan						
KTI :						
Nusa Tenggara	1	2	1	1	1	6
Barat	1	2	1	1	1	6
Nusa Tenggara	1	2	1	1	1	6
Timur	1	2	1	1	1	6
Sulawesi Utara	2	3	1	1	1	8
Gorontalo	2	3	2	2	2	11
Sulawesi Tengah	1	2	1	1	1	6
Sulawesi Selatan	1	2	1	1	1	6
Sulawesi	1	2	1	1	1	6
Tenggara	1	2	1	1	1	6
Maluku						
Maluku Utara						
Papua						
Jumlah responden tiap unit elementer (pakar)	45	70	42	37	46	240
Jumlah total responden (pakar)	240					

Persentase jumlah responden terhadap desain responden	61,2%	

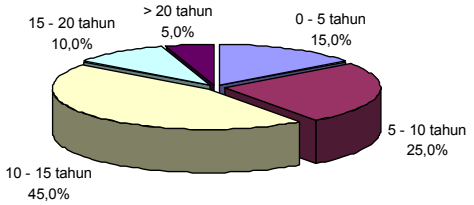
b. Partisipasi responden diindikasikan kesediaannya untuk menjawab dan mengembalikan formulir survai yang terisi. Tingkat partisipasi responden sebesar 61,2% dari jumlah responden yang ditargetkan, hal ini menunjukkan bahwa akurasi jumlah sampel dapat dinilai mewakili populasi terbatas yang dilakukan secara *purposive sampling.* Jumlah responden yang mengembalikan formulir survai sebanyak 240 pakar, terdiri atas: (i) 47,1% berasal dari instansi pemerintah selaku pembina dan penyedia jalan; (ii) 27,5% berasal dari praktisi pelaksana dan pengawas pembangunan jalan; dan (iii) 25,4% berasal dari perguruan tinggi, sebagaimana ditunjukkan dalam Gambar 4.38. Gambar 4.39 dan Gambar 4.40 menyajikan identitas responden yang berpendidikan magister dan doktor teknik sipil sebesar 70%; dan yang memiliki pengalaman kerja bidang perkerasan jalan di atas 10 tahun sebanyak 60%. Dengan demikian responden rata-rata berpendidikan magister teknik sipil dengan pengalaman kerja bidang perkerasan jalan di atas 10 tahun, yang sebagian besar bekerja di instansi pembina dan penyedia jalan (Dinas PU, P2JJ, Balitbang Jalan). Gambar 4.41 menyajikan identitas responden berdasarkan wilayah, yang menunjukkan 57% responden berasal dari Jawa-Bali dan Sumatera.

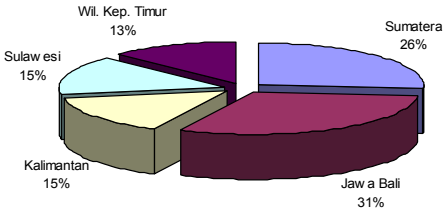


Gambar 4.38. Identitas responden berdasarkan instansi



Gambar 4.39. Identitas responden berdasarkan jenjang pendidikan





Gambar 4.40. Identitas responden berdasarkan pengalaman kerja bidang perkerasan

Gambar 4.41. Distribusi responden berdasarkan wilayah

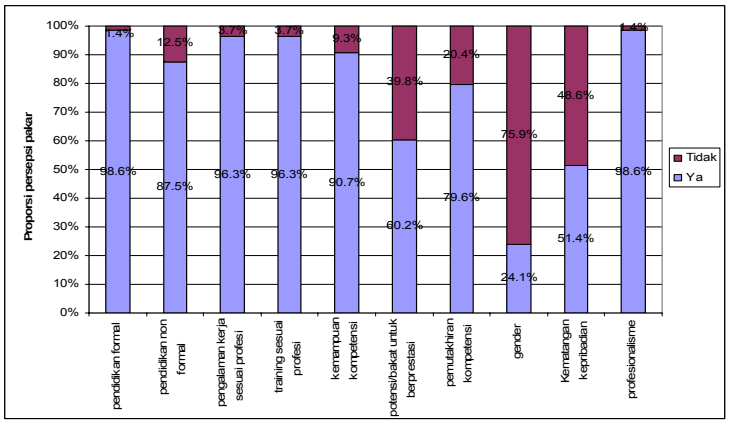
2. Identifikasi variabel dalam subsistem masukan *(input)* pemberlakuan standar mutu perkerasan jalan

Mulyono & Suraji (2005) dan Mulyono (2006.a) menyatakan bahwa ada 4 (empat) faktor penting yang dipertimbangkan dalam subsistem *input* pemberlakuan standar mutu perkerasan jalan, yaitu: (i) sumber daya manusia; (ii) utilisasi alat uji; (iii) utilisasi bahan uji; (iv) tampilan format standar.

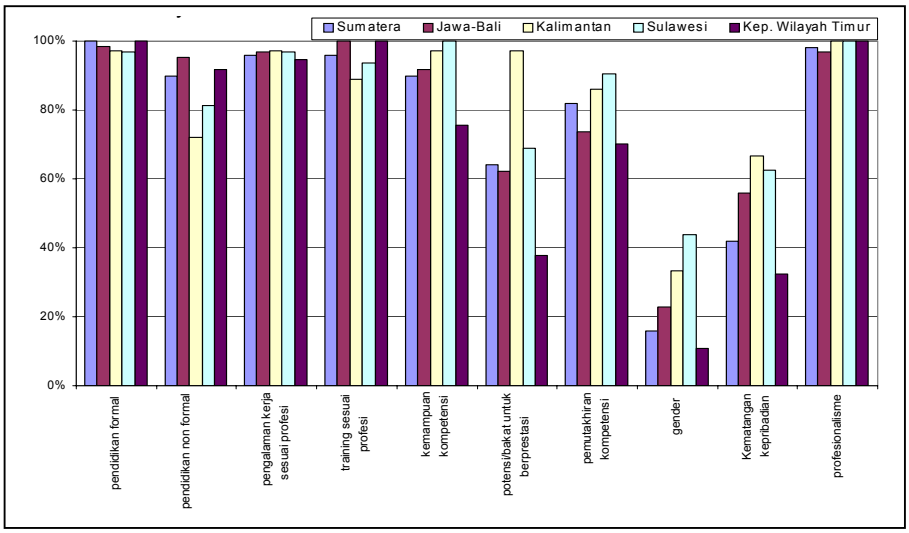
a. Sumber daya manusia merupakan salah satu faktor yang amat menentukan keberhasilan pencapaian mutu perkerasan jalan di lapangan (Porter, 1998; Mulyono, 2007.a; Soehartono, 2006.a). Variabel-variabel penting yang mempengaruhi kinerja manusia dalam pemberlakuan standar mutu perkerasan jalan, adalah: (i) pendidikan formal (Agah, 2001; Rukmana, 2006); (ii) pendidikan non formal (Sukawan, 2006; Hidayat, 2004); (iii) pengalaman kerja sesuai profesi (Sukawan, 2006); (iv) *training* sesuai profesi (Koster, 2005; Soehartono, 2006.a); (v) kemampuan kompetensi (Sukawan, 2006; Hidayat, 2004; Rukmana, 2006); (vi) potensi/bakat untuk berprestasi (Soehartono, 2006.a; Walgito, 1990); (vii) pemutakhiran kompetensi (Agah, 2003; Aly, 2001; Koster, 2005); (viii) profesionalisme (Hidayat, 2004; Koster, 2005); (ix) kematangan kepribadian (Soehartono, 2006.b; Machfudiyanto, 2005); dan (x) gender (Mathis & Jackson, 2002.a & 2002.b; Akdere, 2006). Hasil verifikasi variabel menunjukkan bahwa sumber daya manusia dipengaruhi oleh: (i) profesionalisme dan pendidikan formal masing-masing 98,6% responden; (ii) pengalaman kerja dan *training* sesuai profesi masing-masing 93,6% responden; (iii) kemampuan kompetensi (90,7% responden); (iv) pendidikan formal (87,5% responden); (v) pemutakhiran kompetensi (79,6% responden); (vi) potensi atau bakat untuk berprestasi (60,2% responden); (vii) kematangan kepribadian (51,4% responden); dan (viii) gender (24,1% responden).

Dari Gambar 4.42 dapat dicermati bahwa variabel Gender dan Kematangan Kepribadian bukan merupakan variabel penting yang dipertimbangkan mempengaruhi sumber daya manusia karena kedua variabel tersebut tidak memiliki

parameter kuantitatif logis yang dapat diukur. Distribusi Persepsi pakar untuk tiap wilayah ditunjukkan Gambar 4.43. Variabel Gender dan Kematangan Kepribadian tidak lebih 55% responden menyetujui sebagai variabel penting yang mempengaruhi sumber daya manusia kecuali responden di wilayah Kalimantan dan Sulawesi.



Gambar 4.42. Hasil verifikasi variabel yang mempengaruhi sumber daya manusia dalam pemberlakuan standar mutu



Gambar 4.43. Verifikasi variabel yang mempengaruhi sumber daya manusia dalam pemberlakuan standar mutu perkerasan jalan ditinjau per wilayah kepulauan

Mathis & Jackson (2002.a & 2002.b) menyatakan bahwa kemampuan meneliti (*research*) tidak dapat dibedakan produktivitasnya berdasarkan gender,

yang diukur adalah jumlah keluaran *(output)* per satuan waktu bukan jenis kelamin laki-laki atau perempuan. Soehartono (2006.b) juga menyimpulkan bahwa gender bukan variabel pengaruh yang dipersoalkan dalam proses pekerjaan jalan, tetapi yang lebih dipentingkan adalah etika profesi yaitu kemampuan dan kemauan untuk mengubah dari substandar menjadi standar serta kemauan diri untuk selalu meningkatkan kemampuan teknisnya mencapai mutu yang lebih baik. Hal tersebut yang menyebabkan variabel Gender memiliki persentase verifikasi yang kecil (tidak lebih dari 50%) pada tiap wilayah kepulauan yang ditinjau.

Kematangan kepribadian diindikasikan sebagai tingkat kedewasaan seseorang tetapi faktanya belum berbanding lurus dengan umur, artinya seseorang yang umurnya lebih dari 30 tahun belum tentu tingkat kedewasaannya setara dengan umur yang dimaksud. Berkaitan dengan hal ini, Agah (2006) menyatakan dalam penyiapan sumber daya manusia yang handal di bidang konstruksi jalan, maka tingkat kedewasaan wawasan pencapaian mutu konstruksi perlu disiapkan pemutahiran kompetensi dan peningkatan pendidikan non formal sesuai profesinya.

Indikator untuk mengukur kemampuan kompetensi adalah kualifikasi dan klasifikasi keahlian, dengan parameternya adalah jumlah sertifikat keahlian yang dimiliki dalam rentang waktu tertentu (Hidayat, 2004). Kepemilikan sertifikasi keahlian merupakan salah satu bentuk tanggung jawab pelaksana tugas dalam menjalankan misinya, sangat perlu didampingi dengan perilaku dan motivasi yang baik, sehingga mutu hasil pelaksanaan pekerjaan akan sesuai dengan persyaratan yang ditetapkan (Hidayat, 2004). Indikator variabel pendidikan dalam hal ini adalah tingkat atau jenjang pendidikan teknik sipil dengan parameter diawali pendidikan dasar (setingkat sekolah teknik menengah atas), pendidikan diploma, pendidikan sarjana, pendidikan magister dan pendidikan doktor. Agah (2006) dan Meyer & Jacobs (2000) menyatakan dalam penelitiannya tentang pendidikan teknik sipil pembangunan infrastruktur jalan bahwa yang membedakan antara jenjang pendidikan teknik sipil di lapangan adalah kurikulum, komposisi dan model pendidikan, karena bidang keahlian teknik sipil (konstruksi jalan) selalu dihadapkan kepada masalah teknis dan ketergantungan kepada alam, sehingga seorang sarjana ahli jalan harus sangat arif dalam menjalankan profesinya menggabungkan tiga faktor, yaitu: teknik, ekonomi dan lingkungan.

Sukawan (2006) menyatakan indikator untuk menilai variabel Pengalaman Kerja adalah lama bekerja sesuai profesinya, dengan parameter terukurnya adalah jumlah tahun. Variabel ini memiliki bobot 45% dalam penilaian sertifikasi keahlian pengendali mutu konstruksi jalan, dengan rincian 35% untuk pengalaman kerja keahlian utama dan 10% untuk pengalaman kerja keahlian penunjang. Sementara itu, variabel Pendidikan Formal dan Non Formal memiliki bobot 15%; variabel Kemampuan Kompetensi memiliki bobot 40% dalam bentuk ujian mendapatkan sertifikat keahlian. Mulyadi dalam Rukmana (2006) menyatakan paling sedikit ada 4 (empat) ciri sebagai indikator profesionalitas, yakni ilmu, amal, etika dan tanggung jawab. Selain itu, Rukmana (2006) menguraikan ada 5 (lima) kompetensi yang harus dihasilkan oleh suatu pendidikan profesional baik formal maupun non formal, yaitu: (i) kompetensi pengembangan kepribadian; (ii) kompetensi keilmuan; (iii) kompetensi mentransformasikan gagasan ide ke dalam karya kongkrit; (iv) kompetensi mengembangkan kreativitas dan inovasi; dan (v) kompetensi untuk berinteraksi dalam pasar pengguna jasa.

Hasil pembahasan terhadap hasil penelitian dan kajian pustaka, mengindikasikan ada beberapa variabel yang memiliki karakter yang hampir sama dan dimungkinkan dapat mengelompok membentuk kelompok variabel baru, yaitu: (i) variabel kemampuan kompetensi memiliki kemiripan karakter dengan: potensi/bakat untuk berprestasi, pemutakhiran kompetensi dan profesionalisme; (ii) variabel pendidikan meliputi: formal dan non formal maupun formal maupun *training*; (iii) variabel pengalaman kerja sesuai profesi. Variabel-variabel yang dimungkinkan dapat mengelompok arat berdiri sendiri tersebut memiliki indikator dan parameter yang dapat dikuantifikasi, berbeda dengan variabel gender dan kematangan kepribadian sulit diukur kuantifikasinya sehingga bukan variabel yang dipertimbangkan penting oleh responden.

b. Utilisasi alat uji mutu, menurut hasil penelitian Mulyono (2007.a) dipengaruhi variabel-variabel: (i) ketersediaan jumlah alat; (ii) independensi pengujian mutu; (iii) kehandalan alat; (iv) perawatan alat; dan (v) spesifikasi alat. Untuk melengkapi pendapat Mulyono (2007.a), beberapa variabel lain yang mempengaruhinya adalah: (i) kelengkapan manual atau petunjuk teknis; (ii) kemampuan teknisi atau operator dalam mengelola alat uji; dan (iii) jangka waktu

(umur) alat uji (Hartman *et al*., 2001). Namun demikian Aly (2001) menyatakan beberapa kendala utilisasi alat uji mutu di lapangan terfokus pada proses dan biaya pengadan alat uji dirasakan masih terlalu lama dan mahal jika diaplikasikan pada jalan nasional dan propinsi yang berada pada *rural road area*. Hasil persepsi verifikasi variabel menunjukkan bahwa variabel yang mempengaruhi utilisasi alat uji sebagaimana ditunjukkan dalam Gambar 4.44, adalah: (i) ketersediaan alat uji, pemeliharaan alat uji, kalibrasi alat uji, spesifikasi alat uji sesuai RKS, kehandalan alat uji, kelengkapan manual alat uji, dan kemampuan teknisi alat uji masing-masing hampir 99%; (ii) independensi pengujian dan suku cadang alat uji, masing-masing hampir 87% responden yang menyetujui; (iii) proses pengadaan alat uji dan biaya pengadaannya, masing-masing hampir 60% responden yang menyetujui; dan (iv) 52,3% responden menyetujui variabel umur pemakaian alat.

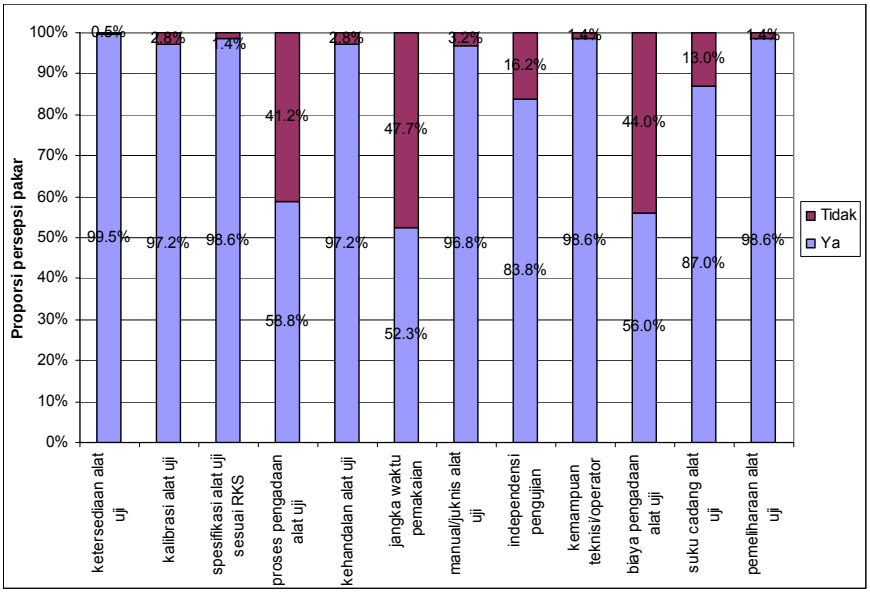
Hasil verifikasi variabel tersebut mendukung penelitian Hartman *et al*. (2001) dan Soenarno (2006) yang menyimpulkan bahwa penggunaan peralatan konstruksi baik untuk peralatan fisik maupun uji mutu harus mempertimbangkan 5 (lima) aspek, yaitu: (i) keberadaan alat harus jelas (tersedia di lapangan); (ii) kelaikan alat (handal untuk digunakan); (iii) pemeliharaan dan spesifikasi alat jelas dan tepat (kesiapan alat untuk digunakan); (iv) tersedianya teknisi alat yang handal dan petunjuk teknis yang mudah dimengerti; (v) proses dan biaya pengadaan alat terjangkau. Indikator ketersediaan alat uji adalah keberadaan alat uji, dengan parameter ukur adalah jumlah alat yang tersedia sesuai persyaratan di lapangan. Ketersediaan alat uji dapat diukur dengan berapa persen jumlah alat uji dapat disediakan oleh lembaga independen agar proses pengujian mutu dapat berlangsung di lapangan. Variabel Ketersediaan Alat Uji dan Independensi Pengujian memiliki kemungkinan untuk mengelompok atau berkorelasi yang kuat karena memiliki karakter yang hampir sama. Demikian pula variabel Kalibrasi Alat Uji dan Kehandalan Alat Uji. Indikator kalibrasi alat uji adalah bukti kalibrasi oleh JKN dengan parameternya jumlah sertifikat kalibrasi dalam rentang waktu tertentu; indikator kehandalan alat uji adalah tingkat ketelitian dengan parameter persentase (%) toleransi terhadap batasan standar mutu. Keluaran pengaruh kedua variabel tersebut memiliki karakter yang sama yaitu akurasi presisi seluruh komponen alat uji sehingga mencapai hasil uji mutu yang valid dan tepat, dengan demikian kedua

variabel tersebut dimungkinkan dapat bergabung dalam satu kelompok (berkorelasi kuat). Hal tersebut diperkuat dengan hasil penelitian verifikasi variabel yang mengindikasikan bahwa variabel Kehandalan Alat Uji dan Kalibrasi Alat Uji masing-masing disetujui hampir 99% responden sebagaimana ditunjukkan dalam Gambar 4.44.

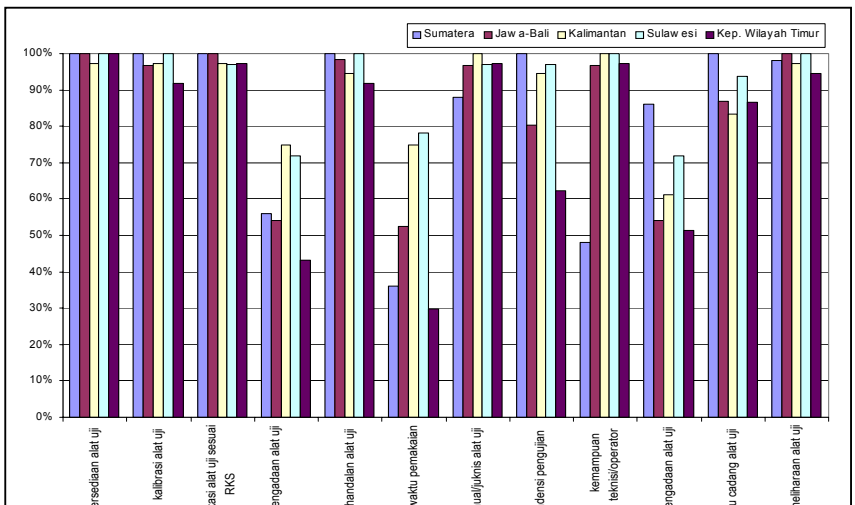
Berkaitan dengan pendapat Hartman *et al*. (2001) dan Soenarno (2006), hasil penelitian ini juga mengindikasikan bahwa kesiapan alat uji dipengaruhi: pemeliharaan alat uji, ketersediaan suku cadang alat di pasaran, dan parameter teknis alat sesuai dengan spesifikasi teknis, ketiga variabel tersebut memiliki karakter hampir sama, yaitu: kapan alat uji mutu siap digunakan. Teknisi alat uji mutu memegang peranan penting dalam mengelola alat uji, yang di dalamnya termasuk mengoperasikan semua parameter teknis alat sehingga didapatkan hasil uji mutu yang tepat. Oleh karenanya perlu disiapkan manual atau petunjuk teknis yang mudah dikenali, dipahami dan diaplikasikan (Soenarno, 2006). Variabel Teknisi Alat Uji dan Manual Alat Uji keduanya memiliki karakter keluaran yang hampir sama yaitu seberapa jauh manual atau petunjuk teknis alat uji dapat diaplikasikan oleh teknisi dengan mudah, sehingga ada kemungkinan kedua variabel tersebut bergabung dalam satu kelompok.

Variabel Jangka Waktu (umur) Pemakaian Alat tidak berbanding langsung dengan variabel Kualitas Utilisasi Alat, artinya alat uji yang berumur muda (baru dibeli) tidak memberikan jaminan siap pakai dan handal, sebaliknya alat uji yang berumur tua belum tentu tingkat ketelitiannya tidak akurat jika dipelihara dengan baik (Soenarno, 2006). Pendapat ini relevan dengan hasil penelitian terhadap 240 responden (pakar) yang menunjukkan sekitar 50% responden yang menyetujui variabel Umur Alat Uji sebagai variabel penting. Demikian juga dengan variabel Biaya Pengadaan Alat Uji, peralatan uji mutu mahal tidak menjamin keluaran utilisasi alat memberikan pencapaian mutu yang handal, masih dipengaruhi bagaimana kemampuan teknisinya dan sejauhmana buku manual dapat diaplikasikan. Hal tersebut analogi dengan variabel Proses Pengadaan Alat Uji. Indikator variabel ini adalah durasi (lama) pengadaan dengan parameter berapa lama waktu yang diperlukan untuk proses pengadaan. Alat uji yang diadakan dalam waktu cepat belum tentu menjamin utilisasi alat uji menghasilkan pencapaian mutu

yang tepat karena masih ada variabel-variabel lain yang harus dipertimbangkan. Hal tersebut diperkuat dengan hasil persepsi pakar yang menyebutkan bahwa variabel biaya dan proses pengadaan alat uji mutu, masing-masing disetujui hampir 60% responden, tidak sebanyak variabel Kehandalan Alat Uji dan Ketersediaan Alat Uji yang masing-masing disetujui hampir 99% responden. Jika dicermati distribusi responden per wilayah, hasil verifikasi variabel menunjukkan bahwa tidak lebih dari 55% responden masing-masing di wilayah Sumatera, Jawa-Bali dan Kepulauan Timur menyetujui variabel Umur Alat Uji Mutu dan Proses Pengadaan Alat Uji Mutu sebagai variabel pengaruh terhadap utilisasi alat uji mutu, sebagaimana ditunjukkan dalam Gambar 4.45.



Gambar 4.44. Hasil verifikasi variabel yang mempengaruhi utilisasi alat uji dalam pemberlakuan standar mutu

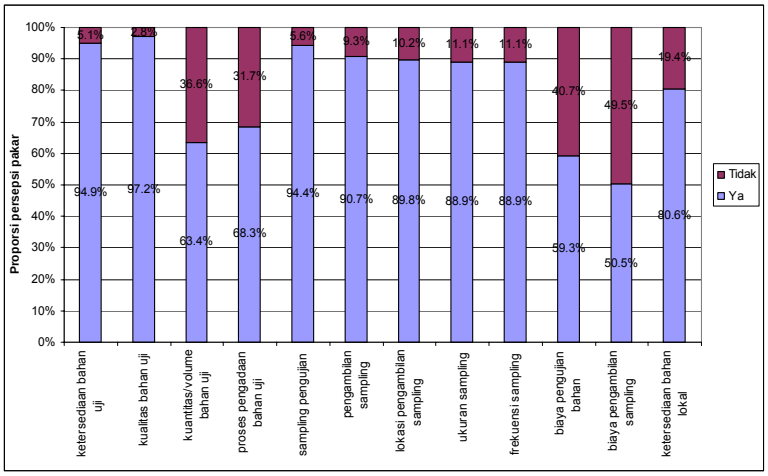


Gambar 4.45. Verifikasi variabel yang mempengaruhi utilisasi alat uji dalam pemberlakuan standar mutu perkerasan jalan ditinjau per wilayah kepulauan

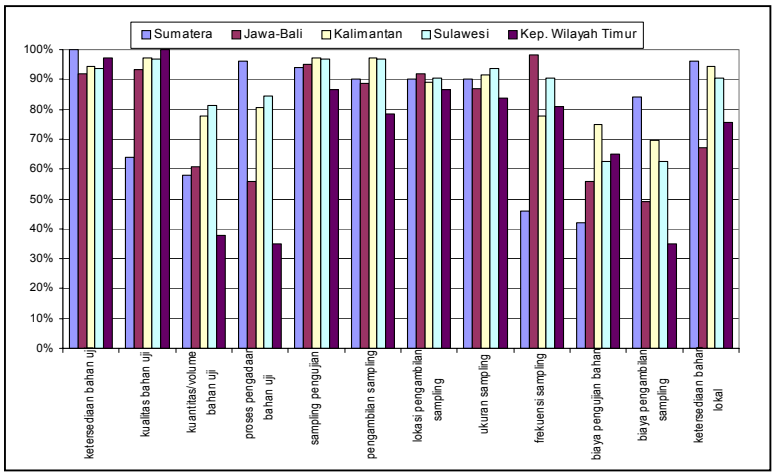
Dari uraian pembahasan dapat disimpulkan bahwa ada beberapa variabel yang memiliki karakter yang hampir sama dan dimungkinkan dapat mengelompok menjadi variabel baru, adalah: (i) variabel Kehandalan Alat Uji dan Kalibrasi Alat Uji; (ii) variabel Manual alat Uji dan Spesifikasi Alat Uji; (iii) variabel Suku Cadang Alat Uji dan Perawatan Alat Uji; dan (iv) variabel Ketersediaan Alat dan Independensi Pengujian.

c. Variabel yang mempengaruhi terhadap utilisasi bahan uji mutu, menurut hasil penelitian Mulyono (2007) dipengaruhi variabel-variabel: (i) ketersediaan bahan uji; (ii) kualitas bahan uji; (iii) ketersediaan bahan lokal; (iv) kuantitas bahan uji; dan (v) proses pengadaan bahan uji. Pendapat Mulyono (2007.a) ini dilengkapi oleh Biatna dkk. (2005) tentang memilih metode *sampling* yang tepat dalam penyiapan bahan uji, meliputi: (i) *sampling* pengujian; (ii) pengambilan *sampling*; (iii) lokasi pengambilan *sampling*; (iv) ukuran *sampling*; dan (v) frekuensi *sampling*. Selain itu. Aly (2001) menyatakan bahwa kendala pengendalian mutu di lapangan selalu dihadapkan pada permasalahan biaya pengujian bahan uji dan biaya pengambilan *sampling* sehingga hal ini yang sering membatasi jumlah *sampling* yang diambil tidak sesuai dengan jumlah desain sampel. Hasil verifikasi variabel yang disetujui lebih 90% responden adalah kualitas bahan uji, ketersediaan bahan uji, pengambilan *sampling*, lokasi sampling, dan ukuran *sampling.* Variabel lain yang disetujui tidak lebih 90% responden adalah ketersediaan bahan lokal, kuantitas dan proses bahan uji, biaya pengujian dan pengambilan *sampling.*

Kesesuaian kualitas bahan uji dengan material perkerasan yang ditentukan dalam spesifikasi teknis mutlak diperlukan untuk mencapai mutu perkerasan yang benar, sehingga parameter ukurnya adalah berapa persentase (%) jumlah bahan uji yang merepresentasikan total kebutuhan material (Mulyono, 2007.a; Sugiri, 2006). Era otonomi daerah menuntut dimungkinkan pemakaian bahan lokal sebagai material perkerasan jalan, parameter ukurnya adalah berapa persentase (%) bahan lokal yang memenuhi syarat terhadap kebutuhan material keseluruhan. Variabel Ketersediaan Bahan Uji memiliki karakter keluaran yang sama dengan variabel Ketersediaan Bahan Uji, sehingga memungkinkan kedua variabel ini berkorelasi dalam satu kelompok menjadi variabel baru, dengan parameter ukurnya adalah jumlah bahan uji yang dapat disediakan yang merepresentasikan kebutuhan material perkerasan. Hasil verifikasi variabel menunjukkan bahwa kedua variabel ini masing-masing disetujui lebih dari 75% responden. Dari Gambar 4.46 dapat dianalisis bahwa metode *sampling* memiliki variabel-variabel pengaruh yang masing-masing disetujui hampir 90% responden, yaitu lokasi, pengambilan, ukuran, frekuensi dan pengujian *sampling*. Kelima variabel ini dimungkinkan memiliki korelasi antar variabel yang kuat sehingga dapat membentuk satu kelompok menjadi variabel baru, karena kelima variabel ini memiliki karakter keluaran yang hampir sama satu sama lain. Indikator proses pengadaan bahan uji adalah durasi pengadaan, dengan parameter ukurnya adalah jumlah hari pengadaan bahan uji. Sugiri (2006) menyebutkan bahwa makin lama pelaksana atau pengawas mengambil (mengadakan) bahan sampel untuk uji mutu dalam pekerjaan perkerasan jalan, maka berdampak memperlambat evaluasi keberlangsungan komponen-komponen proyek jalan. Pendapat ini lebih mudah dipahami pada kasus pengadaan bahan uji aspal dan batuan untuk membuat *mix design* beton aspal, jika terlambat satu hari akan berdampak pada pengunduran waktu dimulainya pekerjaan pengaspalan selama satu minggu (Sugiri, 2006). Variabel Biaya Uji bukan variabel yang dianggap berpengaruh dalam pencapaian mutu uji bahan uji, karena biaya uji dan *sampling* yang mahal tidak menjamin pencapaian mutu yang akurat sebaliknya jika biaya uji dan *sampling* murah. Distribusi Persepsi pakar per wilayah terhadap verifikasi variabel pengaruh terhadap utilisasi bahan uji dalam pemberlakuan standar mutu perkerasan jalan, dapat ditunjukkan dalam Gambar 4.47.



Gambar 4.46. Hasil verifikasi variabel yang mempengaruhi utilisasi bahan uji dalam pemberlakuan standar mutu

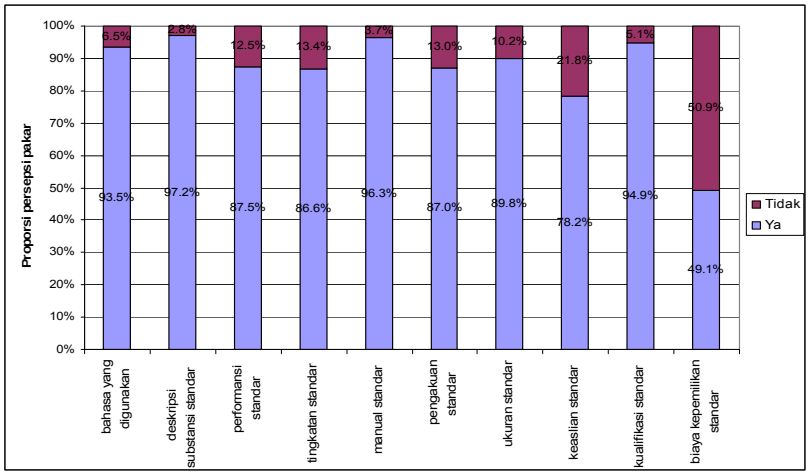


Gambar 4.47. Verifikasi variabel pengaruh terhadap utilisasi bahan uji dalam pemberlakuan standar mutu perkerasan jalan ditinjau per wilayah kepulauan

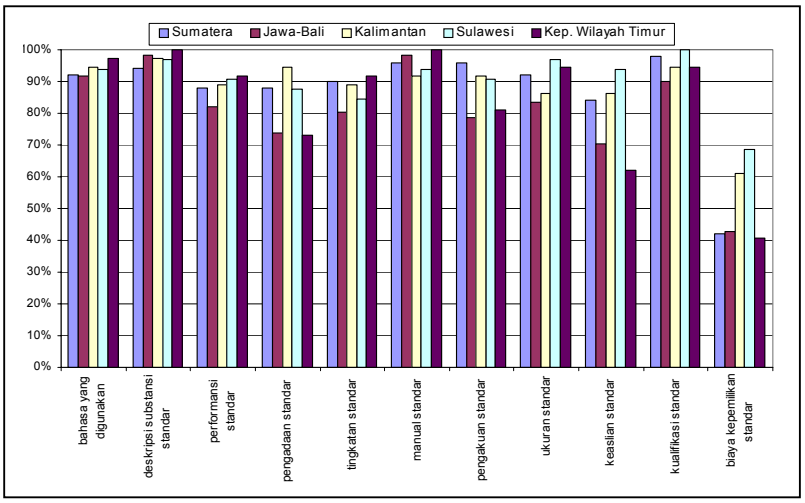
d. Tampilan format standar, menurut hasil penelitian Mulyono (2006.c) dipengaruhi variabel-variabel: (i) Performasi Standar; (ii) Proses Pengadaan Standar; (iii) Tingkatan Standar; (iv) Pengadaan Standar; (v) Ukuran Tampilan Standar; (vi) Keaslian Standar dan (vii) Biaya Kepemilikan Standar. Selain itu Haryono (2005) menyatakan implementasi standar mutu memerlukan deskripsi substansi dalam manual standar yang jelas, singkat dan tepat. Pendapat kedua ahli tersebut, juga dilengkapi oleh Weston & Whiddett (1999) yang menyatakan

implementasi standar mutu lebih dipengaruhi oleh bahasa yang digunakan dan kualifikasi standar. Hasil verifikasi variabel pengaruh terhadap Tampilan Format Standar (lihat Gambar 4.48), yang disetujui lebih dari 90% responden adalah deskripsi substansi dan manual standar, bahasa yang digunakan, kualifikasi standar, performasi standar, tingkatan standar, pengakuan standar dan ukuran standar. Variabel-variabel yang disetujui tidak lebih 90% responden adalah keaslian dan biaya kepemilikan standar. Tingkat kemahalan untuk memiliki buku standar tidak banyak berpengaruh terhadap tampilan standar, misal buku standar yang mahal tidak menjamin tampilan format disukai pengguna sebaliknya biaya kepemilikan yang murah mungkin tampilannya lebih disukai pengguna. Hal ini dipertegas lagi dalam Gambar 4.49 tentang distribusi Persepsi pakar per wilayah yang menunjukkan beberapa variabel pengaruh yang memiliki karakter keluaran yang hampir sama, yaitu: (i) Performasi Standar (tingkat preferensi); (ii) Tingkatan Standar (tingkat pengguna standar); (iii) Pengakuan Standar (sertifikasi standar); dan (iv) Keaslian Standar (tingkat kesesuaian dengan aslinya). Keempat variabel tersebut dimungkinkan dapat membentuk satu kelompok menjadi variabel baru. Variabel Deskripsi Substansi Standar dan variabel Manual Standar merupakan dua variabel yang memiliki karakter keluaran yang sama yaitu tingkat pemahaman standar, dengan parameter ukurnya adalah berapa persentase (%) substansi standar yang dapat dipahami dan diaplikasikan. Agah (2006) dan Aly (2006) menyatakan beberapa kendala yang dihadapi dalam memahami standar mutu produk luar negeri adalah pemahaman bahasa asing yang sering memberikan penafsiran ganda sehingga merugikan *engineer* di lapangan apalagi jika proyek pembangunan jalan dibiayai oleh dana pinjaman luar negeri. Hal tersebut diperkuat dengan hasil penelitian yang menunjukkan hampir 95% responden memilih variabel Bahasa sebagai variabel penting yang mempengaruhi tampilan format standar. Variabel lain yang tidak kalah penting adalah Ukuran Buku Standar karena berkaitan dengan kemudahan dibawa (*portability*) bagi seorang *engineer* di lapangan ketika proses pengendalian mutu berlangsung. Buku standar mutu dalam bentuk buku saku lebih mudah dibawa daripada bentuk buku normal ukuran A-4 atau A-3, apalagi bentuk buku saku yang tidak tebal (Mulyono, 2007.a).

Dari uraian pembahasan tersebut dapat disimpulkan bahwa keberhasilan implementasi standar mutu dipengaruhi oleh mudah tidaknya ukuran buku standar dibawa secara praktis di lapangan serta sejauhmana substansi standar mutu dapat dideskripsikan dalam bahasa komunikasi yang mudah dipahami oleh penggunanya. Selain itu variabel Kualifikasi Standar, Keaslian Standar, Manual Standar dan Tingkatan Standar dimungkinkan berkorelasi untuk membentuk variabel baru karena memiliki karakter yang hampir sama.



Gambar 4.48. Hasil verifikasi variabel yang mempengaruhi tampilan format standar dalam pemberlakuan standar mutu



Gambar 4.49. Verifikasi variabel yang mempengaruhi tampilan format standar dalam pemberlakuan standar mutu perkerasan jalan ditinjau per wilayah kepulauan

3. Verifikasi variabel pengaruh dalam subsistem proses pemberlakuan standar mutu perkerasan jalan

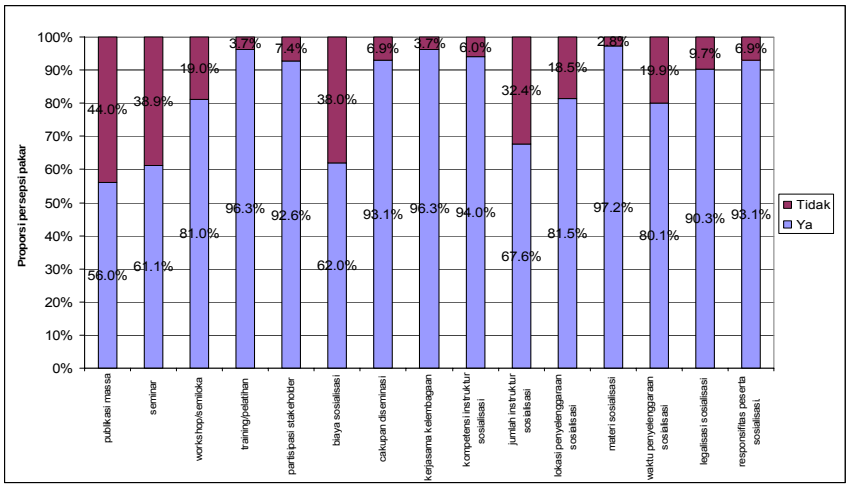
Mulyono & Suraji (2005) dan Mulyono (2006.c) dalam penelitiannya telah menyimpulkan ada 4 (empat) faktor penting yang dipertimbangkan dalam subsistem *process* pemberlakuan standar mutu perkerasan jalan, yaitu: (i) sosialisasi standar mutu; (ii) distribusi standar mutu; (iii) implementasi standar mutu; dan (iv) manajemen data.

a. Sosialisasi standar mutu merupakan faktor yang amat menentukan keberhasilan pemberlakuan standar mutu perkerasan jalan, beberapa variabel yang mempengaruhi, antara lain: (i) kompetensi instruktur sosialisasi (Agah, 2005 & 2006); (ii) partisipasi *stakeholder* (Palgunadi, 2006); (iii) kerjasama kelembagaan (Smith, 1996; Haryono, 2005); (iv) materi sosialisasi (Palgunadi, 2006); (v) *training* atau semiloka (Hidayat, 2004); (vi) cakupan diseminasi (Palgunadi, 2006); (vii) lokasi penyelenggaraan sosialisasi (Hidayat, 2004); (viii) waktu penyelenggaraan sosialisasi; (ix) legalisasi sosialisasi (Palgunadi, 2006); (x) responsifitas peserta sosialisasi (Agah, 2003); (xi) publikasi; (xii) seminar; (xiii) workshop; (xiv) biaya; dan (xv) jumlah instruktur sosialisasi (Sukawan, 2006).

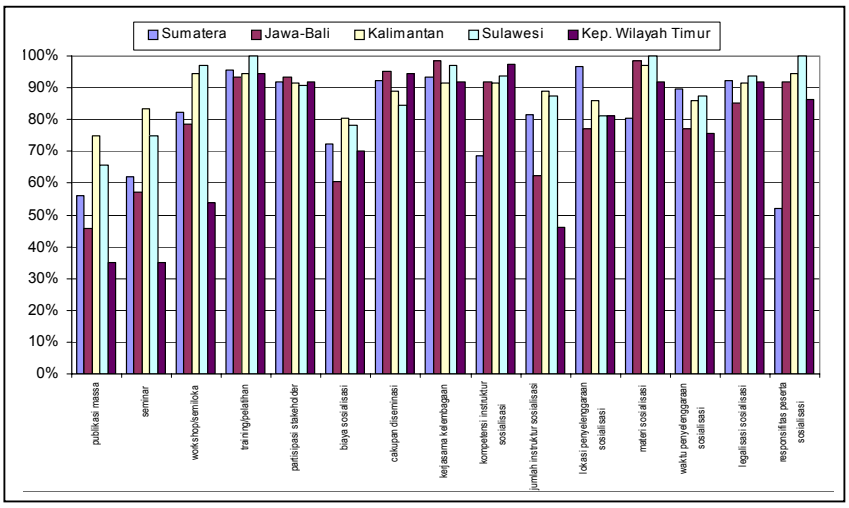
Hasil verifikasi variabel pengaruh terhadap Sosialisasi Standar (lihat Gambar 4.50), yang disetujui lebih dari 90% responden adalah *training* atau pelatihan, partisipasi *stakeholder*, cakupan diseminasi, kerjasama kelembagaan, legalisasi sosialisasi, responsivitas peserta sosialisasi, dan kompetensi instruktur sosialisasi. Variabel-variabel yang disetujui tidak lebih 90% responden adalah publikasi massa, seminar, workshop atau semiloka, biaya sosialisasi, jumlah instruktur sosialisasi, lokasi penyelenggaraan sosialisasi, dan waktu penyelenggaraan sosialisasi.

Dari Gambar 4.50 dapat dicermati variabel Partisipasi *Stakeholder* dan Kerjasama Kelembagaan memiliki karakter yang hampir sama sehingga dimungkinkan adanya korelasi yang kuat untuk membentuk dalam satu kelompok menjadi variabel baru, selain itu kedua variabel ini masing-masing disetujui hampir 96% responden. Keragaman cara sosialisasi dimungkinkan menjadi variabel baru yang merupakan hasil korelasi 6 (enam) variabel yang masing-masing disetujui lebih dari 80% responden, yaitu: semiloka, cakupan, lokasi, waktu legalisasi,

responsivitas peserta sosialisasi dan legalisasi sosialisasi. Dua variabel penting yang masing-masing independen tidak ada kemungkinan berkorelasi dengan variabel lain adalah variabel Kemampuan Kompetensi Instruktur Sosialisasi dan variabel Kedalaman Materi Sosialisasi Standar Mutu. Distribusi Persepsi pakar per wilayah terhadap verifikasi variabel pengaruh terhadap sosialisasi standar dalam pemberlakuan standar mutu perkerasan jalan, dapat ditunjukkan dalam Gambar 4.51.



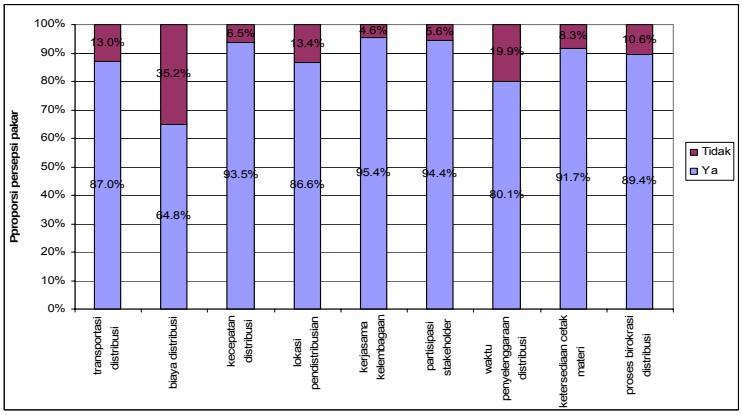
Gambar 4.50. Hasil verifikasi variabel yang mempengaruhi sosialisasi standar dalam pemberlakuan standar mutu



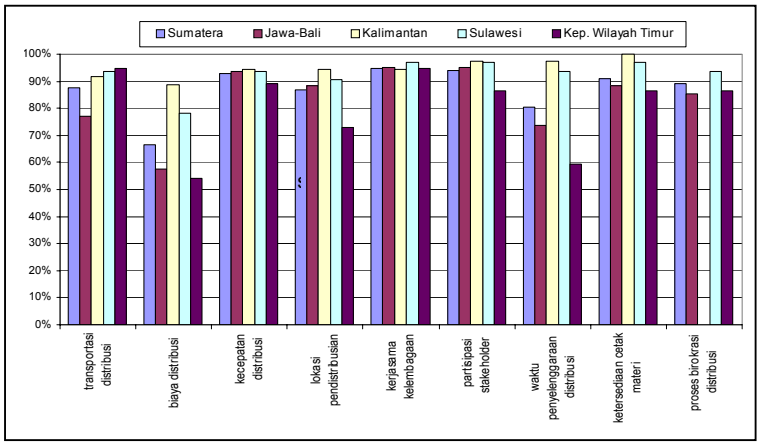
Gambar 4.51. Verifikasi variabel yang mempengaruhi sosialisasi standar dalam pemberlakuan standar mutu perkerasan jalan ditinjau per wilayah kepulauan

b. Distribusi standar mutu merupakan faktor penting dalam mendukung keberhasilan pemberlakuan standar mutu untuk menyampaikan informasi cara-cara pencapaian mutu pembangunan jalan di daerah-daerah yang sulit dijangkau aksesibilitasnya. Hasil penelitian verifikasi variabel terhadap 240 responden tersebar di 28 propinsi (lihat Gambar 4.52), menunjukkan 4 (empat) variabel pengaruh yang masing-masing dipilih dan disetujui lebih dari 90% responden, yaitu: Kecepatan Distribusi, Kerjasama Kelembagaan, Partisipasi *Stakeholder*, Ketersediaan dan Cetak Materi. Variabel-variabel yang lain adalah Proses Birokrasi Distribusi, Transportasi Distribusi, Waktu Penyelenggaraan, Lokasi Pendistribusian, dan Biaya Distribusi. Hasil penelitian tersebut memperkuat pendapat Bapekin (2003.b) yang menyatakan bahwa keberhasilan distribusi buku standar sangat tergantung ketepatan waktu, kecepatan penyampaian, ketersediaan cetak buku dan partisipasi *stakeholder* terkait.

Dari Gambar 4.52 dapat dicermati beberapa variabel yang memiliki karakter yang hampir sama, yaitu: Kecepatan Distribusi, Transportasi Distribusi, dan Lokasi Pendistribusian, dimungkinkan ketiga variabel ini memiliki korelasi yang kuat satu sama lain, selanjutnya membentuk variabel baru. Demikian juga variabel Kerjasama Kelembagaan, Proses Birokrasi dan Partisipasi *Stakeholder* dimungkinkan dapat berkorelasi dalam satu kelompok menjadi variabel baru karena parameter ukurnya hampir sama yaitu jumlah lembaga yang mendukung dan memperlancar distribusi buku standar mutu. Distribusi Persepsi pakar per wilayah terhadap verifikasi variabel pengaruh terhadap distribusi standar mutu dalam pemberlakuan standar mutu perkerasan jalan dapat ditunjukkan dalam Gambar 4.53.



Gambar 4.52. Hasil verifikasi variabel yang mempengaruhi distribusi standar dalam pemberlakuan standar mutu



Gambar 4.53. Verifikasi variabel yang mempengaruhi distribusi standar mutu dalam pemberlakuan standar mutu perkerasan jalan ditinjau per wilayah kepulauan

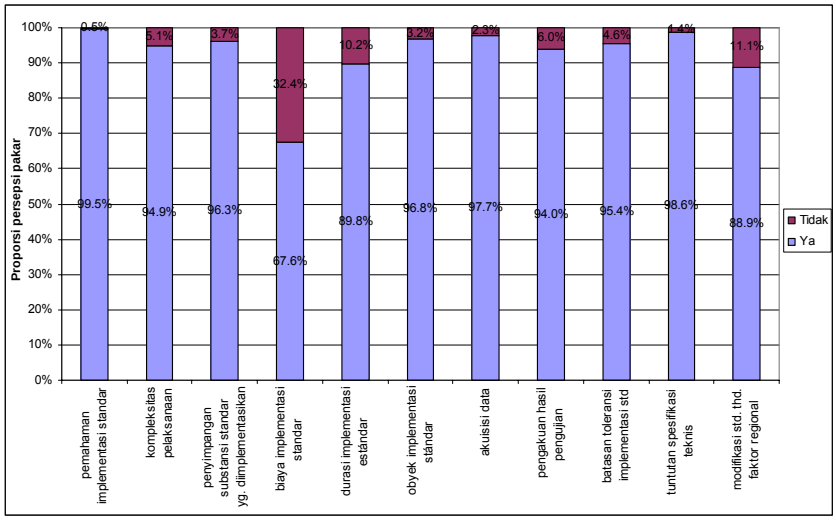
c. Implementasi standar mutu merupakan salah satu kegiatan proses pemberlakuan standar mutu yang sangat dipengaruhi oleh variabel-variabel: Kompleksitas Pelaksanaan, Tingkat Pemahaman, Tingkat Penyimpangan, Batasan Toleransi dan Durasi Implementasi (Aly, 2006; Soehartono, 2006.b). Selain itu, Weston & Whiddet (1999) juga menyimpulkan bahwa implementasi standar mutu harus mempertimbangkan tuntutan spesifikasi teknis dan modifikasi standar terhadap aspek lingkungan. Hidayat (2003) menyatakan bahwa implementasi standar pada suatu pekerjaan tidak terlepas dari obyek yang dituju, pengakuan hasil pengujian mutu, akuisisi data dan biaya implementasi. Berkaitan dengan pendapat pakar tersebut, penelitian verifikasi variabel terhadap 240 responden (pakar perkerasan jalan) yang tersebar di 28 propinsi, menunjukkan 10 (sepuluh) variabel pengaruh yang masing-masing dipilih dan disetujui hampir lebih 90% responden, yaitu: (i) Pemahaman Implementasi Sandar; (ii) Kompleksitas Pelaksanaan; (iii) Penyimpangan Substansi Standar yang Diimplementasikan; (iv) Durasi Implementasi Standar; (v) Obyek Implementasi Standar; (vi) Akuisisi Data; (vii) Pengakuan Hasil Pengujian; (viii) Batasan Toleransi Implementasi Standar; (ix) Tuntutan Spesifikasi Teknis; dan (x) Modifikasi Standar terhadap Faktor Regional. Sebaliknya, hanya ada satu variabel yang disetujui 67,6% responden, yaitu variabel

Biaya Impelementasi Standar. Hasil verifikasi variabel-variabel tersebut dapat ditunjukkan dalam Gambar 4.54.

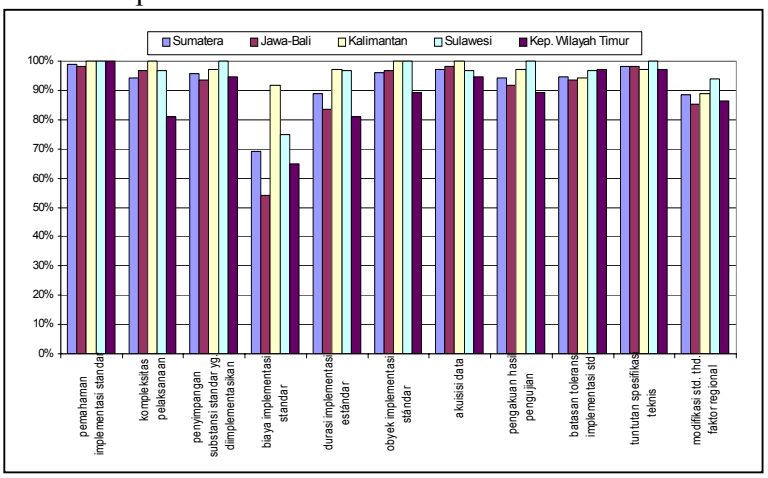
Berkaitan dengan tuntutan impelementasi standar mutu harus tepat, Andriyanto (2005) menyatakan bahwa konstruksi jalan merupakan konstruksi yang lebih bersifat horisontal daripada vertikal, dalam arti memanjang bukannya menjulang ke atas. Konstruksi yang bersifat horisontal mempunyai ciri-ciri yang berdampak terhadap: (i) masalah sosial; (ii) masalah *engineering*; (iii) masalah cuaca selama kegiatan konstruksi; dan (iv) masalah pengawasan mutu. Pengawasan mutu disini bersifat lebih luas dan heterogen, sehingga diperlukan kecermatan dalam mengaplikasikan standar mutu, dimulai dari metode *sampling* yang tepat juga manajemen data yang sistematis dan akurat. Sugiri (2006) menyatakan pembangunan jalan sudah waktunya berbasis kinerja mutu, yang ditandai dengan ketepatan uji mutu, yang meliputi: (i) ketepatan menerapkan standar (spesifikasi teknik); (ii) memahami substansi standar rujukan terhadap tuntutan spesifikasi teknis; (iii) durasi aplikasi standar; dan (iv) dukungan prasarana laboratorium independen di suatu wilayah.

Pendapat Sugiri (2006) dan Andriyanto (2005) sangat mendukung hasil penelitian verifikasi variabel pengaruh terhadap implementasi suatu standar, yang menunjukkan bahwa variabel Durasi Implementasi dan variabel Akuisisi Data memiliki karakter keluaran yang hampir sama dengan parameter ukur yaitu jumlah jam atau hari untuk mendapatkan data analisis hasil uji mutu berdasarkan implementasi suatu standar mutu. Kedua variabel memiliki peluang berkorelasi kuat dalam satu kelompok menjadi variabel baru. Demikian juga antara variabel Tuntutan Spesifikasi Teknis dengan variabel Batasan Toleransi Implementasi Standar, keduanya memiliki parameter ukur yang hampir sama yaitu seberapa besar persentase (%) perubahan kesesuaian standar terhadap spesifikasi teknis di lapangan, sehingga kedua variabel memiliki peluang berkorelasi dalam satu kelompok menjadi variabel baru. Dari Gambar 4.54 juga dapat dicermati bahwa variabel Pemahaman Implementasi Standar, variabel Kompleksitas Pelaksanaan dan variabel Penyimpangan Substansi Standar yang Diimplementasikan, masing-masing disetujui hampir 100% responden. Ketiga variabel ini memiliki parameter ukur yang hampir sama, yaitu seberapa besar persentase (%) prosedur implementasi

standar mutu yang dapat dipahami dan dilaksanakan, sehingga memiliki peluang untuk berkorelasi kuat membentuk satu variabel baru. Distribusi Persepsi pakar per wilayah terhadap verifikasi variabel pengaruh terhadap implementasi standar mutu dalam pemberlakuan standar mutu perkerasan jalan, dapat ditunjukkan dalam Gambar 4.55.



Gambar 4.54. Hasil verifikasi variabel yang mempengaruhi implementasi standar dalam pemberlakuan standar mutu

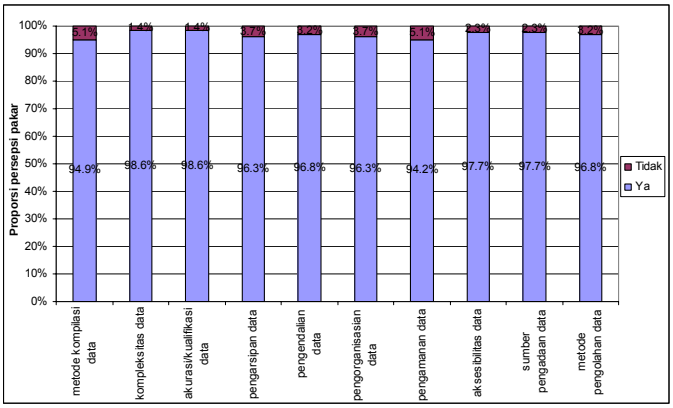


Gambar 4.55. Verifikasi variabel yang mempengaruhi implementasi standar dalam pemberlakuan standar mutu perkerasan jalan ditinjau per wilayah kepulauan

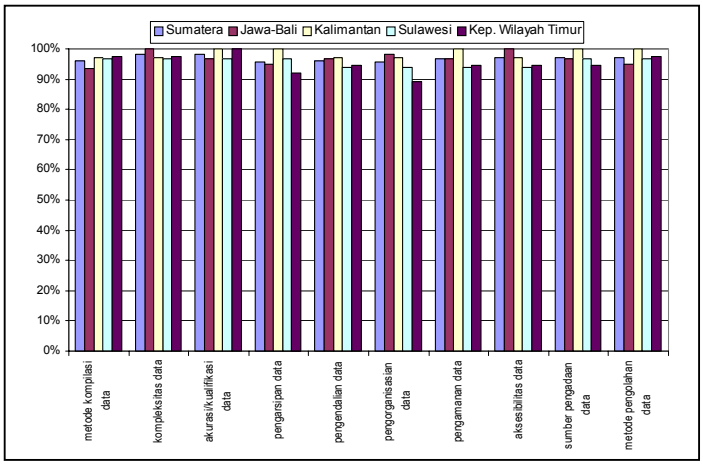
d. Manajemen data. Bapekin (2004) menyatakan tidak semua spesifikasi teknis bidang jalan mudah dipahami dalam implementasinya karena adanya kesulitan mengorganisir dan menganalisis data yang dihasilkan dari pengujian mutu. Beberapa standar mutu tertentu memerlukan informasi data yang sulit diakses dari sumbernya, sehingga manajemen data merupakan salah satu faktor penting yang harus dipertimbangkan secara cermat dalam pemberlakuan standar mutu. Biatna dkk. (2005) menyatakan bahwa data adalah sumber informasi yang sangat penting. Karakteristik data yang dipentingkan dalam penelitian (*research*), adalah: kompleksitas, akurasi, aksesibilitas, validasi, kualifikasi, kuantifikasi dan keaslian. Ditinjau dari aspek manajemen, seorang perencana, pelaksana maupun pengendali mutu (Mindell, 2002) dari suatu produk kerja harus mampu mengelola data dalam bentuk: pengolahan, pengorganisasian, pengamanan, pengendalian dan pengarsipan data. Untuk dapat mengelola data dengan baik sebagaimana dikemukakan oleh Mindell (2002), maka seorang *engineer* di lapangan harus cermat terhadap metode kompilasi data, metode pengolahan atau analisis data, sumber data dan karakteristik data (Palgunadi, 2006).

Berkaitan dengan kajian para ahli tersebut, penelitian verifikasi variabel pengaruh terhadap manajemen data yang dilakukan terhadap 240 responden (pakar) yang tersebar di 28 propinsi, menunjukkan 10 (sepuluh) variabel yang ada dipilih dan disetujui hampir 99% responden, sebagaimana ditunjukkan Gambar 4.56. Dari Gambar 4.56 dapat dicermati beberapa variabel memiliki karakteristik yang hampir sama sehingga ada peluang berkorelasi satu sama lain membentuk satu kelompok menjadi variabel baru. Kelompok sistem basis data dapat dibentuk dari korelasi antara variabel Pengarsipan Data, Pengendalian Data dan Pengorganisasian Data karena ketiga variabel tersebut memiliki parameter ukur yang hampir sama, yaitu berapa persentase (%) data yang masih tercampur dan berapa waktu yang diperlukan untuk mendapatkan kembali data lama. Demikian juga variabel aksesibilitas data dan sumber pengadaan data, dimungkinkan akan berkorelasi membentuk variabel baru, kedua variabel memiliki parameter ukur yang hampir sama yaitu berapa persentase (%) data dan jumlah waktu mendapatkan data dari sumber yang terpercaya. Kecanggihan pengolahan data memungkinkan gabungan dari variabel akurasi atau kualifikasi data dan metode pengolah data. Distribusi

Persepsi pakar per wilayah terhadap verifikasi variabel pengaruh terhadap manajemen data dalam pemberlakuan standar mutu perkerasan jalan, dapat ditunjukkan dalam Gambar 4.57.



Gambar 4.56. Hasil verifikasi variabel yang mempengaruhi manajemen data dalam pemberlakuan standar mutu



Gambar 4.57. Verifikasi variabel yang mempengaruhi manajemen data dalam pemberlakuan standar mutu perkerasan jalan ditinjau per wilayah kepulauan

Dari uraian pembahasan tersebut dapat disimpulkan bahwa ada 3 (tiga) variabel baru yang dimungkinkan merupakan hasil korelasi beberapa variabel yang memiliki karakter hampir sama, yaitu: (i) variabel Sistem Basis Data; (ii) variabel Kompilasi Data; dan (iii) variabel Akses Data.

4. Verifikasi variabel pengaruh dalam subsistem keluaran *(output)* pemberlakuan standar mutu perkerasan jalan

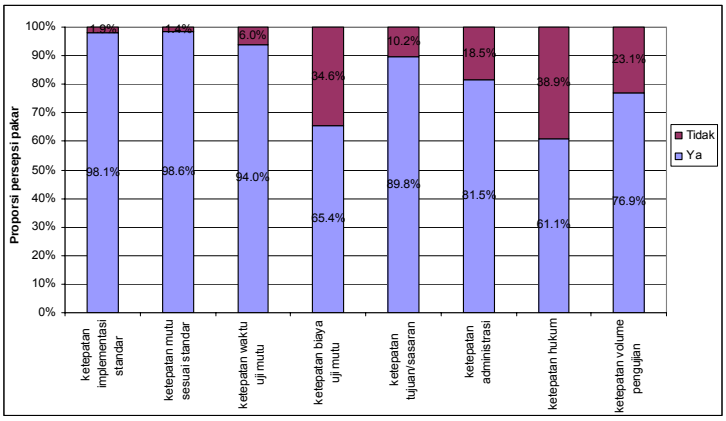
a. Tingkat pencapaian mutu merupakan faktor penting yang dipertimbangkan dalam menilai keluaran atau hasil pemberlakuan standar mutu perkerasan jalan sebagai bagian dari suatu lingkaran manajemen mutu yang sistemik. Tingkat pencapaian mutu tidak dilihat sebagai dampak dari pemberlakuan standar mutu, tetapi dilihat sebagai bagian elemen hierarki pemberlakuan standar mutu yang sistemik dari suatu lingkaran manajemen yang tidak terputus, sebagaimana ditunjukkan dalam Gambar 2.29.

Beberapa variabel yang dipertimbangkan untuk menilai pencapaian mutu suatu produk lapangan (dapat berupa industri) adalah tepat mutu, tepat waktu, tepat biaya dan tepat volume (Smith, 1996; Aly, 2006). Selain itu, Widjajanto & Maulana (2006) menyatakan bahwa keberhasilan pencapaian mutu tidak hanya diukur dari aspek teknis, tetapi dapat juga diukur dari aspek administrasi, hukum dan tujuan yang ingin dicapai karena pencapaian mutu perkerasan jalan selalu menghadapi masalah sosial, *engineering*, cuaca dan pengawasan.

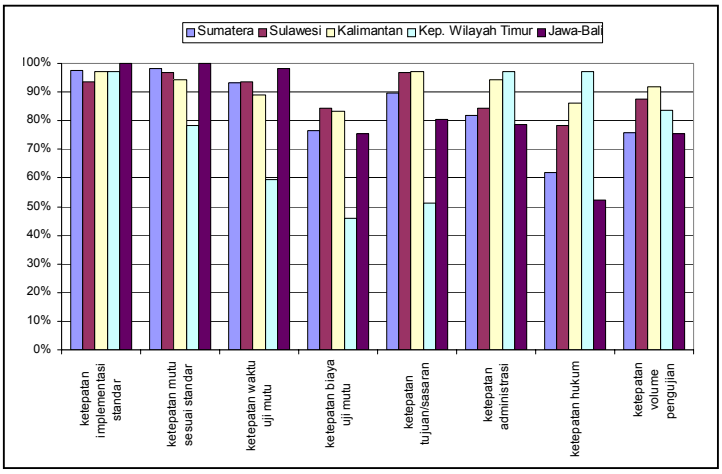
Berkaitan dengan pendapat pakar tersebut, hasil penelitian verifikasi variabel terhadap 240 responden (pakar) yang tersebar di 28 propinsi menunjukkan bahwa: (i) variabel Ketepatan Implementasi, Ketepatan Mutu, dan Ketepatan Waktu, masing-masing dipilih dan disetujui hampir 99% rersponden; (ii) variabel Ketepatan Tujuan dan Ketepatan Administrasi dipilih dan disetujui hampir 90% responden; (iii) variabel Ketepatan Volume disetujui hampir 77% responden; dan (iv) variabel Ketepatan Biaya Uji Mutu dan Ketepatan Hukum, masing-masing dipilih dan disetujui hampir 65% responden. Hasil penelitian ini mengidentifikasi 6 (enam) variabel pengaruh yang dipilih dan disetujui lebih dari 75% responden yang ada, yaitu: (i) variabel Ketepatan Implementasi Standar; (ii) variabel Ketepatan Mutu sesuai Standar; (iii) variabel Ketepatan Waktu Uji Mutu; (iv) variabel Ketepatan Tujuan/Sasaran; (v) variabel Ketepatan Administrasi; dan (vi) variabel Ketepatan Volume Pengujian, sebagaimana ditunjukkan dalam Gambar 4.58.

Dari Gambar 4.58 dapat dicermati bahwa variabel Ketepatan Implementasi Standar dan variabel Ketepatan Mutu memiliki indikator yang hampir sama yaitu seberapa besar tingkat kesalahan hasil implementasi, sehingga kedua variabel ini dimungkinkan berkorelasi dalam satu kelompok. Selain itu, variabel Ketepatan Volume Pengujian dan Ketepatan Administrasi, keduanya memiliki parameter ukur

yang hampir sama yaitu berapa persentase (%) volume *sampling* atau jumlah data yang memenuhi prosedur standar pengujian, sehingga memungkinkan kedua variabel ini berkorelasi kuat membentuk satu kelompok. Distribusi Persepsi pakar per wilayah terhadap verifikasi variabel pengaruh terhadap tingkat pencapaian mutu dalam pemberlakuan standar mutu perkerasan jalan, dapat ditunjukkan dalam Gambar 4.59.



Gambar 4.58. Hasil verifikasi variabel yang mempengaruhi tingkat pencapaian mutu dalam pemberlakuan standar mutu



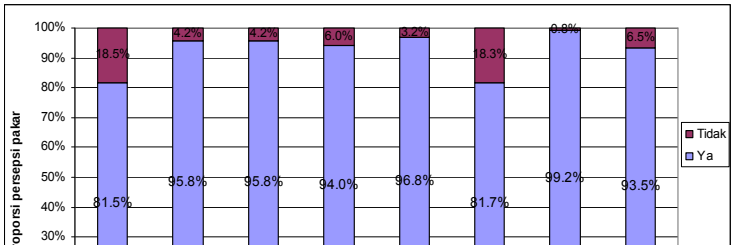
Gambar 4.59. Verifikasi variabel yang mempengaruhi tingkat pencapaian mutu dalam pemberlakuan standar mutu perkerasan jalan ditinjau per wilayah kepulauan

<u>b. Tingkat pencapaian sosialisasi</u> standar mutu merupakan faktor yang amat menentukan keberhasilan implementasi standar mutu perkerasan jalan untuk

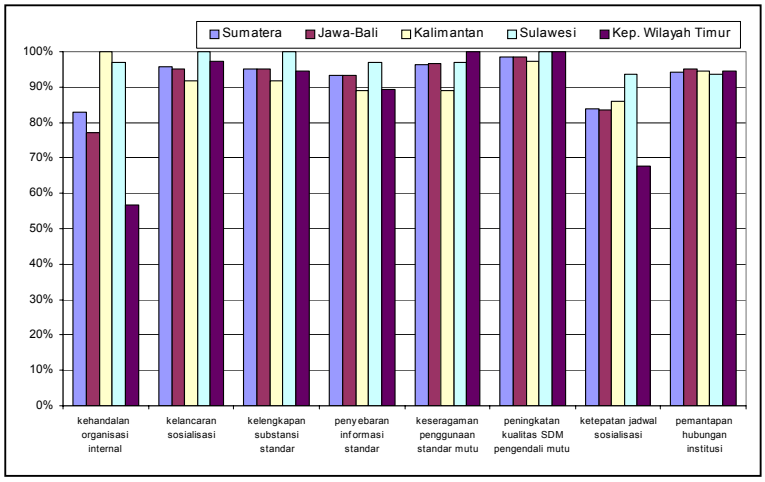
mendapatkan keseragaman mutu di lapangan sehingga pada akhirnya dapat dicapai efisiensi dan efektivitas penggunaan anggaran pembangunan jalan (Aly, 2001). Beberapa indikator untuk menilai keberhasilan sosialisasi standar mutu menurut Palgunadi (2006) dan Smith (1996), adalah: (i) sejauhmana tingkat keseragaman penggunaan standar mutu di semua wilayah terkait; (ii) sejauhmana peningkatan kualitas SDM pengendali mutu; (iii) sejauhmana tingkat pemerataan informasi standar; dan (iv) sejauhmana pemantapan hubungan antar dan inter instansi terkait dalam mendukung kegiatan sosialisasi standar.

Berkaitan dengan pendapat Palgunadi (2006); Smith (1996) dan Aly (2001), hasil penelitian verifikasi variabel terhadap 240 responden yang tersebar di 28 propinsi menunjukkan 8 (delapan) variabel pengaruh masing-masing dipilih dan disetujui lebih 80% responden yang ada, yaitu: kehandalan organisasi internal, kelancaran sosialisasi, kelengkapan substansi sosialisasi, penyebaran informasi standar, keseragaman penggunaan standar mutu, peningkatan kualitas SDM pengendali mutu, ketepatan jadwal sosialisasi dan pemantapan lembaga institusi, sebagaimana ditunjukkan dalam Gambar 4.60.

Dari Gambar 4.60 dapat diamati beberapa variabel pengaruh yang memiliki karakter yang hampir sama, antara lain: (i) kelancaran sosialisasi dan pemantapan lembaga institusi; (ii) kelengkapan substansi standar, penyebaran informasi standar dan keseragaman penggunaan standar mutu. Dari uraian pembahasan ini dapat disimpulkan ada 3 (tiga) variabel baru yang dimungkinkan dapat terbentuk dari beberapa variabel yang memiliki karakter yang hampir sama, yaitu: (i) kemantapan dukungan antar kelembagaan; (ii) ketepatan jadwal sosialisasi yang sinkron dengan rencana realisasi pembangunan jalan; dan (iii) keseragaman penggunaan standar mutu. Distribusi Persepsi pakar per wilayah terhadap verifikasi variabel pengaruh terhadap tingkat pencapaian sosialisasi dalam pemberlakuan standar mutu perkerasan jalan, dapat ditunjukkan dalam Gambar 4.61.



Gambar 4.60. Hasil verifikasi variabel yang mempengaruhi tingkat pencapaian sosialisasi dalam pemberlakuan standar mutu



Gambar 4.61. Verifikasi variabel yang mempengaruhi tingkat pencapaian sosialisasi dalam pemberlakuan standar mutu perkerasan jalan ditinjau per wilayah kepulauan

5. Verifikasi variabel pengaruh dalam subsistem manfaat *(outcome)* pemberlakuan standar mutu perkerasan jalan

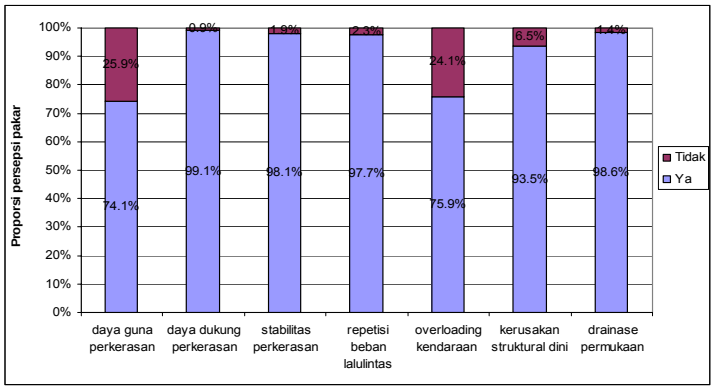
Faktor-faktor yang dipertimbangkan dalam menilai manfaat pemberlakuan standar mutu perkerasan jalan, adalah: (i) tingkat kekuatan struktural perkerasan; dan (ii) tingkat kekuatan fungsional perkerasan. Tingkat kekuatan struktural dan fungsional perkerasan jalan dalam hal ini tidak dilihat sebagai dampak dari pemberlakuan standar mutu perkerasan tetapi lebih dianalisis sebagai bagian dari elemen-elemen hierarki pemberlakuan standar mutu yang sistemik dari suatu

lingkaran manajemen yang tidak terputus, sebagaimana dapat ditunjukkan dalam Gambar 2.29.

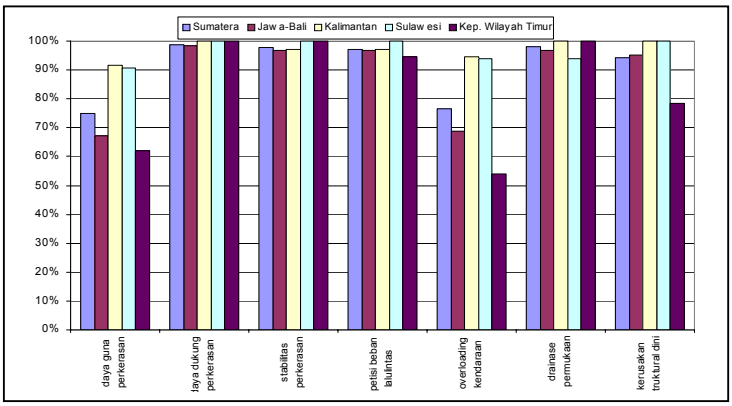
a. Tingkat kekuatan struktural perkerasan jalan menurut Aly (2003.a & 2003.b), dipengaruhi oleh beberapa variabel, antara lain: (i) utilisasi drainase permukaan jalan; (ii) daya dukung perkerasan; (iii) stabilitas perkerasan; dan (iv) repetisi beban lalulintas. Kerusakan struktural juga disebabkan beban kendaraan yang berlebih (o*verloading*) sehingga menyebabkan terjadinya kerusakan dini di awal umur pelayanan (Mustazir, 1999). Untuk melengkapi Aly (2003.a & 2003.b) dan Mustazir (1999), Andriyanto (2005) juga menyimpulkan bahwa perkerasan jalan merupakan konstruksi yang bersifat meluas dan horisontal sehingga tingkat kekuatan strukturalnya dipengaruhi oleh daya dukung dan daya guna perkerasannya.

Berkaitan dengan pendapat para ahli tersebut, hasil penelitian verifikasi variabel pengaruh yang dilakukan terhadap 240 responden tersebar di 28 propinsi, menunjukkan 5 (lima) variabel penting yang dipilih dan disetujui hampir 99% responden, yaitu: daya dukung perkerasan, stabilitas perkerasan, repetisi beban lalulintas, kerusakan struktural dini dan drainase permukaan sebagaimana dapat ditunjukkan dalam Gambar 4.62. Sedangkan variabel daya guna perkerasan dan *overloading*, masing-masing dipilih dan disetujui hampir 75% responden. Distribusi persepsi pakar per wilayah terhadap verifikasi variabel pengaruh terhadap tingkat kekuatan struktural dalam pemberlakuan standar mutu untuk perkerasan jalan, dapat ditunjukkan dalam Gambar 4.63. Hasil penelitian ini sangat mendukung pendapat Sjahdanulirwan (2006.a) dan Ma'soem (2006) bahwa kendaraan berat berlebih (o*verloading*) bukan penyebab utama kerusakan struktural melainkan penyebab ikutan setelah daya dukung perkerasan mengalami penurunan pada awal umur pelayanan, dengan kata lain pelaksanaan pembangunan perkerasan jalan kurang memenuhi standar mutu. Daya guna perkerasan mengindikasikan variasi pengguna jalan, sedangkan daya dukung perkerasan mengindikasikan umur pelayanan perkerasan. Responden (pakar) lebih banyak memilih dan menyetujui daya dukung perkerasan daripada daya guna perkerasan karena daya dukung perkerasan berkaitan dengan laju kerusakan dan kinerja mutu pelaksanaan pembangunan.

Dari Gambar 4.62 dapat dicermati bahwa beberapa variabel yang memiliki karakteristik hampir sama adalah daya dukung perkerasan, stabilitas perkerasan dan kerusakan struktural dini karena keluarannya bermuara pada kerusakan dan penurunan umur pelayanan, sehingga ketiga variabel tersebut dimungkinkan dapat berkorelasi kuat membentuk variabel baru. Drainase permukaan merupakan variabel yang amat penting dipertimbangkan terhadap laju kerusakan struktural perkerasan. Serangan air terhadap konstruksi jalan sering terjadi dan berakibat kerusakan secara cepat adalah masuknya air ke dalam lapisan konstruksi perkerasan dari permukaan jalan melalui lubang atau retak yang terjadi. Rembesan air ke lapisan bawah berakibat kondisi konstruksi perkerasan jalan yang semula kering (*unsoaked*) berubah menjadi jenuh air (*soaked*) dan hal ini menyebabkan terjadinya penurunan kekuatan atau kestabilan konstruksi jalan (Aly, 2001).



Gambar 4.62. Hasil verifikasi variabel yang mempengaruhi tingkat kekuatan struktural perkerasan dalam pemberlakuan standar mutu

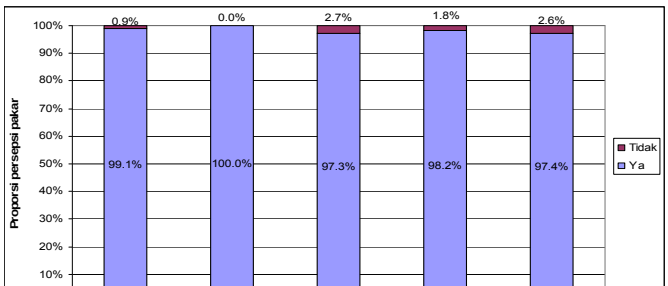


Gambar 4.63. Verifikasi variabel yang mempengaruhi tingkat kekuatan struktural dalam pemberlakuan standar mutu perkerasan jalan ditinjau per wilayah kepulauan

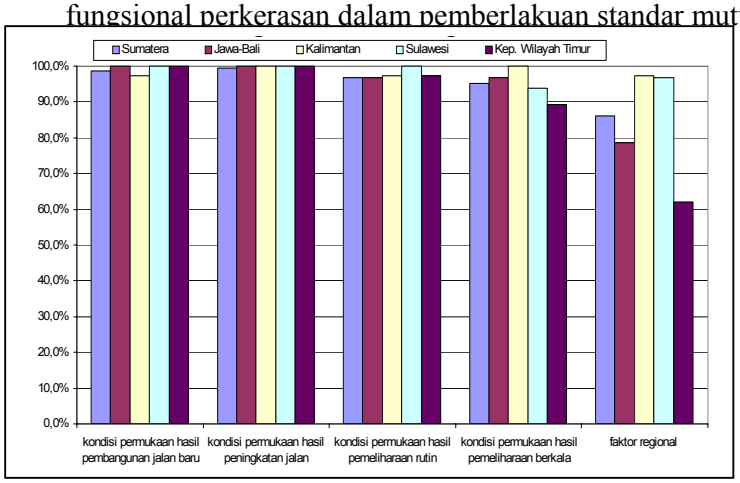
b. Tingkat kekuatan fungsional perkerasan jalan menurut Aly (2001) dan Sugiri (2006), dipengaruhi oleh beberapa variabel, antara lain: (i) kondisi permukan hasil pemeliharaan jalan; (ii) kondisi permukaan hasil peningkatan jalan; (iii) kondisi permukaan hasil pembangunan jalan baru; dan (iv) faktor regional. Indikator kondisi permukaan adalah indeks performasi, dengan parameter ukur adalah nilai *rating* RCI (*Road Comfort Index*) dan IRI (m/km). Indikator faktor regional adalah curah hujan yang terjadi dengan parameter ukur intensitas hujan (mm/tahun).

Hasil penelitian verifikasi variabel terhadap 240 responden yang tersebar di 28 propinsi, menunjukkan ada 5 (lima) variabel yang masing-masing dipilih dan disetujui hampir 100% responden yang ada, yaitu: (i) variabel Kondisi Permukaan Hasil Pembangunan Jalan Baru; (ii) variabel Kondisi Permukaan Hasil Peningkatan Jalan; (iii) variabel Kondisi Permukaan Hasil Pemeliharaan Rutin; (iv) variabel Kondisi Permukaan Hasil Berkala; dan (v) variabel Faktor Regional (lihat Tabel 4.64). Distribusi Persepsi pakar per wilayah terhadap verifikasi variabel pengaruh terhadap tingkat kekuatan fungsional dan pemberlakuan standar mutu perkerasan jalan, dapat dilihat dalam Gambar 4.65.

Dari Gambar 4.64 dapat dicermati bahwa kondisi permukaan hasil pemeliharaan rutin dan pemeliharaan berkala memiliki karakter keluaran yang hampir sama, sehingga dimungkinkan dapat berkorelasi dalam satu kelompok. Demikian juga kondisi permukaan hasil pembangunan jalan baru dan kondisi permukaan hasil peningkatan jalan dapat berkorelasi dalam satu kelompok. Pemeliharaan perkerasan jalan yang berbasis kinerja mutu selalu menekankan pada ketepatan mutu tatacara pelaksanaan terhadap standar mutu yang disepakati dan ketepatan waktu pelaksanaannya terhadap jadwal perbaikan kerusakan permukaan perkerasan (Ditjen Bina Marga, 2006.a). Ketepatan waktu pemeliharaan berpengaruh terhadap performasi permukaan perkerasan jalan agar tidak mengalami kerusakan struktural. Faktor regional menggambarkan kondisi cuaca atau curah hujan tahunan, yang berpengaruh terhadap performasi material konstruksi karena beberapa material konstruksi yang mengandung kapur atau pasir putih akan mengalami perubahan kinerja seiring dengan perubahan cuaca (Nono, 2006).



Gambar 4.64. Hasil verifikasi variabel yang mempengaruhi tingkat kekuatan fungsional perkerasan dalam pemberlakuan standar mutu



Gambar 4.65. Verifikasi variabel yang mempengaruhi tingkat kekuatan fungsional dalam pemberlakuan standar mutu perkerasan jalan ditinjau per wilayah kepulauan

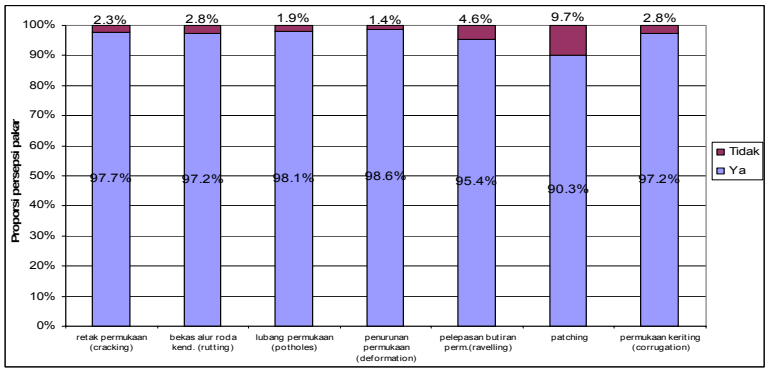
6. Verifikasi variabel pengaruh dalam subsistem dampak *(impact)* pemberlakuan standar mutu perkerasan jalan

Faktor-faktor yang dipertimbangkan dalam menilai *impact* (dampak) pemberlakuan standar mutu perkerasan jalan, adalah: (i) tingkat kemantapan jalan; dan (ii) tingkat kenyamanan jalan. Tingkat kemantapan dan kenyamanan jalan, dalam hal ini tidak ditinjau sebagai dampak dari proses pemberlakuan standar mutu perkerasan tetapi lebih ditinjau sebagai bagian dari elemen-elemen hierarki pemberlakuan standar mutu yang sistemik dari suatu lingkaran manajemen yang tidak terputus, sebagaimana ditunjukkan dalam Gambar 2.29.

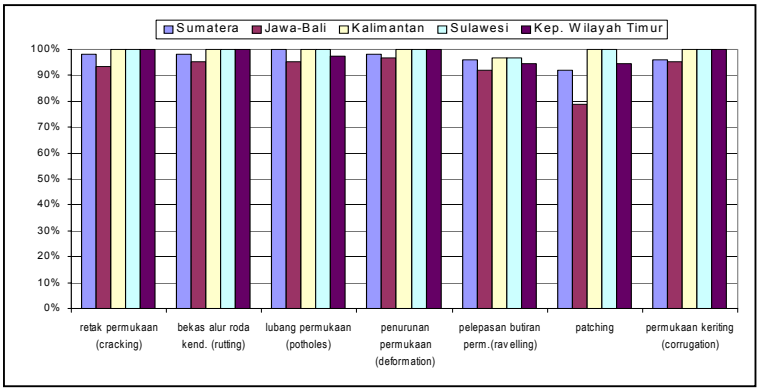
a. Tingkat kemantapan jalan, menurut Sjahdanulirwan (2006.a); Widjajanto & Pryandana (2005) dan Aly (2003.a & 2003.b), dipengaruhi oleh beberapa variabel,antara lain: (i) *cracking*; (ii) *rutting*; (iii) *potholes*; (iv) *deformation*; (v) *ravelling*; (vi) *patching*; dan (vii) *corrugation*. Indikator untuk

memilih pengaruh variabel tersebut adalah luas kerusakan perkerasan per km panjang jalan atau per cm kedalaman rusak permukaan, dengan parameter ukur dalam satuan m^2/km atau m^2/cm per tahun. Aly (2006) menyatakan bahwa konstruksi perkerasan jalan nasional maupun propinsi pada umumnya mengalami kerusakan awal dalam bentuk lubang (*potholes*) dan retak (*cracking*) dalam jumlah terbatas. Pada saat proses degradasi konstruksi (penurunan kekuatan) mulai terjadi, sebagai akibat rembesan air ke dalam lapisan konstruksi perkerasan. Proses ini terjadi secara cepat dan pasti, terutama pada musim hujan. Air hujan yang tidak mengalir cepat meninggalkan permukaan jalan akan merembes ke lapisan bawah melalui *potholes* atau *cracking* sehingga terjadi kondisi jenuh air yang berakibat penurunan kekuatan jalan. Proses kerusakan struktural ini menggambarkan betapa pentingnya saluran drainase permukaan jalan untuk segera dapat menampung air permukaan jalan sehingga kekesatan permukaan dapat dipertahankan pada standar minimal. Pada saat penurunan kekuatan jalan sudah mulai terjadi, maka permukaan perkerasan tidak mampu lagi menerima beban kendaraan, selanjutnya terbentuklah *rutting.*

Berkaitan dengan pendapat para ahli tersebut, penelitian verifikasi variabel terhadap tingkat kemantapan jalan pada 240 responden yang tersebar di 28 propinsi, menunjukkan ada 5 (lima) variabel yang dipilih dan disetujui hampir 99% responden, yaitu: *crack*ing, *rutting*, *potholes*, *deformation*, *ravelling* dan *corrugation*. Satu variabel pengaruh yang dipilih dan disetujui 90% responden, yaitu *patching* (lihat Gambar 4.66). Distribusi Persepsi pakar per wilayah terhadap verifikasi variabel pengaruh terhadap tingkat kemantapan jalan dalam pemberlakuan standar mutu perkerasan jalan, dapat ditunjukkan dalam Gambar 4.67.

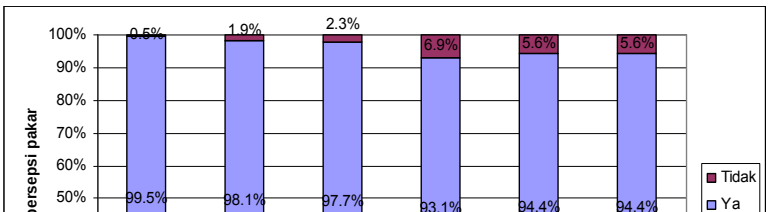


Gambar 4.66. Hasil verifikasi variabel yang mempengaruhi tingkat kemantapan jalan dalam pemberlakuan standar mutu



Gambar 4.67. Verifikasi variabel yang mempengaruhi tingkat kemantapan jalan dalam pemberlakuan standar mutu perkerasan jalan ditinjau per wilayah kepulauan

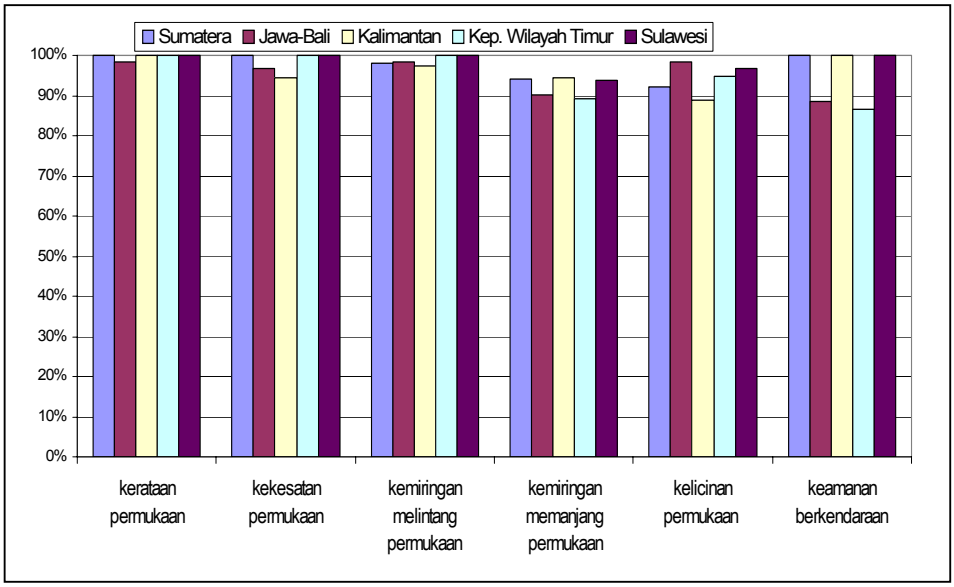
<u>b. Tingkat kenyamanan jalan,</u> menurut Sjahdanulirwan (2006.b); Ditjen Bina Marga (2006.a), dipengaruhi oleh beberapa variabel, antara lain: (i) kerataan permukaan; (ii) kekesatan permukaan; (iii) kemiringan melintang permukaan; (iv) kemiringan memanjang permukaan; dan (v) kelicinan permukaan. Selain itu, Austroad (2005) menyatakan tingkat resiko dan keamanan berkendaraan merupakan variabel penting yang mempengaruhi tingkat kenyamanan jalan. Sulistio (2006) juga menyimpulkan dari hasil penelitiannya bahwa kondisi permukaan jalan yang mengalami kerusakan struktural akan memberikan rasa tidak aman bagi pengguna kendaraan sehingga memiliki tingkat resiko kecelakaan yang serius. Perbaikan kerusakan struktural jalan dapat mereduksi 30% kejadian kecelakaan di jalan. Berkaitan dengan pendapat para ahli tersebut, hasil penelitian terhadap 240 responden yang tersebar di 28 propinsi, menunjukkan bahwa ada 3 (tiga) variabel penting yang dipilih dan disetujui oleh hampir 99% responden yang ada, yaitu: (i) variabel Kerataan Permukaan; (ii) variabel Kekesatan Permukaan; dan (iii) variabel Kemiringan Melintang Permukaan. Selain itu, ada 3 (tiga) variabel lain yang dipilih dan disetujui hampir 95% responden yang ada, yaitu: (i) variabel Kemiringan Memanjang Permukaan; (ii) variabel Kelicinan Permukaan; dan (iii) variabel Keamanan Berkendaraan, sebagaimana ditunjukkan dalam Gambar 4.68.



Gambar 4.68. Hasil verifikasi variabel yang mempengaruhi terhadap tingkat kenyamanan jalan dalam pemberlakuan standar mutu

Distribusi Persepsi pakar per wilayah terhadap verifikasi variabel pengaruh terhadap tingkat kenyamanan jalan dalam pemberlakuan standar mutu perkerasan jalan, dapat ditunjukkan dalam Gambar 4.69. Sulistio (2006) menyatakan bahwa sebenarnya ada 3 (tiga) aspek kondisi teknis jalan yang berpengaruh terhadap rasa nyaman pengguna jalan, yaitu: (i) kondisi kerataan permukaan; (ii) kondisi kekesatan permukaan; dan (iii) kemiringan melintang permukaan. Kondisi kerataan permukaan merupakan indikator kondisi fungsional performansi konstruksi jalan yang dinyatakan dalam satuan m/km, selanjutnya ditransformasikan ke dalam satuan RCI untuk mengukur tingkat kenyamanan jalan. Kondisi kekesatan permukaan merupakan indikator kondisi kegelinciran roda kendaraan ketika melewati permukaan jalan, artinya berapa besar tingkat kelicinan permukaan yang dinyatakan dalam satuan *skid resistance.* Makin besar *skid resistance* permukaan jalan maka makin kesat permukaan perkerasan sehingga makin nyaman berkendaraan. Kemiringan melintang permukaan dikaitkan dengan peranannya dalam mempercepat pengaliran air permukaan menuju saluran drainase permukaan yang sejajar dengan badan jalan.

Dari uraian pembahasan tersebut dapat disimpulkan bahwa ada 3 (tiga) variabel penting yang dimungkinkan sebagai variabel dominan yang mempengaruhi tingkat kenyamanan jalan, yaitu: (i) variabel Kondisi Kerataan Permukaan; (ii) variabel Kondisi Kekesatan Permukaan; dan (iii) variabel Kemiringan Melintang Permukaan.



Gambar 4.69. Verifikasi variabel yang mempengaruhi tingkat kenyamanan jalan dalam pemberlakuan standar mutu perkerasan jalan

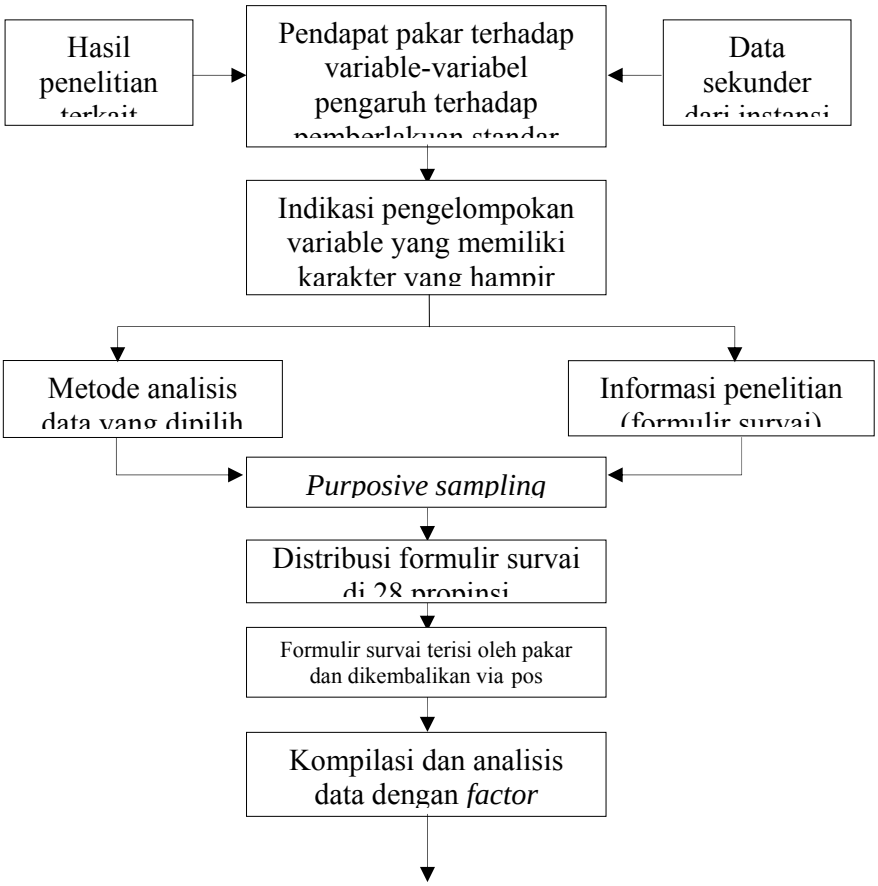
C. Seleksi, Pengelompokan dan Validasi Variabel yang mempengaruhi Faktor-faktor Pemberlakuan Standar Mutu Perkerasan

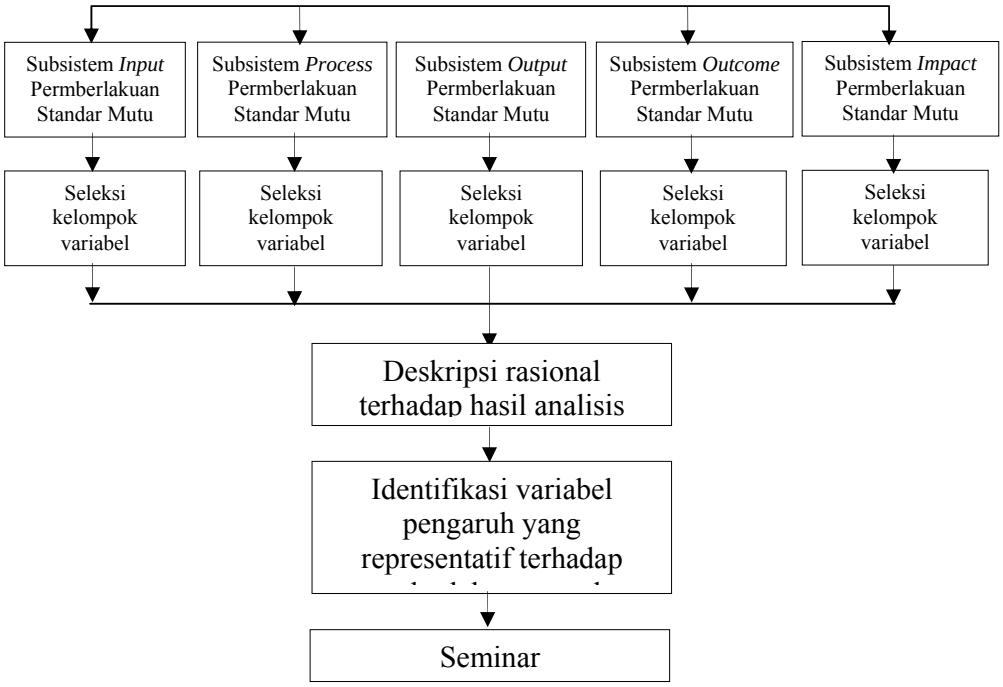
1. Pelaksanaan Survai ke-3

a. Pelaksanaan survai ke-3 dilakukan setelah menganalisis hasil verifikasi variabel-variabel yang mempengaruhi pemberlakuan standar mutu perkerasan jalan (hasil survai ke-2), kemudian diteruskan dengan kegiatan menyeleksi dan mengelompokan variabel-variabel yang memiliki karakter hampir sama dengan bantuan metode analisis faktor. Pengertian faktor dalam metode analisis faktor adalah hasil seleksi dan pengelompokan variabel-variabel yang memiliki karakter hampir sama satu sama lain yang tidak teramati, misalnya variabel Kompetensi, Bakat dan Profesionalisme, ketiganya memiliki karakter kepribadian etos kerja dan prestasi keahlian yang hampir sama sehingga membentuk dalam satu faktor, selanjutnya diberi nama Faktor Kemampuan Kompetensi (sebagai variabel baru yang representatif). Instrumen penelitian ini berisi beberapa pertanyaan kepada pakar (*expert*) untuk menentukan tingkat kepentingan variabel-variabel pengaruh terhadap sistem pemberlakuan standar mutu perkerasan jalan. Setiap pertanyaan

yang diajukan, disertai jawaban alternatif dengan skala *likert* berupa pilihan angka-angka 1, 2, 3, 4 dan 5 yang mendeskripsikan kategori tingkat kepentingan. Formulir survai dicetak sebanyak 392 eksemplar yang dikirimkan ke 28 propinsi. Penelitian berlangsung selama 2 (dua) bulan dari Mei 2006 sampai Juni 2006. Bagan alir kegiatan survai dapat ditunjukkan dalam Gambar 4.70. Responden (pakar perkerasan jalan) yang diambil sama dengan survai-survai sebelumnya agar didapatkan jawaban yang berkaitan, tidak bias, dan konsisten.

Seperti survai-survai sebelumnya, kendala dan kesulitan lain yang dihadapi selama pelaksanaan survai, adalah responden dihadapkan pada konsekuensi jawabannya dibandingkan respon survai sebelumnya, karena harus memilih dengan obyektif terhadap pilihan kepentingan pengaruh variabel dengan skala *likert* 1, 2, 3, 4, dan 5 dibandingkan jawaban ”ya” atau ”tidak”. Hal tersebut berdampak jumlah responden mengalami penurunan 10% dibandingkan dengan survai sebelumnya, terutama responden dari Dinas Pekerjaan Umum semula 26,3% (dari total 240 responden) menjadi 20,0% (dari total 216 responden).

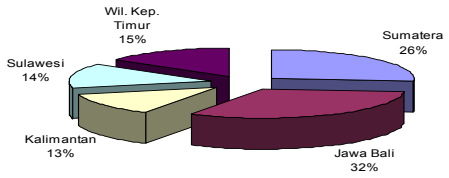




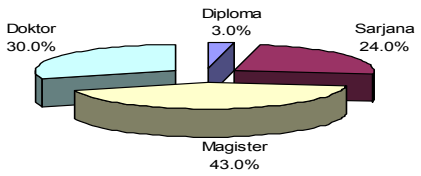
Gambar 4.70. Bagan alir kegiatan survai ke-3: seleksi dan pengelompokan variabel yang mempengaruhi faktor-faktor pemberlakuan standar mutu perkerasan jalan

b. Responden. Jumlah responden yang mengisi dan mengembalikan jawaban formulir survai ada 216 pakar atau 55,10% dari jumlah pakar yang ditargetkan dalam desain sampel. Proporsi ini sudah dapat dianggap mewakili populasi terbatas yang dilakukan secara *purposive sampling* karena sudah melebihi batas minimal (40% responden dari desain responden) serta menyebar di semua lokasi pengambilan responden (Biatna dkk., 2005). Ditinjau wilayah kerja responden (lihat Gambar 4.71), dari 216 responden terdiri atas: (i) 32% Jawa dan Bali; (ii) 26% Sumatera; (iii) 13% Kalimantan ; (iv) 14% Sulawesi; (v) 15% Wilayah Kepulauan Timur. Ditinjau jenjang pendidikan teknik sipil (lihat Gambar 4.72), dari 216 responden terdiri dari: 43% magister, 30% doktor, 24% sarjana dan 3% diploma. Ditinjau dari institusi kerja (lihat Gambar 4.73), dari 216 responden terdiri atas: (i) 25% P2JJ dan Balitbang; (ii) 27% Perguruan Tinggi; (iii) 20% Dinas PU; (iv) 15 % Konsultan; dan (v) 13% Kontraktor. Ditinjau dari pengalaman kerja responden bidang perkerasan jalan, hampir 60% responden berpengalaman lebih dari 10 tahun dalam bidang rekayasa perkerasan jalan (lihat Gambar 4.74). Dengan

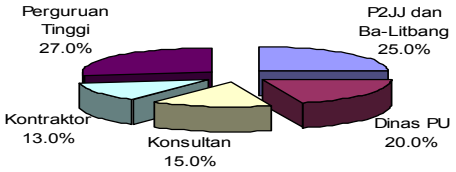
demikian responden yang mengisi dan mengembalikan kuesioner adalah pakar perkerasan jalan, rata-rata berpendidikan minimal magister teknik sipil, berasal dari institusi pembina dan penyedia jalan serta akademisi, berpengalaman lebih dari 10 tahun bidang perkerasan jalan. Kondisi responden seperti ini dinilai mampu memberikan jawaban yang obyektif, rasional, konsisten dan kognitif yang baik, sesuai dengan pendapat Gerardi *et al*. (2005).



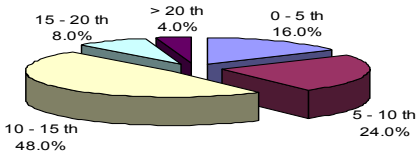
Gambar 4.71. Wilayah kerja responden



Gambar 4.72. Jenjang pendidikan teknik sipil responden



Gambar 4.73. Instansi kerja responden



Gambar 4.74. Pengalaman kerja responden bidang perkerasan jalan

Tabel 4.7. Jumlah responden yang mengisi dan mengembalikan formulir survai ke-3 (seleksi dan pengelompokan variabel pengaruh)

Propinsi yang terpilih	P2J, BaLitbang	Dinas PU	Konsultan	Kontraktor	Perguruan Tinggi	Jumlah sampel tiap propinsi
KBI :						
Sumatera Utara	2	2	1	1	4	10
Riau	2	2	1	1	1	7
Sumatera Barat	2	2	1	1	2	8
Jambi	1	1	1	1	1	5
Bengkulu	1	1	1	1	1	5
Sumatera Selatan	2	2	1	1	2	8
Lampung	2	2	1	1	3	9
Bangka Belitung	1	1	1	1	1	5
Jawa Barat	5	2	2	1	6	16
Banten	2	2	1	1	2	8
Jawa Tengah	2	2	2	1	4	11

DI. Yogyakarta	4	2	2	1	4	13
Jawa Timur	4	2	2	1	4	13
Bali	2	2	1	1	2	8
Kalimantan Barat	2	1	1	1	1	6
Kalimantan Tengah	2	1	1	1	2	7
Kalimantan Timur	2	2	1	1	1	7
Kalimantan Selatan	2	2	1	1	2	8
KTI :						
Nusa Tenggara Barat	1	1	1	1	2	6
Nusa Tenggara Timur	1	1	1	1	1	5
Sulawesi Utara	1	2	1	1	2	7
Gorontalo	1	1	1	1	1	5
Sulawesi Tengah	2	1	1	1	2	7
Sulawesi Selatan	2	2	2	1	3	10
Sulawesi Tenggara	2	1	1	1	1	6
Maluku	1	1	1	1	1	5
Maluku Utara	1	1	1	1	1	5
Papua	2	1	1	1	1	6
Jumlah responden (pakar) tiap unit elementer	54	43	33	28	58	216
Jumlah total responden (pakar)	216					
Persentase jumlah responden (pakar) terhadap desain responden	55,1%					

2. Validasi pengelompokan variabel yang mempengaruhi sumber daya manusia (SDM) dalam pemberlakuan standar mutu perkerasan jalan

Seleksi dan pengelompokan variabel-variabel pengaruh dimaksudkan untuk menyeleksi variabel-variabel yang mampu berkorelasi satu sama lain, selanjutnya mengelompokan variabel-variabel terseleksi yang memiliki karakter yang sama satu sama lain dalam satu kelompok tertentu. Kelompok tertentu ini dinamakan faktor. Metode analisis untuk menyeleksi dan mengelompokan variabel pengaruh dinamakan analisis faktor (*factor analysis*). Langkah awal dalam analisis faktor adalah menilai variabel-variabel mana saja yang dianggap layak (*appropriateness*) untuk diproses dalam analisis selanjutnya. Pengujian ini dilakukan dengan memasukkan semua variabel pengaruh yang ada. Jika sebuah

variabel memang mempunyai kecenderungan mengelompok dan membentuk sebuah faktor, maka variabel tersebut akan memiliki korelasi yang cukup tinggi (korelasi kuat) dengan variabel lain. Sebaliknya, variabel dengan korelasi yang lemah terhadap variabel lain cenderung tidak akan mengelompok dalam faktor tertentu (Santoso, 2003; Washington *et al.*, 2003).

Estimasi model faktor atas variabel-variabel yang mempengaruhi Sumber Daya Manusia (SDM) dilakukan dengan mengikuti langkah-langkah analisis sebagaimana dijelaskan pada bagan alir dalam Gambar 3.4. Variabel-variabel yang mempengaruhi SDM dalam pemberlakuan standar mutu perkerasan jalan tersebut diperoleh dari survai pakar bidang perkerasan jalan di 28 propinsi di Indonesia dengan jumlah observasi 216 responden. Sepuluh variabel yang dianggap berpengaruh terhadap mutu SDM, yaitu: (i) Pendidikan Formal; (ii) Pendidikan Non Formal; (iii) Pengalaman Kerja sesuai Profesi; (iv) *Training* sesuai Profesi; (v) Kemampuan Kompetensi; (vi) Potensi atau Bakat untuk Berprestasi; (vii) Pemutakhiran Kompetensi; (viii) Gender; (ix) Kematangan Kepribadian; dan (x) Profesionalisme. Tabel 4.7 menyajikan sebagian data *input* kelompok variabel-variabel tersebut. Data *input* selengkapnya dapat dicermati pada Buku Data.

Berdasarkan Gambar 3.4, langkah analisis pertama adalah memeriksa tingkat kelayakan kelompok variabel di atas untuk difaktorkan berdasarkan uji KMO-MSA, uji Bartlett, dan pemeriksaan matriks *anti-image*. Pada Tabel 4.8 tampak bahwa ukuran KMO-MSA kelompok variabel SDM bernilai 0,637 (>0,5) dan uji Bartlett secara signifikan menunjukkan bahwa matriks korelasi yang terbentuk bukan matriks identitas (Sig.<0,05). Kedua pengujian ini menggambarkan bahwa kelompok variabel layak untuk dibuat model faktornya.

Tabel 4.8. Data *input* pendapat responden terhadap variabel-variabel yang mempengaruhi SDM dalam pemberlakuan standar mutu perkerasan jalan (sebagai contoh *inputing* data dari responden)

Nomor Responden	Pendidikan Formal	Pendidikan Non Formal	Pengalaman Kerja Sesuai profesi	*Training* Sesuai Profesi	Kemampuan Kompetensi	Potensi/ Bakat untuk berprestasi	Pemahaman Kompetensi	Gender	Kematangan Kepribadian	Profesionalisme
1	4	3	4	3	4	4	4	3	3	4
2	4	3	5	5	5	3	5	2	4	5
3	4	2	3	3	3	3	3	1	3	4
4	4	4	5	5	5	5	5	2	5	5
5	3	4	4	3	4	4	4	3	4	5
6	3	4	4	4	4	3	4	2	3	4
7	4	4	3	4	4	4	4	2	3	4
8	3	4	2	4	4	4	4	1	4	5
9	4	4	3	3	4	5	4	4	4	4
10	5	4	5	4	5	5	4	4	5	4
11	5	3	3	3	5	3	5	3	4	5
12	5	4	5	4	5	5	4	4	5	4
13	4	4	5	5	5	4	4	5	5	5
14	4	5	4	4	5	5	5	3	4	5
15	4	3	5	4	4	5	5	5	4	5
16	3	4	4	3	5	4	4	4	3	5
17	4	3	5	3	4	4	3	4	5	3
18	5	4	5	2	3	4	5	3	5	3
19	5	5	5	5	3	2	5	4	4	4
20	3	4	3	2	4	4	3	4	2	3
.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....
216	4	5	4	3	4	5	4	5	4	5

Tabel 4.9. Hasil uji korelasi awal terhadap variabel yang mempengaruhi SDM

Kaiser-Meyer-Olkin Measure of Sampling Adequacy (KMO-MSA).		0,637
Bartlett's Test of Sphericity	*Approx. Chi-Square*	954,96
	df	45
	Sig.	0,000

Sebelum analisis dilanjutkan dengan estimasi model faktor, pemeriksaan awal dilanjutkan melalui pengamatan atas matriks *anti-image* yang terbentuk sebagaimana ditunjukkan dalam Tabel 4.9. Dari Tabel 4.9 dapat dicermati bahwa hampir seluruh koefisien kovariansi parsial dan korelasi parsial antar variabel bernilai kecil. Hal ini menggambarkan potensi terbentuknya model faktor yang baik cukup besar. Namun demikian, pengamatan nilai MSA tiap-tiap variabel pada

diagonal matriks korelasi *anti-image* menunjukkan bahwa variabel Gender dan variabel Kematangan Kepribadian memiliki MSA<0,5. Dengan demikian, kedua variabel ini semestinya dikeluarkan dari kelompok variabel SDM. Hasil analisis ini juga memperkuat hasil verifikasi 240 pakar terhadap kedua variabel tersebut, karena tidak lebih 52% responden yang ada tidak memilih dan tidak menyetujui kedua variabel tersebut sebagai variabel yang penting (lihat Gambar 4.42 dan Gambar 4.43).

Tabel 4.10. *Anti-image matrices* variabel yang mempengaruhi SDM pada uji korelasi awal

Variabel	Pendidikan formal	Pendidikan non formal	Pengalaman kerja sesuai profesi	*Training* sesuai profesi	Kemampuan kompetensi	Potensi/bakat untuk berprestasi	Pemutakhiran kompetensi	Gender	Kematangan kepribadian	Profesionalisme
Anti-image Covariance										
Pendidikan formal	0,098	-0,093	-0,015	0,016	-0,019	0,019	0,004	-0,014	0,001	0,018
Pendidikan non formal	-0,093	0,100	0,003	-0,036	0,009	-0,012	-0,006	0,011	0,007	-0,010
Pengalaman kerja sesuai profesi	-0,015	0,003	0,838	0,132	-0,049	0,073	0,100	-0,080	-0,041	-0,140
Training sesuai profesi	0,016	-0,036	0,132	0,882	-0,010	-0,041	-0,046	0,026	-0,040	0,091
Kemampuan kompetensi	-0,019	0,009	-0,049	-0,010	0,604	-0,193	-0,040	0,089	-0,004	-0,066
Potensi/bakat untuk berprestasi	0,019	-0,012	0,073	-0,041	-0,193	0,419	-0,159	-0,031	-0,036	-0,007
Pemutakhiran kompetensi	0,004	-0,006	0,100	-0,046	-0,040	-0,159	0,329	-0,062	0,083	-0,215
Gender	-0,014	0,011	-0,080	0,026	0,089	-0,031	-0,062	0,928	-0,182	0,026
Kematangan kepribadian	0,001	0,007	-0,041	-0,040	-0,004	-0,036	0,083	-0,182	0,913	-0,105
Profesionalisme	0,018	-0,010	-0,140	0,091	-0,066	-0,007	-0,215	0,026	-0,105	0,442
Anti-image Correlation										
Pendidikan formal	0,523(a)	-0,944	-0,052	0,055	-0,076	0,096	0,021	-0,046	0,004	0,088
Pendidikan non formal	-0,944	0,517(a)	0,010	-0,121	0,037	-0,058	-0,033	0,037	0,022	-0,050
Pengalaman kerja sesuai profesi	-0,052	0,010	0,521(a)	0,153	-0,068	0,124	0,191	-0,090	-0,046	-0,231
Training sesuai profesi	0,055	-0,121	0,153	0,646(a)	-0,014	-0,068	-0,086	0,029	-0,045	0,146
Kemampuan kompetensi	-0,076	0,037	-0,068	-0,014	0,803(a)	-0,384	-0,089	0,119	-0,005	-0,127
Potensi/bakat untuk berprestasi	0,096	-0,058	0,124	-0,068	-0,384	0,763(a)	-0,429	-0,049	-0,058	-0,015
Pemutakhiran kompetensi	0,021	-0,033	0,191	-0,086	-0,089	-0,429	0,687(a)	-0,112	0,151	-0,565
Gender	-0,046	0,037	-0,090	0,029	0,119	-0,049	-0,112	0,437(a)	-0,197	0,041
Kematangan kepribadian	0,004	0,022	-0,046	-0,045	-0,005	-0,058	0,151	-0,197	0,463(a)	-0,165
Profesionalisme	0,088	-0,050	-0,231	0,146	-0,127	-0,015	-0,565	0,041	-0,165	0,693(a)

Catatan: Angka-angka pada diagonal matriks korelasi *anti-image* (bertanda (a)) menunjukkan nilai MSA variabel yang bersangkutan.

Pemeriksaan awal setelah variabel Gender dan variabel Kematangan Kepribadian dihilangkan memberikan hasil uji-uji korelasi awal yang lebih mantap, sebagaimana dijelaskan pada Tabel 4.10 dan Tabel 4.11. Dari Tabel 4.10 tampak

bahwa ukuran KMO-MSA naik menjadi 0,661 dari semula 0,637, sementara signifikansi uji Bartlett juga tetap baik. Di samping itu, seluruh koefisien *anti-image* kovariansi dan korelasi parsial memiliki nilai yang cukup kecil (<0,5), sedangkan MSA tiap variabelnya bernilai cukup besar (>0,5). Hasil analisis ini menunjukkan bahwa kelompok variabel tersebut memiliki potensi yang lebih besar untuk menghasilkan model faktor yang baik.

Tabel 4.11. Hasil uji korelasi lanjutan (ulang) terhadap variabel yang mempengaruhi SDM

Kaiser-Meyer-Olkin Measure of Sampling Adequacy.		0,661
Bartlett's Test of Sphericity	*Approx. Chi-Square*	1.072,22
	df	45
	Sig.	0,000

Tabel 4.12. *Anti-image matrices* variabel yang mempengaruhi SDM pada uji korelasi ulang

	Pendidikan formal	Pendidikan non formal	Pengalaman kerja sesuai profesi	*Training* sesuai profesi	Kemampuan kompetensi	Potensi/bakat untuk berprestasi	Pemutakhiran kompetensi	Profesionalisme
Anti-image Covariance								
Pendidikan formal	0,098	-0,094	-0,017	0,017	-0,018	0,019	0,003	0,019
Pendidikan non formal	-0,094	0,100	0,005	-0,036	0,008	-0,011	-0,006	-0,010
Pengalaman kerja sesuai profesi	-0,017	0,005	0,849	0,134	-0,041	0,069	0,104	-0,150
Training sesuai profesi	0,017	-0,036	0,134	0,884	-0,013	-0,042	-0,043	0,089
Kemampuan kompetensi	-0,018	0,008	-0,041	-0,013	0,612	-0,194	-0,037	-0,069
Potensi/bakat untuk berprestasi	0,019	-0,011	0,069	-0,042	-0,194	0,422	-0,164	-0,011
Pemutakhiran kompetensi	0,003	-0,006	0,104	-0,043	-0,037	-0,164	0,339	-0,218
Profesionalisme	0,019	-0,010	-0,150	0,089	-0,069	-0,011	-0,218	0,454
Anti-image Correlation								
Pendidikan formal	0,521(a)	-0,944	-0,057	0,057	-0,071	0,093	0,017	0,091
Pendidikan non formal	-0,944	0,515(a)	0,016	-0,121	0,033	-0,054	-0,034	-0,047
Pengalaman kerja sesuai profesi	-0,057	0,016	0,508(a)	0,154	-0,057	0,116	0,194	-0,242
Training sesuai profesi	0,057	-0,121	0,154	0,659(a)	-0,017	-0,069	-0,078	0,141
Kemampuan kompetensi	-0,071	0,033	-0,057	-0,017	0,819(a)	-0,381	-0,080	-0,132
Potensi/bakat untuk berprestasi	0,093	-0,054	0,116	-0,069	-0,381	0,765(a)	-0,434	-0,025
Pemutakhiran kompetensi	0,017	-0,034	0,194	-0,078	-0,080	-0,434	0,703(a)	-0,555
Profesionalisme	0,091	-0,047	-0,242	0,141	-0,132	-0,025	-0,555	0,705(a)

Catatan: Angka-angka pada diagonal matriks korelasi *anti-image* (bertanda (a)) menunjukkan nilai MSA variabel yang bersangkutan.

Setelah pengujian-pengujian awal untuk menyeleksi variabel, estimasi model faktor dimulai dengan menyusun seluruh variabel yang telah distandarisasi dengan nilai reratanya ke dalam suatu sistem persamaan linier bersama dengan faktor dan bobot faktornya, sebagaimana dirumuskan dalam Persamaan (3.1). Ekstraksi faktor dilakukan dengan metode *principal component*, sedangkan banyaknya faktor yang diekstrak ditentukan dengan prinsip Kaiser, yakni mempertahankan faktor dengan nilai *eigen* minimal 1 (satu). Berdasarkan prinsip ini, 4 (empat) faktor berhasil diekstraksi dari 8 (delapan) variabel yang ada. Tabel 4.12 menunjukkan nilai kebersamaan (*commonality*) pada sistem persamaan linier yang terbentuk. Nilai kebersamaan adalah persentase variansi pada suatu variabel yang dapat dijelaskan oleh seluruh faktor. Pada kolom *initial* nilai kebersamaan seluruh variabel sama dengan 1, karena pada awalnya metode *principal component* mengekstrak faktor sebanyak variabel yang ada. Kolom *extraction* menampilkan nilai kebersamaan tiap variabel setelah 4 (empat) buah faktor diekstrak untuk mewakili kedelapan variabel yang dianalisis. Model faktor yang baik ditandai dengan tingginya nilai kebersamaan (>0.5) meski faktor yang diekstrak lebih sedikit dari banyaknya variabel yang ada. Dari kolom *extraction* tersebut tampak bahwa dengan mempertahankan 4 (empat) buah faktor, variansi variabel yang dapat diterangkan berkisar antara 95,3% (pada variabel Pendidikan Formal) dan 60,9% (pada variabel Kemampuan Kompetensi).

Tabel 4.13. Nilai kebersamaan (*commonality*) hasil uji ekstraksi dengan metode *principal component analysis* terhadap variabel yang mempengaruhi SDM

Variabel	*Initial*	*Extraction*
Pendidikan formal	1,000	**0,953**
Pendidikan non formal	1,000	0,952
Pengalaman kerja sesuai profesi	1,000	0,674
Training sesuai profesi	1,000	0,623
Kemampuan kompetensi	1,000	**0,609**
Potensi/bakat untuk berprestasi	1,000	0,752
Pemutakhiran kompetensi	1,000	0,794
Profesionalisme	1,000	0,724

Tabel 4.13 menyajikan informasi tentang total variansi seluruh variabel yang dapat dijelaskan kembali pada kondisi banyaknya komponen (faktor) sebanyak variabelnya (pada kolom *initial eigenvalues*) dan pada kondisi 4 (empat) buah faktor (pada kolom *extraction sums of square loadings*). Berdasarkan Tabel 4.13 tampak bahwa dengan 4 (empat) buah faktor, total variansi yang dapat dijelaskan kembali sebesar 72,68%. Dengan kata lain, faktor model dengan 4 (empat) faktor hanya kehilangan sebagian kecil (27,3%) dari seluruh informasi yang ada pada variansi total. Hal ini dinilai dapat diterima dan cukup memuaskan.

Tabel 4.14 dan Tabel 4.15 merupakan keluaran *(output)* utama dari estimasi model faktor. Keduanya menunjukkan nilai bobot tiap-tiap variabel pada keempat faktor yang diekstraksi, atau dengan kata lain, nilai korelasi antar tiap-tiap variabel yang tersusun sebagai baris dengan tiap-tiap faktor yang tersusun sebagai kolom. Tabel 4.14 menyajikan korelasi variabel dengan faktor sebelum dirotasi. Pada umumnya, matriks ini perlu dirotasi untuk menghasilkan nilai-nilai bobot yang lebih mudah diinterpretasikan. Untuk keperluan ini, teknik rotasi *varimax* telah digunakan hingga menghasilkan nilai-nilai bobot sebagaimana disajikan pada Tabel 4.15.

Tabel 4.14. Hasil proses *factoring* terhadap variabel yang mempengaruhi SDM

Component	*Initial Eigenvalues*			*Extraction Sums of Squared Loadings*		
	Total	*% of Variance*	*Cumulative %*	*Total*	*% of Variance*	*Cumulative %*
1	2,857	28,572	28,572	2,857	28,572	28,572
2	1,978	19,783	48,355	1,978	19,783	48,355
3	1,337	13,374	61,729	1,337	13,374	61,729
4	1,0951	10,951	72,68	1,095	10,951	72,68
5	0,965	9,65	82,33			
6	0,783	7,83	90,16			
7	0,61	6,1	96,26			
8	0,374	3,74	100			

Tabel 4.15. Nilai bobot faktor (korelasi) variabel SDM terhadap 4 (empat) faktor yang terbentuk

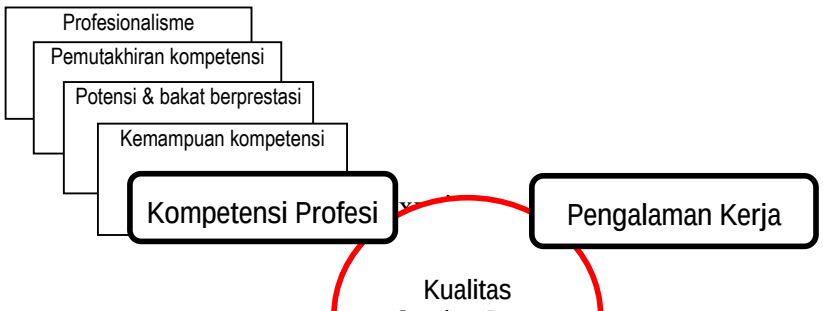
Variabel	Faktor			
	1	2	3	4
Pendidikan formal	-0,380	0,906	-0,081	0,033
Pendidikan non formal	-0,326	0,923	-0,054	0,078
Pengalaman kerja sesuai profesi	-0,082	0,172	0,873	-0,421

Training sesuai profesi	-0,068	-0,078	0,459	0,876
Kemampuan kompetensi	0,700	0,319	0,043	0,109
Potensi/bakat untuk berprestasi	0,833	0,178	-0,046	0,104
Pemutakhiran kompetensi	0,863	0,210	-0,093	0,018
Profesionalisme	0,792	0,128	0,180	-0,146

Tabel 4.16. Nilai korelasi variabel pengaruh SDM terhadap 4 (empat) faktor yang terbentuk setelah dirotasi dengan metode *varimax*

Variabel	Faktor			
	1	2	3	4
Pendidikan formal	-0,081	**0,981**	0,022	0,052
Pendidikan non formal	-0,024	**0,983**	0,011	0,045
Pengalaman kerja sesuai profesi	-0,106	0,028	**0,969**	-0,051
Training sesuai profesi	0,042	0,076	-0,049	**0,995**
Kemampuan kompetensi	**0,762**	0,088	-0,052	0,031
Potensi/bakat untuk berprestasi	**0,830**	-0,078	-0,241	-0,010
Pemutakhiran kompetensi	**0,878**	-0,060	-0,130	0,032
Profesionalisme	**0,815**	-0,143	0,228	0,023

Model faktor diinterpretasikan berdasarkan matriks bobot yang telah dirotasi (lihat Tabel 4.15). Variabel-variabel yang berkorelasi tinggi dengan suatu faktor dapat dikatakan mengukur sesuatu yang sama, atau memiliki *underlying structure* yang sama. Berangkat dari prinsip ini, faktor ke-1 dapat diinterpretasikan sebagai "Faktor Kompetensi Profesi", sedangkan faktor ke-2, ke-3, dan ke-4 berturut-turut dapat diinterpretasikan sebagai "Faktor Tingkat Pendidikan", "Faktor Pengalaman Kerja Profesi", dan "Faktor *Training* Profesi". Dengan demikian, kedelapan variabel yang mempengaruhi kualitas SDM dapat diwakili oleh 4 (empat) faktor sebagaimana disebutkan di atas. Empat faktor hasil analisis (lihat Tabel 4.15), disebut variabel representatif dominan yang mempengaruhi SDM, yaitu: (i) variabel Kompetensi Profesi; (ii) variabel Tingkat Pendidikan; (iii) variabel Pengalaman Kerja Profesi; dan (iv) variabel *Training* sesuai Profesi. Dengan demikian *factor analysis* telah menyeleksi dan mengelompokkan dari semula 10 (sepuluh) variabel menjadi 4 (empat) variabel baru, yang diilustrasikan dalam Gambar 4.75.



Gambar 4.75. Variabel-variabel dominan yang mempengaruhi faktor Sumber Daya Manusia (SDM) dalam pemberlakuan standar mutu perkerasan jalan

Hasil analisis faktor tersebut mendukung beberapa teori tentang karakter sumber daya manusia, seperti yang pernah disimpulkan oleh Mathis & Jackson (2002.a), Rukmana (2006), Koster (2005) dan Spencer (1993). Ada 4 (empat) kunci pokok karakter dan atribut yang harus dimiliki sumber daya manusia di dalam pelaksanaan dan pengawasan sistem mutu, yang secara berurutan adalah: (i) pendidikan, jenjang pendidikan formal sebagai *primary character* yang harus dimiliki untuk menuju pengembangan kompetensi dan profesionalisme; (ii) *training*, pelatihan-pelatihan spesifik sesuai pengembangan pengetahuan pendidikannya; (iii) kompetensi, kemampuan untuk bersaing dalam peningkatan mutu kerja yang lebih profesional; dan (iv) pengalaman kerja lapangan (Mathis & Jackson,2002.a). Menurut Rukmana (2006) ada tiga kunci pokok pengembangan sumber daya manusia dalam menghadapi dunia kerja jasa konstruksi, yaitu: (i) peningkatan pendidikan formal berjenjang magister sebagai pendidikan dasar bagi seorang *engineer* untuk menuju kompetensi yang prima; (ii) profesionalisme profesi sebagai inti karakter sumber daya manusia menuju kompetensi; dan (iii) lingkungan kerja yang berpengaruh terhadap tuntutan pendindikan non formal sesuai pengalaman kerja. Koster (2005) maupun Spencer (1993) menyatakan bahwa kunci pengembangan sumber daya manusia yang paling penting adalah kompetensi kerja, yaitu kemampuan kerja setiap individu dalam suatu tim unit kerja yang mencakup aspek pengetahuan, ketrampilan, sikap kerja sesuai yang disyaratkan. Pendapat tersebut diperkuat oleh hasil penelitian Akdere (2006) tentang pendekatan holistik peningkatan mutu sumber daya manusia dalam suatu sistem organisasi industri barang dan jasa, yang menyimpulkan bahwa manusia memiliki 3 (tiga)

keunikan yang amat berpengaruh terhadap performansi sumber daya manusia, yaitu: (i) intuisi dan emosi, termasuk di dalamnya akal (rasio); (ii) kebutuhan universal dan spesifik; (iii) kepribadian yang aktif, termasuk di dalamnya visi, motivasi, persepsi dan peraihan prestasi atau ambisi. Derajat keunikan tersebut akan berbeda-beda tergantung dari potensi atau mutu sumber daya manusia. Indikator mengukur mutu sumber daya manusia (Akdere, 2006; Hubeis & Mangkuprawira, 2006) meliputi: (i) jenjang pendidikan dasar; (ii) jenjang pendindikan spesialis; (iii) pengalaman kerja; (iv) pelatihan reguler untuk meningkatkan motivasi kerja; dan (v) usia produktif kerja. Selain itu, Suraji (2006) dalam BPK-SDM (2006) menyimpulkan bahwa untuk menyiapkan SDM jasa konstruksi yang berkualitas dalam menghadapi globalisasi industri dan perdagangan jasa konstruksi, diperlukan upaya-upaya pemerintah dan *stakeholder* terkait dalam meningkatkan: (i) pendidikan dasar teknik dan manajemen terpadu yang profesional; (ii) pendidikan tambahan yang meningkatkan motivasi pertumbuhan produk kerja melalui *training* profesi; (iii) program-program pelatihan reguler untuk lebih mematangkan pendidikan dasar dan tambahan yang disesuaikan dengan pengalaman kerja dan bidang keahlian; dan (iv) pemutakhiran kompetensi untuk menciptakan kompetisi yang sehat.

Dari berbagai uraian tentang tuntutan mutu dan karakter sumber daya manusia tersebut, dapat disimpulkan ada 4 (empat) variabel penting yang mempengaruhi sumber daya manusia jika dikaitkan dengan hasil analisis faktor (lihat Tabel 4.15) dalam implementasi standar mutu di lapangan, yaitu: (i) Pendidikan; (ii) Kompetensi; (iii) *Training* (Pelatihan); dan (iv) Pengalaman Kerja.

a. Variabel kompetensi profesi, berdasarkan hasil faktor analisis merupakan representasi dari beberapa variabel yang memiliki karakter hampir sama satu sama lain yang tidak teramati, yaitu: (i) variabel Kemampuan Kompetensi; (ii) Potensi atau Bakat Berprestasi; (iii) variabel Pemutakhiran Kompetensi; dan (iv) variabel Profesionalisme.

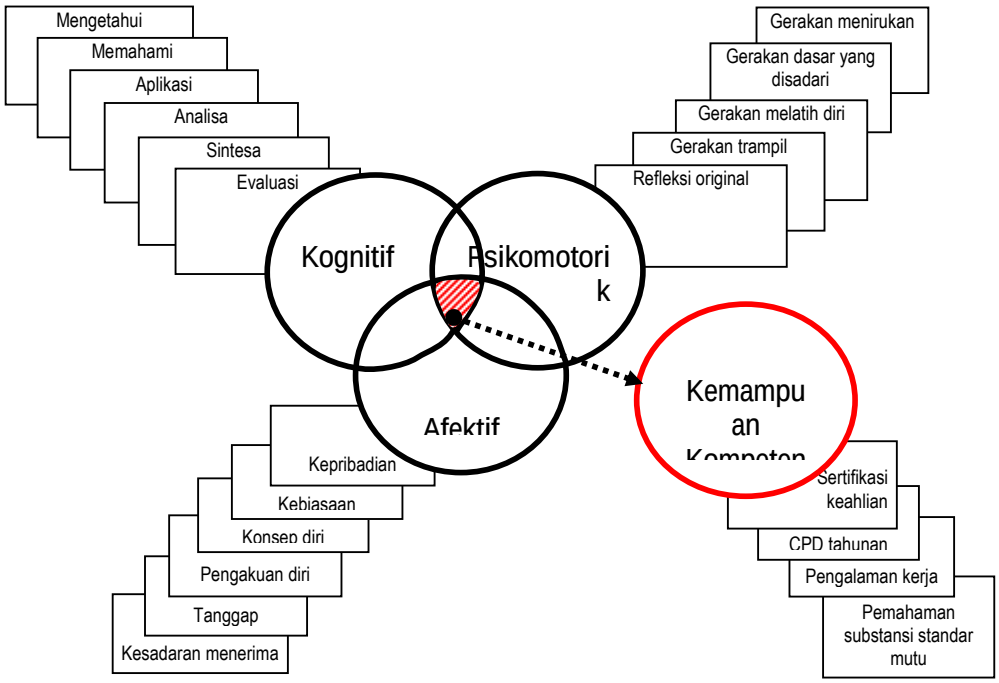
Standar Kompetensi Kerja Nasional Indonesia (SKKNI) dalam BPK-SDM (2006) telah mendefinisikan kompetensi kerja bukan saja kemampuan kerja setiap individu tetapi mencakup juga kemauan kerja setiap individu. Kemampuan kompetensi menurut SKKNI tersebut meliputi 3 (tiga) aspek penting, yaitu:

kognitif, psikomotorik dan afektif, yang dapat diilustrasikan dalam Gambar 4.76. Kognitif berkaitan erat dengan kemampuan diri untuk meningkatkan analisis, sintesis dan evaluasi terhadap implementasi standar atau metode kerja, misalnya melalui sertifikasi keahlian, CPD tahunan dan pemutakhiran kompetensi lainnya. Psikomotorik berkaitan erat dengan potensi atau bakat untuk berprestasi, ada kemauan keras untuk selalu meningkatkan kemampuan kompetensinya melalui CPD dan sertifikasi keahlian. Afektif berkaitan erat dengan kemauan keras untuk memahami substansi standar mutu atau metode kerja dan implementasinya dengan benar dan tepat. Peningkatan mutu kompetensi dapat diidentifikasi dari jumlah CPD per tahun. Pengalaman empirik yang dilakukan Hubeis & Mangkuprawira (2006) menyebutkan bahwa tenaga ahli profesional diwajibkan mengikuti CPD minimal 2 (dua) kali per tahun. Sesuai konsep SKKNI telah berkembang konsep kompetensi profesional seperti yang digunakan dalam organisasi profesi PII (Persatuan Insinyur Indonesia) yang mengacu pada standar kompetensi umum UNESCO yang banyak diterapkan di negara berkembang (Buchari, 2006). Tiga pilar utama yang membentuk kompetensi profesional, yaitu: (i) *attitude* (sikap kerja) yang meliputi: *responsibility, liability, accountability*, dan *integrity*; (ii) *knowledge* (pengetahuan): *specific technical issues, specific legal* dan *practices issues*, dan *environmental issues*; dan (iii) *knowhow* (kemampuan): *language communication, interpersonal skill, technical skill*, *management skill* dan *business skill*. Ketiga pilar tersebut dapat diilustrasikan keterkaitannya dalam Gambar 4.77. Rukmana (2006) mengidentifikasi kompetensi dalam 4 (empat) kelompok, yaitu: (i) *vacational competence,* melaksanakan pekerjaan pada kegiatan spesifik; (ii) *methodical competence,* (iii) reaksi sistemik dan tindakan sistematik pada setiap tantangan diperlihatkan sebagai wujud kerja guna memperoleh solusi *independent* dan mampu menggunakan pengalaman guna mendapatkan *social competence* (kemampuan berkomunikasi dengan pihak lain dan bekerjasama dengan cara *co-operatif,* memperlihatkan perilaku berorientasi kepada kelompok dan berempati); (iv) *participative competence,* kemahiran kerja dan adaptasi terhadap lingkungan kerja dalam arti luas, kemampuan mengorganisasi dan membuat keputusan, dan kesiapan mengambil tanggung jawab. Spencer (1993) mengemukakan bahwa kompetensi memiliki 5 (lima) karakter atau watak, yaitu: *motives*, *traits*, *self-*

concept, *knowledge*, dan *skill.* Tiga pertama merupakan watak yang tersembunyi atau terselubung (*hidden),* sedangkan dua yang terakhir merupakan watak yang tampak di permukaan (*visible*). Mathis & Jackson (2002.a) menyatakan kompetensi adalah karakteristik dasar yang dapat dihubungkan dengan peningkatan kinerja individu atau tim kerja. Pengelompokan kompetensi dapat terdiri dari pengetahuan (*knowledge),* keterampilan (*skills*) dan kemampuan (*ablities*). Pengetahuan (*knowledge*) ini merupakan kompetensi yang terlihat, sedangkan kecakapan (*abilities*) merupakan kompetensi yang tersembunyi; posisi keterampilan (*skills*) berada di antara *knowledge* dan *abilities.* Keterampilan *(skills)* di sini ditandai dengan sertifikasi-sertifikasi keahlian yang dimiliki oleh seseorang atau tim kerja dalam mencapai tingkatan kompetensi yang tinggi. Prihadi (2004) dan Rukmana (2006) mendefinisikan kompetensi sebagai pengetahuan, keterampilan, kualitas *leader* yang efektif. Kemampuan kompetensi tersebut menurut Sukawan (2006) diukur dari jumlah sertifikat keahlian yang dimiliki dan kemampuan pemahaman substansi standar atau metode kerja, artinya makin banyak sertifikat keahlian yang dimiliki dalam rentang waktu tertentu, megindikasikan makin mampu bersaing sesuai profesinya. Demikian pula makin banyak substansi standar mutu yang dikenal dan dipahami akan makin siap percaya diri untuk mengimplementasikannya. Sertifikasi keahlian yang diproses oleh badan sertifikasi bidang jalan dan jembatan mencakup sertifikasi jenjang ahli muda, ahli madya dan ahli utama. Untuk ahli muda dan ahli madya, sertifikasinya dikeluarkan oleh badan sertifikasi daerah (propinsi); sedangkan untuk ahli utama, sertifikasinya dikeluarkan oleh badan sertifikasi pusat. Ketiga jenis sertifikasi keahlian tersebut masing-masing dapat diberikan kepada ahli pelaksana, ahli pengawas dan ahli perencana. Dalam konteks implementasi standar mutu perkerasan jalan, batasan minimal sertifikasi keahlian yang harus dimiliki adalah sertifikasi ahli madya bidang mutu jalan dalam satu unit kerja lapangan (Hidayat, 2006). Namun Aly (2003.a & 2003.b) dan Agah (2003) memberikan pendapat yang lebih signifikan, yaitu: banyak tenaga ahli pengendali mutu memiliki berbagai jenis sertifikasi keahlian sebagai bukti peningkatan kemampuan dan keterampilan kompetensi tetapi sangat sedikit yang memberi bobot kepada tingkat kemauan atau inovasi dan etika profesi

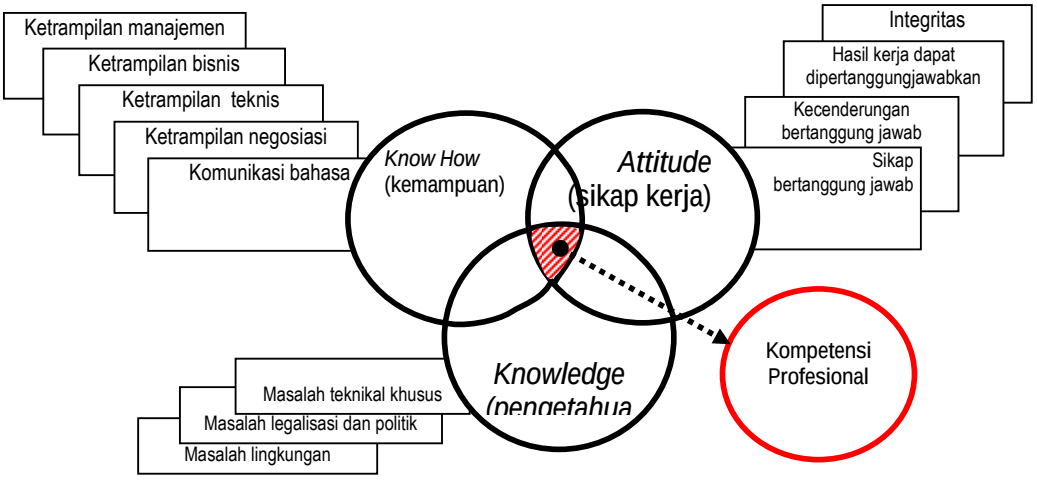
atau dengan kata lain disebutkan ada kemampuan tanpa dibarengi kemauan menerapkan.

Agah (2003) dan Koster (2005) menyatakan bahwa profesionalisme merupakan karakter atau sifat mendasar yang harus dimiliki sumber daya manusia, yaitu: (i) sikap moral yang tinggi dan integritas terhadap bidang keahlian yang dimiliki; (ii) memiliki sertifikasi keahlian di bidang tertentu; (iii) memiliki kemauan inovasi atau bakat ingin maju; dan (iv) memiliki dedikasi dan etika profesi. Selain itu, profesionalisme seorang *engineer* akan berkembang cepat dibarengi dengan jumlah pekerjaan sesuai bidang yang dikerjakan dalam rentang waktu tertentu (Henry, 2002).



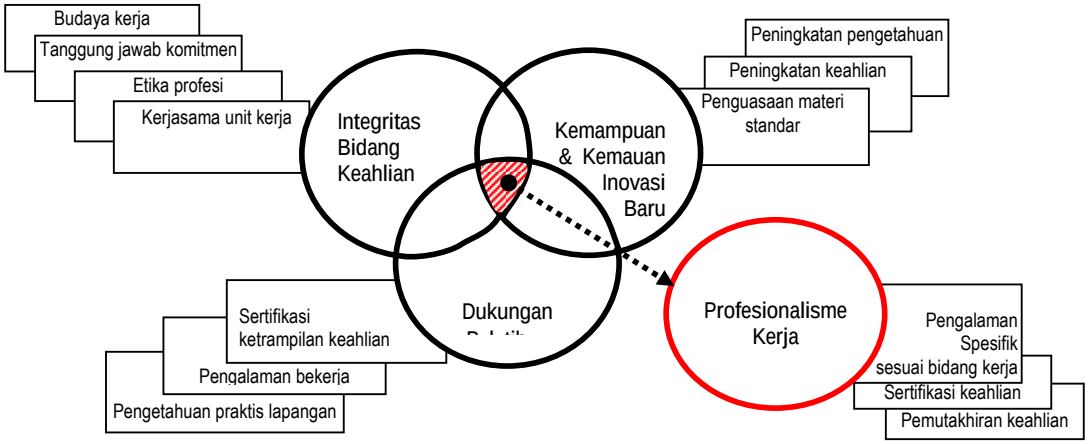
Sumber: BPK-SDM (2006)

Gambar 4.76. Kognitif-psikomotorik-afektif terhadap kemampuan kompetensi sumber daya manusia



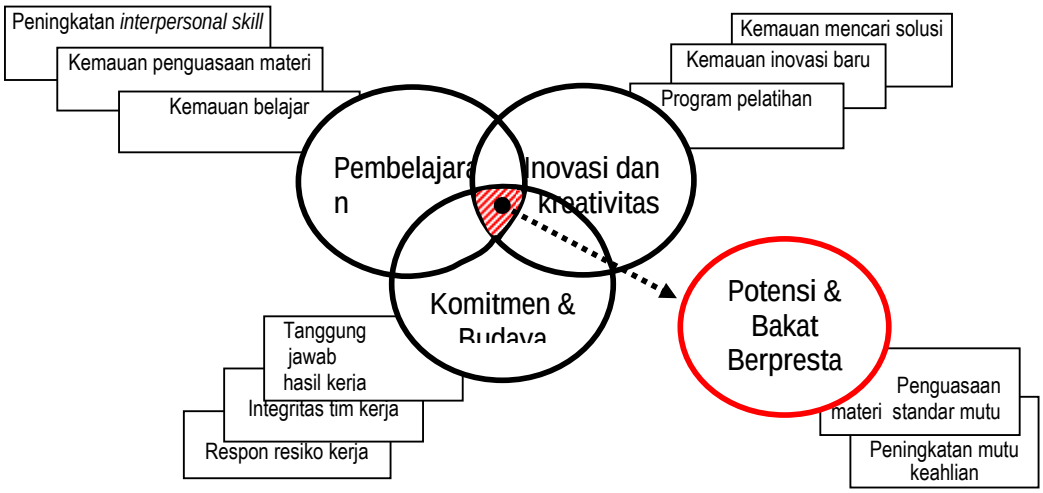
Gambar 4.77. Kompetensi profesional sumber daya manusia

Pendapat Henry (2002) ini dipertegas lagi oleh Mathis & Jackson (2002.a) yang menyatakan bahwa makin banyak jumlah pekerjaan (tugas kerja) yang sejenis atau hampir sejenis oleh seseorang dalam suatu organisasi (perusahaan) maka seseorang tersebut makin profesional mencari solusi masalah. Jumlah pekerjaan (tugas kerja) yang ditangani lebih mudah dilihat dan dievaluasi daripada tingkat kecakapan seseorang atau unit kerja. Seperti halnya variabel Kemampuan Kompetensi, variabel Profesionalisme memiliki 3 (tiga) pilar penting yang membentuknya, yaitu: (i) integritas terhadap bidang keahlian, yang diukur dari jumlah pengalaman kerja sesuai bidang kerjanya dalam kurun waktu yang cukup lama (lebih dari lima tahun); (ii) kemampuan dan kemauan berinovasi baru, yag diukur dari upaya-upaya pemutakhiran keahlian; (iii) dukungan pelatihan yang diukur dari jumlah sertifikasi keahlian (Mathis & Jackson, 2002.a; Rukmana, 2006). Ketiga pilar pembentuk variabel Profesionalisme tersebut diilustrasikan keterkaitannya dalam Gambar 4.78.



Gambar 4.78. Integritas-kemampuan-kemauan terhadap profesionalisme kerja sumber daya manusia.

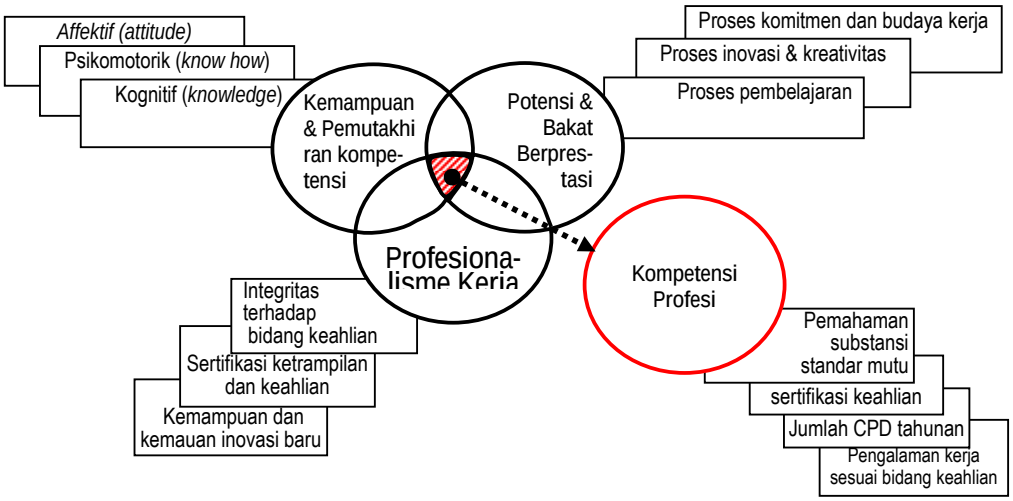
Potensi atau bakat berprestasi, menurut Soehartono (2006.a) diukur dari tingkat kemajuan untuk memahami substansi metode kerja dan sistem mutu yang telah ditetapkan dalam suatu sistem kerja lapangan. Hal ini dipertegas oleh Bapekin (2001) dan Koster (2005) bahwa bakat untuk berprestasi lebih maju harus dibarengi kemauan kuat untuk mampu memutakhirkan kompetensinya melalui pengembangan CPD (*continuing professional development*) secara berkelanjutan. Mathis & Jackson (2002.a) menyimpulkan ada 3 (tiga) faktor yang mempengaruhi potensi dan bakat untuk berpestasi, yaitu: (i) pembelajaran, kemauan kuat seseorang untuk belajar memahami dan menerapkan metode kerja terapan lapangan; (ii) peningkatan inovasi dan kreativitas dapat dilakukan dengan program-program peningkatan pelatihan secara reguler; (iii) komitmen dan budaya kerja. Proses pembelajaran untuk memahami substansi prosedur metode kerja dapat diukur dari minimal 75% seluruh substansi dapat dipahami (Mathis & Jackson, 2002.a). Komitmen ini diperlukan juga dalam proses penilaian ujian sertifikasi keahlian *engineering* yang dilakukan oleh organisasi profesi yang memiliki sertifikat akreditasi keahlian. Ketiga faktor tersebut dapat dilustrasikan dalam Gambar 4.79.



Gambar 4.79. Pembelajaran-inovasi-komitmen terhadap potensi dan bakat berprestasi pada sumber daya manusia.

Dari uraian pembahasan tersebut dapat disimpulkan bahwa antara variabel Kemampuan Kompetensi, Potensi dan Bakat Berprestasi, Pemutakhiran

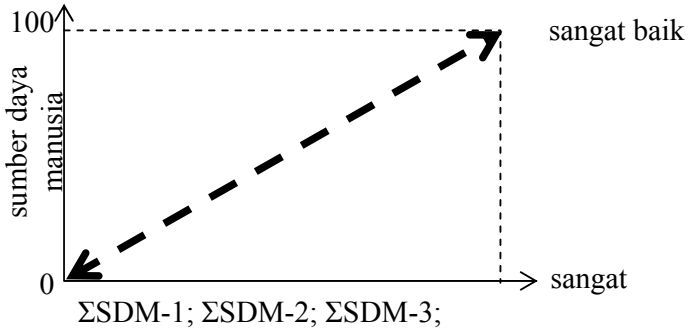
Kompetensi dan variabel Profesionalisme memiliki karakter yang hampir sama satu sama lain dalam hal kompetensi kualitas sumber daya manusia, sehingga keempat variabel ini dalam analisis faktor berkorelasi membentuk variabel baru yang diberi nama variabel Kompetensi Profesi. Korelasi keempat variabel tersebut dapat dilustrasikan keterkaitannya dalam Gambar 4.80. Keterkaitan keempat variabel tersebut sangat berkaitan erat dengan teori tentang Manajemen Mutu Sumber Daya Manusia yang dikembangkan oleh Donald & Harvey (2006) dan Hubeis & Mangkuprawira (2006) yang menyebutkan bahwa ciri-ciri kompetensi sumber daya manusia harus memiliki pengetahuan, kapabilitas, sikap inisiatif dan inovatif dalam berbagai dimensi pekerjaan, antara lain: (i) ketrampilan dan sikap dalam mencari solusi masalah yang berorientasi pada efisiensi, produktivitas, mutu dan kepedulian terhadap dampak lingkungan; (ii) ketrampilan dan sikap dalam berkomunikasi horisontal dan vertikal serta membangun jejaring kerja internal; (iii) ketrampilan dan sikap dalam pengendalian emosi diri, membangun kekompakan tim kerja dan obyektivitas persepsi; (iv) sikap dalam mau belajar secara berkelanjutan; (v) ketrampilan dan sikap dalam pengembangan diri untuk mengaitkan kompetensi pekerjaan dengan kompetensi pribadi individu; dan (vi) ketrampilan dan sikap maju untuk menciptakan inovasi baru dalam pengendalian mutu.



Gambar 4.80. Variabel-variabel yang mempengaruhi kompetensi profesi sumber daya manusia (SDM) dalam pemberlakuan standar mutu perkerasan jalan

Berkaitan dengan hasil analisis faktor dan pendapat beberapa pakar tersebut, indikator mengukur kecenderungan pengaruh variabel Kompetensi Profesi terhadap

kualitas sumber daya manusia dalam pemberlakuan standar mutu perkerasan jalan, adalah: (i) persentase (%) jumlah SDM yang memiliki minimal sertifikat keahlian madya dalam satu unit kerja pengendali mutu; (ii) persentase (%) jumlah SDM yang memahami minimal 75% substansi standar mutu dan mengaplikasikannya, dalam satu unit kerja pengendali mutu; (iii) persentase (%) jumlah SDM yang mengikuti CPD dua kali per tahun dalam satu unit kerja pengendali mutu; dan (iv) persentase (%) jumlah SDM yang memiliki pengalaman kerja bidang perkerasan jalan dalam satu unit kerja pengendali mutu. Logika mengukur kecenderungan pengaruh variabel Kompetensi Profesi terhadap kualitas SDM dapat ditunjukkan dalam Gambar 4.81.



$$\Sigma\text{SDM-1} = \frac{\text{jumlah SDM yang memiliki minimal sertifikat keahlian madya (orang)}}{\text{jumlah SDM dalam satu unit kerja pengendali mutu (orang)}}$$

$$\Sigma\text{SDM-2} = \frac{\text{jumlah SDM yang memahami minimal 75\% substansi standar mutu (orang)}}{\text{jumlah SDM dalam satu unit kerja pengendali mutu (orang)}}$$

$$\Sigma\text{SDM-3} = \frac{\text{jumlah SDM yang mengikuti CPD 2 kali per tahun dalam satu unit kerja (orang)}}{\text{jumlah SDM dalam satu unit kerja pengendali mutu (orang)}}$$

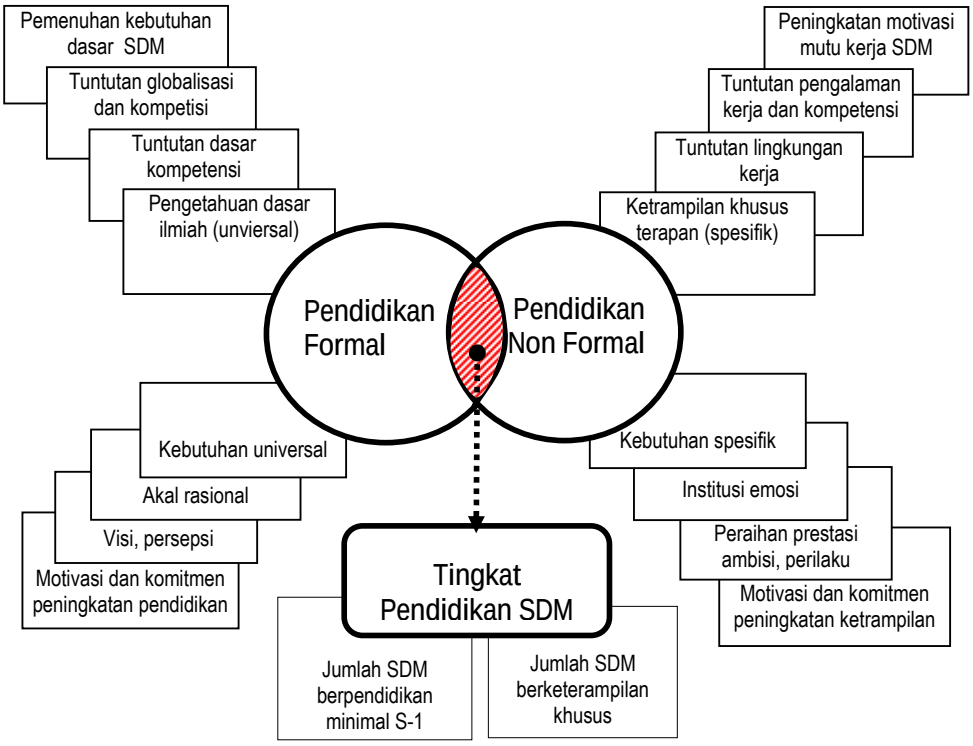
$$\Sigma\text{SDM-4} = \frac{\text{jumlah SDM yang memiliki pengalaman kerja bidang perkerasan jalan (orang)}}{\text{jumlah SDM dalam satu unit kerja pengendali mutu (orang)}}$$

Gambar 4.81. Logika mengukur kecenderungan pengaruh variabel Kompetensi Profesi terhadap SDM dalam pemberlakuan standar mutu perkerasan jalan

b. Variabel tingkat pendidikan, berdasarkan hasil analisis faktor merupakan representasi dari variabel Pendidikan Formal dan variabel Pendidikan Non Formal, kedua variabel ini memiliki karakter yang hampir sama satu sama lain yang tidak teramati. Keterkaitan kedua variabel ini ditunjukkan dalam Gambar 4.82. Menurut Heller (2002) dalam Hubeis & Mangkuprawira (2006), ada empat faktor penting yang mempengaruhi tingkat pendidikan sumber daya manusia, yaitu:

(i) pengetahuan yang diperoleh melalui pendidikan formal, semakin tinggi tingkat pengetahuan maka semakin mudah mengikuti perubahan sesuai dengan tugasnya; ditambah lagi dengan kecerdasan emosional dan spritual yang membekali perubahan internal dan eksternal tidak disikapi secara apriori dan resistensi; (ii) ketrampilan yang bersifat khusus yang diperoleh melalui pendidikan non formal, semakin tinggi tingkat ketrampilan maka semakin mudah dalam melaksanakan tugas-tugas baru yang selama ini belum menjadi bagian pendidikan formal; (iii) kepercayaan, mendasari keberanian untuk menerapkan ketrampilan dan teknik baru yang diperolehnya; dan (iv) lingkungan kerja, sangat berpengaruh terhadap seseorang untuk meningkatkan pengetahuan dan ketrampilannya, lebih-lebih lingkungan kerja yang menerapkan evaluasi sumber daya manusia berbasis kinerja mutu. Donald & Harvey (2006) dan Hubeis & Mangkuprawira (2006) menyimpulkan bahwa pencapaian pengetahuan (pendidikan) dan ketrampilan peningkatan mutu SDM sangat dipengaruhi faktor- faktor intrinsik dan ekstrinsik SDM. Faktor intrinsik SDM (Akdere, 2006), meliputi: (i) usia kerja dan pengalaman; (ii) pendidikan (pengetahuan dan ketrampilan); (iii) kesehatan dan kepuasan kerja; (iv) sikap dan kepribadian; (v) kemampuan dan motivasi kerja; dan (vi) situasi gaji dan pendapatan. Faktor ekstrinsik (Dessler, 2005 & 2006) meliputi: (i) kualitas komunikasi; (ii) keberhasilan manajemen kepemimpinan; (iii) program peningkatan ketrampilan dan motivasi kerja; dan (iv) keselamatan dan keamanan kerja. Dari Gambar 4.82 dapat dicermati beberapa faktor yang mempengaruhi perlunya peningkatan pendidikan formal (Donald & Harvey, 2006) sumber daya manusia, antara lain: (i) pengetahuan dasar ilmiah yang bersifat universal dan jangka panjang sebagai basis kompetensi SDM; (ii) tuntutan dasar kompetensi SDM yang disesuaikan dengan visi dan tujuan (*goal*) tim kerja atau perusahaan; (iii) tuntutan globalisasi dan kompetisi; dan (iv) target pemenuhan kebutuhan SDM dikaitkan dengan perkembangan kasuistik lapangan. Beberapa faktor yang mempengaruhi perlunya peningkatan pendidikan non formal (Donald & Harvey, 2006) sumber daya manusia, antara lain: (i) ketrampilan khusus terapan (spesifik dan terapan); (ii) tuntutan lingkungan kerja; (iii) tuntutan pengalaman kerja dan kompetensi; dan (iv) peningkatan motivasi mutu kerja SDM.

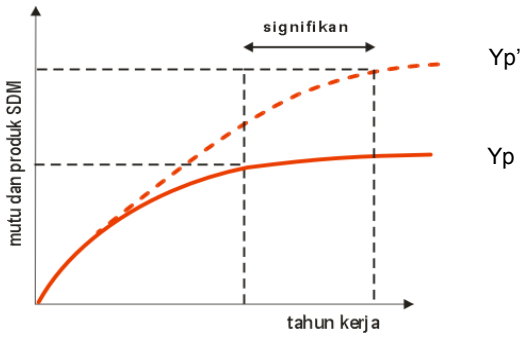
Pendidikan formal merupakan pendidikan dasar ilmiah yang bersifat universal, artinya proses dan kurikulum penyelenggaraannya mengacu pada standar mutu yang sama sesuai jenjang sertifikasinya yang ditetapkan pemerintah atau lembaga penilai akreditasi pendidikan dan memiliki target jangka panjang (Rukmana, 2006). Pendidikan non formal merupakan pendidikan ketrampilan kejuruan yang bersifat spesifik atau pendidikan spesialis untuk menekuni bidang pekerjaan tertentu yang bersifat spesifik, proses dan kurikulum penyelenggaraannya tidak bersifat universal tetapi tergantung situasi kebutuhan lapangan dan tantangan kompetensi pekerjaan (Rukmana, 2006; Agah, 2003). Pendidikan formal melalui sekolah dan perguruan tinggi belum dapat memenuhi kriteria bagi penyediaan kualifikasi kompetensi *engineer* pengendali mutu perkerasan jalan, misalnya tim *civil engineer* harus membangun konstruksi jalan di atas tanah rawa dan harus menggunakan teknologi bahan lokal dengan waktu dan biaya yang amat terbatas serta fluktuasi harga satuan bahan dan upah yang tidak stabil, maka pendidikan tambahan bagi *engineer* sangat menentukan penyelesaian pekerjaan (Agah, 2003).



Gambar 4.82. Variabel yang mempengaruhi tingkat pendidikan sumber daya manusia dalam pengendalian sistem mutu

Pennoni (1995) dan Koster (2005) menyatakan bahwa pendidikan formal (jenjang sarjana perguruan tinggi) belum banyak berpengaruh langsung terhadap peningkatan keahlian, tetapi peningkatan pengetahuan melalui pendidikan spesialis dalam bentuk pendidikan ketrampilan akan lebih meningkatkan produksi kerja sumber daya manusia. Hubungan empirik pengaruh pendidikan non formal terhadap peningkatan produk dan mutu sumber daya manusia dapat ditunjukkan dalam Gambar 4.83. Dari Gambar 4.83 dapat dicermati jika SDM bekerja dengan kompetensi pendidikan formal maka peningkatan produk dan mutunya tidak setajam jika kompetensinya dilengkapi dengan pendidikan spesialis (non formal) pada tinjauan tahun yang sama. Rukmana (2006) menyatakan dalam era pasar bebas AFTA (2003) dan APEC (2020), perguruan tinggi asing diprediksikan akan lebih leluasa bergerak karena mereka dipastikan memiliki keunggulan komparatif dan kompetitif yang jauh lebih signifikan jika dibandingkan dengan lulusan perguruan tinggi dalam negeri. Oleh karena itu untuk terus mencermati dan mewaspadai persaingan tenaga ahli maupun tenaga terampil, maka jenjang pendidikan pengendali mutu konstruksi minimal sarjana strata-1 teknik sipil (kualifikasi *engineer*) yang diharapkan mampu bersaing secara terbuka dengan para pekerja dari negara-negara di kawasan ASEAN. Sukawan (2006) menyatakan dalam penyelenggaraan pendidikan non formal, tingkat lulusan dibagi dalam klasifikasi tenaga terampil dan ahli, yang dapat melengkapi profesionalitas bagi lulusan pendidikan formal. Sukawan (2006) juga menyatakan bahwa target penyelenggaraan pendidikan non formal dalam bidang teknik jalan adalah menciptakan tenaga profesional yang memiliki klasifikasi keterampilan khusus, sehingga mampu meningkatkan kompetensinya dalam pencapaian mutu konstruksi jalan. Ketrampilan khusus dalam hal ini dikategorikan dalam 3 (tiga) kelas, yaitu: (i) tenaga kasar, artinya tenaga yang belum trampil pada bidangnya karena tingkat pendindikannya belum mampu mendukung untuk mencapai standar mutu yang ditargetkan; (ii) tenaga trampil, artinya tenaga yang memiliki pengetahuan praktis yang khusus (spesialisasi) dalam bidang tertentu karena tingkat pendidikannya sudah mampu mendukung untuk mencapai standar mutu yang ditargetkan; dan (iii) tenaga ahli, artinya tenaga yang memiliki keahlian yang lebih profesional melebihi

ketrampilan khusus dalam bidang tertentu karena tingkat pendidikan sangat sesuai dan mampu mendukung untuk mencapai standar mutu yang ditargetkan.



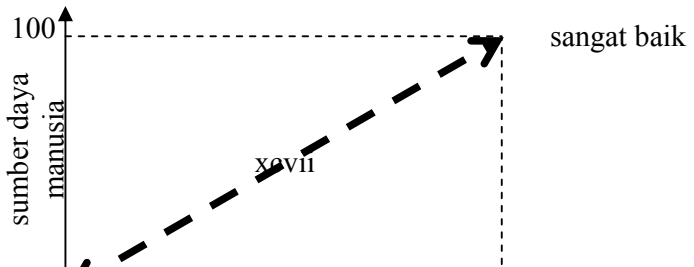
Keterangan:
Yp = SDM berpendidikan formal
Yp' = SDM berpendidikan formal dan non formal

Sumber: Koster (2005)

Gambar 4.83. Hubungan empirik pendidikan non formal terhadap peningkatan produk dan mutu sumber daya manusia

Pendapat Sukawan (2006) tersebut lebih memfokuskan peranan pendidikan formal sangat mendukung kelancaran seseorang ketika mendalami pendidikan non formal untuk meningkatkan ketrampilan khususnya yang lebih profesional.

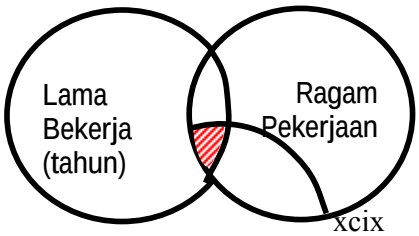
Dari uraian pembahasan tersebut, dapat disimpulkan bahwa antara variabel Pendidikan Formal dan variabel Pendidikan Non Formal memiliki karakter yang hampir sama dalam hal peningkatan produk dan mutu sumber daya manusia yang mampu menciptakan motivasi dan lingkungan kerja yang berbasis pengetahuan universal (global) dan ketrampilan terapan (spesifik), sehingga dalam analisis faktor kedua variabel tersebut berkorelasi membentuk variabel baru yang diberi nama variabel Tingkat Pendidikan. Indikator untuk mengukur kecenderungan pengaruh variabel Tingkat Pendidikan terhadap produk dan mutu SDM dalam pemberlakuan standar mutu perkerasan jalan, adalah: (i) persentase (%) jumlah SDM yang berpendidikan sarjana teknik sipil dalam satu unit kerja pengendali mutu; dan (ii) persentase (%) jumlah SDM yang berpendidikan keterampilan khusus dalam satu unit kerja pengendali mutu. Logika mengukur kecenderungan pengaruh variabel Tingkat Pendidikan terhadap produk dan mutu SDM dapat ditunjukkan dalam Gambar 4.84.

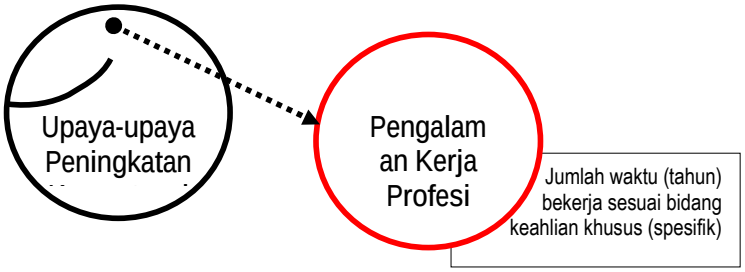


Gambar 4.84. Logika mengukur kecenderungan pengaruh variabel Tingkat Pendidikan terhadap SDM dalam pemberlakuan standar mutu perkerasan jalan

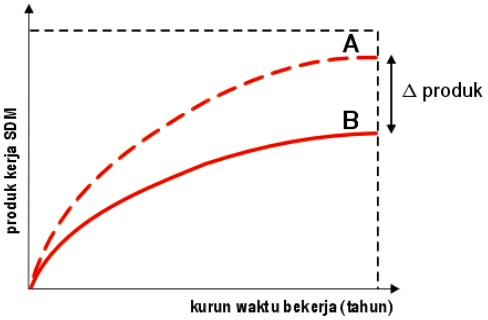
c. Variabel pengalaman kerja profesi. Hubeis & Mangkuprawira (2006) menyimpulkan dari hasil penelitiannya tentang MMSDM di dunia jasa konstruksi, yang menyebutkan bahwa pengalaman kerja yang sesuai bidang keahlian berbanding lurus pengaruhnya terhadap produk kerja SDM. Pengalaman seseorang dalam bekerja merupakan akumulasi dari keberhasilan dan kegagalan serta gabungan dari kekuatan dan kelemahan di dalam melaksanakan pekerjaannya. Dari pengalaman tersebut seseorang memperoleh pembelajaran untuk berprilaku yang lebih baik. Dengan demikian, pengalaman kerja merupakan kondisi yang digunakan oleh seorang di dalam proses umpan balik untuk meningkatkan mutu perencanaan, pelaksanaan, pengendalian dan hasil pekerjaannya. Hipotesisnya adalah semakin banyak pengalaman kerja seseorang maka semakin tinggi pengetahuan, sikap, dan ketrampilannya dalam bekerja yang pada gilirannya akan mampu meningkatkan produktivitas kerjanya. Machfudiyanto (2005) dalam penelitiannya terhadap 74 pakar teknik jalan tentang kinerja sumber daya manusia pengendali mutu perkerasan jalan di Propinsi D.I. Yogyakarta, menyimpulkan ada 3 (tiga) variabel penting yang mempengaruhi sumber daya manusia dalam mengimplementasikan standar mutu, yaitu: (i) variabel Profesionalitas Kerja (39,4%); (ii) variabel Pendidikan Formal (32,9%); dan (iii) variabel Pengalaman Kerja (27,7%). Pengalaman Kerja menurut Koster (2005) dalam Machfudiyanto (2005) adalah jumlah waktu (tahun) seseorang menjalankan profesinya dalam melaksanakan pekerjaan-pekerjaan yang bidangnya sejenis atau hampir sama. Dessler (2005) memiliki pendapat yang berbeda dengan Koster (2005), yang menyatakan bahwa

pengalaman kerja tidak hanya diukur dari jumlah waktu orang bekerja tetapi yang lebih penting adalah jumlah pekerjaan sejenis atau hampir sama yang ditangani seseorang dalam rentang waktu tertentu. Pendapat lain juga dikemukakan oleh Mathis & Jackson (2002.a), yakni pengalaman kerja identik dengan suatu rentang waktu tertentu yang berisi ragam pekerjaan yang ditangani seseorang untuk mempertahankan kompetensinya dalam pencapaian mutu kerja. Pengalaman kerja tidak hanya dilihat dari jumlah pekerjaan yang ditangani tetapi juga jumlah upaya-upaya peningkatan kompetensinya. Parameter yang lebih mudah dievaluasi untuk mengukur pengalaman seseorang adalah jumlah waktu seseorang bekerja, sedangkan variasi ragam pekerjaan yang ditangani lebih condong ke arah profesionalitas seseorang atau unit kerja (Mathis & Jackson, 2002.a). Dengan demikian ada tiga faktor penting yang mempengaruhi variabel Pengalaman Kerja, yaitu: (i) waktu, yang dimaksud lamanya seseorang dalam menjalankan profesinya; (ii) ragam pekerjaan, yang dimaksud jumlah dan jenis pekerjaan yang ditangani dalam rentang waktu tertentu; dan (iii) jenis upaya-upaya yang dilakukan untuk meningkatkan kompetensinya dalam kurun waktu tertentu. Hubungan ketiga faktor ini membentuk dan mewarnai variabel Pengalaman Kerja Profesi, seperti yang ditunjukkan dalam Gambar 4.85. Dari Gambar 4.85 dapat dicermati bahwa untuk mengukur pengalaman kerja profesi dikaitkan dengan pengendalian mutu adalah lebih dominan lamanya waktu (tahun) seseorang bekerja dalam bidang pengendalian mutu perkerasan jalan, jadi penekanannya pada aspek spesialisasi (spesifik) dan lamanya bekerja. Dessler (2005) mengemukakan hal senada dengan konsep dalam Gambar 4.85, yang menyimpulkan bahwa pada penanganan jenis pekerjaan yang sama antara orang A dan B, masing-masing memiliki pengalaman 10 tahun; bedanya A memiliki pengalaman lebih spesifik sesuai bidang yang ditangani, sedangkan B memiliki pengalaman beragam sedikit sekali yang berkaitan dengan bidang yang ditangani. Hasilnya A memiliki pertumbuhan produktivitas yang lebih banyak daripada B dalam kurun waktu yang sama, artinya pengalaman kerja profesi A lebih baik daripada B. Hubungan empirik pengalaman kerja profesi terhadap produktivitas kerja SDM dapat ditunjukkan dalam Gambar 4.86.





Gambar 4.85. Faktor-faktor yang mempengaruhi variabel Pengalaman Kerja sumber daya manusia dalam pemberlakuan standar mutu



Keterangan:
A = memiliki pengalaman kerja 10 tahun bersifat spesifik sesuai bidang yang ditangani
B = memiliki pengalaman kerja 10 tahun tidak bersifat spesifik

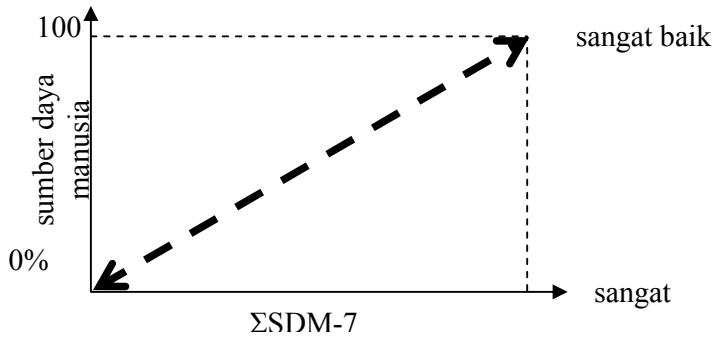
Sumber: Dessler (2005)

Gambar 4.86. Hubungan empirik pengalaman kerja profesi terhadap produktivitas kerja SDM

Berkaitan dengan parameter waktu dan spesialisasi pekerjaan yang ditangani, pengalaman kerja profesi seorang *engineer* atau tim *engineer* dalam satu unit kerja menurut Sukawan (2006) telah dikelompokkan dalam 3 (tiga) kategori, yaitu: (i) kategori belum profesional, kurang dari 5 (lima) tahun; (ii) kategori profesional, antara 5 (lima) dan 10 (sepuluh) tahun; dan (iii) kategori sangat profesional, lebih dari 10 (sepuluh) tahun. Bapekin (2001) menetapkan parameter waktu pengalaman kerja 5 (lima) sampai 10 (sepuluh) tahun sebagai rentang waktu optimal untuk menilai profesionalitas *engineer* atau kelompok *engineer* dalam menangani pekerjaan jalan dikaitkan dengan permasalahan teknis, sosial dan lingkungan. Pendapat tersebut diperkuat oleh Hidayat (2004) yang menyatakan bahwa dalam penilaian profesionalitas tenaga ahli untuk mendapatkan sertifikasi keahlian diperlukan data lama pengalaman kerja sesuai bidang keahlian yang dimiliki seorang *engineer*. Hidayat (2004) dan Sukawan (2006) juga menyimpulkan bobot penilaian terhadap pengalaman kerja profesi, yaitu: (i) pengalaman kerja kurang

dari 5 (lima) tahun diberi bobot 10%; (ii) pengalaman kerja antara 5 (lima) dan 10 (sepuluh) tahun diberi bobot 40%; dan (iii) pengalaman kerja lebih dari 10 (sepuluh) tahun diberi bobot 50%. Ukuran waktu di sini bukan waktu kalender tetapi waktu efektif operasional bekerja, artinya waktu nyata yang digunakan dalam melaksanakan pekerjaan sejenis dalam rentang waktu yang ditinjau. Misalnya seorang *engineer* memiliki pengalaman bekerja di bidang transportasi 8 (delapan) bulan dalam satu tahun tertentu yang terdiri atas 3 (tiga) bulan bekerja pada perencanaan geometrik jalan dan 5 (lima) bulan bekerja pada pengawasan peningkatan perkerasan jalan, maka waktu efektif operasional bekerja dalam pengendalian mutu jalan adalah 5 (lima) bulan bukan 8 (delapan) bulan.

Dari uraian pembahasan tersebut dapat disimpulkan bahwa indikator untuk mengukur kecenderungan pengaruh variabel Pengalaman Kerja Profesi terhadap kualitas SDM dalam pemberlakuan standar mutu perkerasan jalan adalah persentase (%) jumlah SDM yang memiliki pengalaman kerja profesi di bidang pengendalian mutu perkerasan jalan minimal 5 (lima) tahun dalam satu unit kerja pengendali mutu. Logika mengukur kecenderungan pengaruh variabel Pengalaman Kerja Profesi terhadap kualitas SDM dalam pemberlakuan standar mutu perkerasan jalan dapat ditunjukkan dalam Gambar 4.87.



$$\Sigma SDM\text{-}7 = \frac{\text{jumlah SDM berpengalaman di bidang pengendalian mutu perkerasan jalan minimal 5 tahun (orang)}}{\text{jumlah SDM dalam satu unit kerja pengendali mutu (orang)}}$$

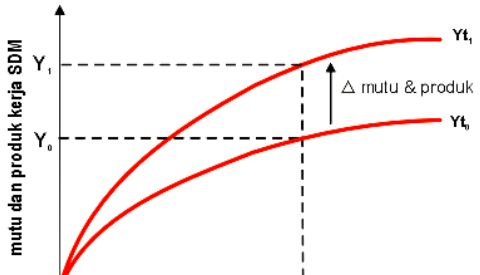
Gambar 4.87. Logika mengukur kecenderungan pengaruh variabel Pengalaman Kerja Profesi terhadap SDM dalam pemberlakuan standar mutu perkerasan jalan

d. Variabel *Training* Profesi. Hubeis & Mangkuprawira (2006) menyimpulkan beberapa faktor yang mempengaruhi kualitas SDM, yaitu: jenjang

pendidikan, ketrampilan, usia, pengalaman kerja, motivasi dan tingkat kesehatan. Faktor-faktor tersebut amat berpengaruh terhadap kinerja mutu SDM sehingga kecenderungan pengaruhnya perlu dikelola secara optimum, salah satunya yang sangat signifikan adalah jenjang pendidikan dan ketrampilan yang rendah perlu ditingkatkan melalui pelatihan atau *training*. Hubungan empirik pengaruh sebelum dan sesudah pelatihan (*training*) terhadap mutu dan produk SDM dapat ditunjukkan dalam Gambar 4.88. Dari Gambar 4.88 dapat dicermati bahwa sebelum pelatihan, mutu dan produk dengan jumlah SDM (S) sebesar Y_0; setelah diberikan pelatihan, mutu dan produk dengan jumlah SDM (S) meningkat menjadi Y_1. Dengan demikian makin banyak frekuensi pelatihan yang sesuai dengan bidang profesinya pada sejumlah SDM maka cenderung semakin tinggi pula mutu dan produktivitas SDM. Pendapat riset tersebut diperkuat oleh Akdere (2006) dalam Hubeis & Mangkuprawira (2006) yang menyimpulkan bahwa beberapa indikator mutu SDM adalah derajad pendidikan (pengetahuan), sikap, ketrampilan dan motivasi. Semakin tinggi derajad mutu SDM maka semakin tinggi pula produktivitas kerjanya. Derajad mutu SDM tidak dilahirkan secara alami tetapi dibentuk melalui proses yang sistemik. Salah satu pendekatan proses pembentukan derajad mutu SDM adalah melalui pelatihan berbasis kompetensi secara terencana dan berkesinambungan, sesuai dengan kebutuhan unit kerja. Dessler (2005) mengemukakan hasil risetnya tentang *training* untuk meningkatkan motivasi karyawan perusahaan jasa konstruksi, yang menyebutkan pelatihan berbasis kompetensi harus mencapai tiga tujuan, yaitu: (i) produk profesi, artinya pelatihan profesi harus mampu meningkatkan produk kerja; (ii) mutu profesi, artinya pelatihan (*training*) profesi harus mampu meningkatkan mutu kerja; dan (iii) motivasi profesi, artinya pelatihan profesi harus mampu meningkatkan motivasi kerja. Dengan demikian pelatihan profesi harus mampu mencapai kombinasi antara produk, mutu dan motivasi (lihat Gambar 4.89). Donald & Harvey (2006) dan Hubeis & Mangkuprawira (2006) merumuskan hubungan empirik pengaruh pelatihan terhadap peningkatan motivasi kerja sebelum dan sesudah pelatihan. Semakin banyak frekuensi pelatihan yang sesuai dengan kebutuhan pelatihan maka motivasi kerja cenderung meningkat (lihat Gambar 4.90) dan pada gilirannya semakin tinggi pula produktivitas SDM (lihat Gambar 4.88). Dari Gambar 4.90

dapat dilihat bahwa dengan pelatihan P_0, motivasi sejumlah SDM sebesar M_0; setelah diberikan tambahan pelatihan P_1, motivasi meningkat menjadi M_1. Hubungan empirik pengaruh perbaikan motivasi terhadap kinerja mutu dan produk kerja SDM dapat ditunjukkan dalam Gambar 4.91. Dari Gambar 4.91 dapat ditunjukkan bahwa sebelum ada program peningkatan motivasi, mutu dan produk sejumlah SDM (S) sebesar Y_0; setelah diberikan program peningkatan motivasi, mutu dan produk SDM meningkat menjadi Y_1. Semakin tinggi tingkat motivasi sejumlah SDM maka cenderung semakin tinggi pula mutu dan produk yang dihasilkannya, karena dalam motivasi terkandung keinginan seorang individu untuk bertindak yang lebih baik dari waktu-waktu sebelumnya (Moekijat, 2002). Berkaitan dengan pencapaian produk kerja dengan mutu yang maksimal, maka motivasi adalah proses atau faktor yang mendorong orang untuk bertindak atau berprilaku dengan cara tertentu yang mencakup: (i) pengenalan dan penilaian kebutuhan yang belum dipuaskan; (ii) penentuan tujuan yang akan memuaskan kebutuhan; dan (iii) penentuan tindakan yang diperlukan untuk memuaskan kebutuhan (Moekijat, 2002). Namun demikian apa yang dikemukakan Donald & Harvey (2006) tidak berlaku mutlak karena hasil riset hubungan antara tingkat hasil dan tingkat motivasi tidak selalu bersifat linier.

Moekijat (2002) telah meneliti hubungan kedua indikator tersebut yang hasilnya adalah tingkat hasil akan rendah pada tingkat motivasi yang rendah, mencapai maksimum dalam tingkat motivasi yang optimum (sedang) dan kemudian turun dalam tingkat-tingkat motivasi yang tinggi. Tingkat motivasi yang optimal (Moekijat, 2002) bukanlah motivasi yang paling tinggi dan bukan pula motivasi yang paling rendah. Apabila tugas dibuat agak lebih mudah, maka tingkat motivasi yang optimal bertambah, akan tetapi hanya ada suatu pengurangan tingkat hasil dalam tingkat-tingkat motivasi yang paling tinggi. Dalam motivasi yang sedang, subyek-subyek berusaha memecahkan masalah dengan cara yang rasional tinggi, akan tetapi dalam motivasi yang tinggi subyek-subyek menunjukkan hasil yang kurang efisien. Uraian di atas menunjukkan hasil yang tidak efektif dalam kondisi-kondisi motivasi yang sangat rendah atau yang sangat tinggi (Moekijat, 2002).



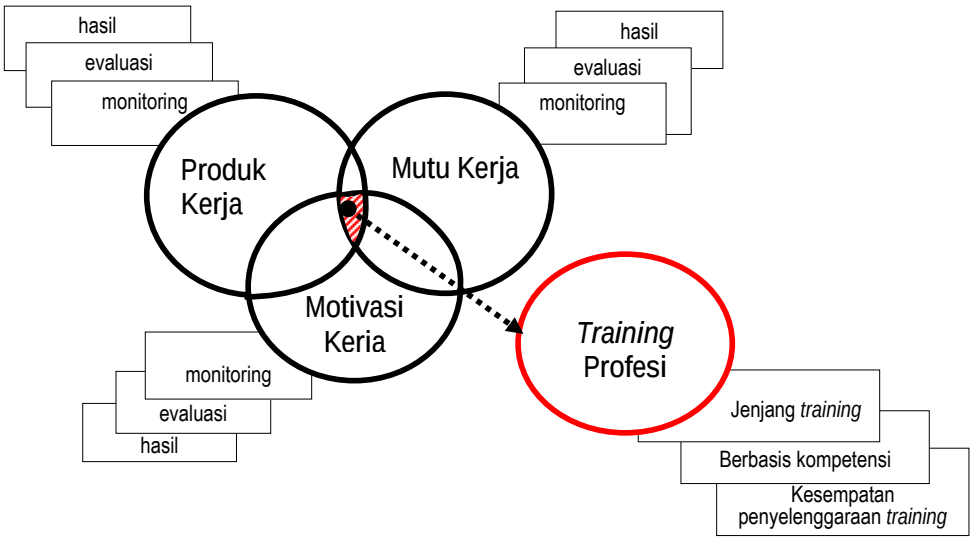
Keterangan:

Yt_0 = kurva mutu dan produksi SDM sebelum pelatihan (*training*)

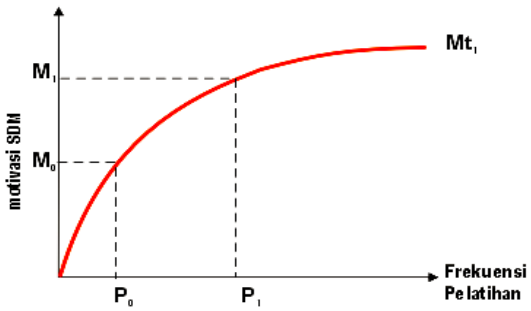
Yt_1 = kurva mutu dan produksi SDM sesudah pelatihan (*training*)

Sumber: Donald & Harvey (2006); Hubeis & Mangkuprawira (2006)

Gambar 4.88. Hubungan empirik pengaruh pelatihan (*training*) terhadap mutu dan produk SDM



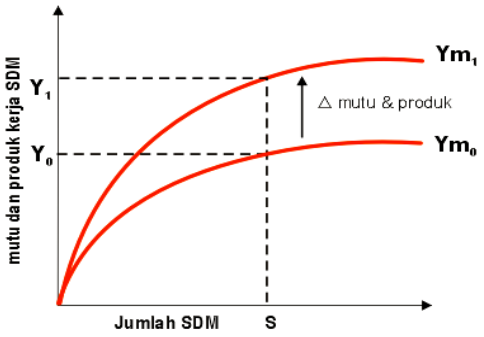
Gambar 4.89 *Training* profesi mencapai kombinasi antara produk, mutu dan motivasi terhadap kinerja SDM.



Keterangan:
Mt_0 = kurva motivasi dengan pelatihan (*training*)

Sumber: Donald & Harvey (2006); Hubeis & Mangkuprawira (2006)

Gambar 4.90. Hubungan empirik pengaruh pelatihan (*training*) profesi terhadap motivasi kerja SDM



Keterangan:
Ym_0 = kurva mutu dan produk SDM sebelum peningkatan motivasi
Ym_1 = kurva mutu dan produk SDM sesudah peningkatan motivasi

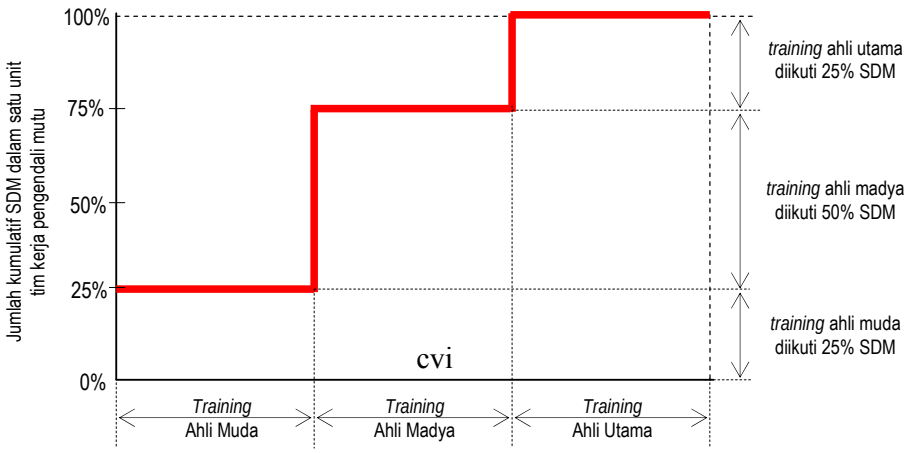
Sumber: Donald & Harvey (2006); Hubeis & Mangkuprawira (2006)

Gambar 4.91. Hubungan empirik peningkatan motivasi kerja terhadap mutu dan produk kerja SDM

Berkaitan dengan peningkatan mutu dan produk SDM dalam implementasi standar mutu perkerasan jalan, Sugiri (2006) menyatakan program-program pelatihan (*training*) profesi dapat mengurangi kesenjangan kompetensi antar *engineer* dalam satu unit kerja di lapangan. Makin banyak jumlah *training* profesi yang diikuti dalam satu tahun, maka makin banyak bukti aktualisasi kemampuan teknis (mutu) yang dimiliki oleh *engineer*. Bapekin (2001) menyatakan batasan standar minimal jumlah *training* profesi yang harus diikuti oleh *engineer* lapangan adalah dua kali per tahun atau empat kali dalam waktu tiga tahun sesuai bidang keahliannya. Undang-undang Republik Indonesia Nomor 18 Tahun 1999 tentang Jasa Konstruksi dan Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 28 Tahun 2000 tentang Penyelenggaraan Jasa Konstruksi, menyebutkan bahwa penyelenggaraan *training* profesi dilaksanakan oleh organisasi profesi yang memiliki akreditasi sebagai lembaga yang berhak memberikan sertifikasi keahlian. Berkaitan dengan kebutuhan peningkatan mutu SDM dalam bidang perkerasan jalan, HPJI (Himpunan Pengembang Jalan dan Jembatan Indonesia) sebagai badan sertifikasi keahlian bidang jalan dan jembatan melaksanakan program *training* rutin tahunan yang terdiri atas: (i) *training* ahli muda; (ii) *training* ahli madya; dan (iii) *training* ahli utama. *Training* ahli muda diberikan kepada *engineer* pemula, yang

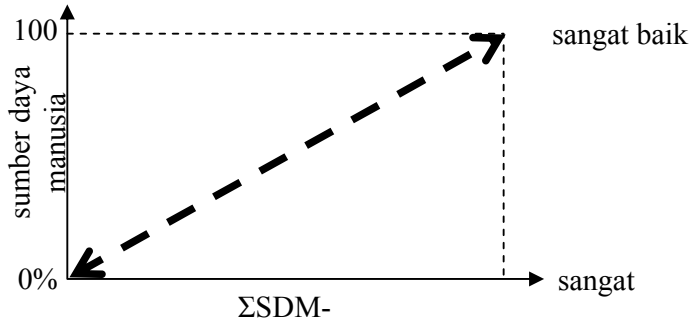
belum berpengalaman dalam pekerjaan ketekniksipilan di lapangan baik sebagai perencana, pengawas maupun pelaksana (Hidayat, 2004). Untuk *training* ahli madya diberikan kepada *engineer* atau tim kerja yang sudah memiliki pengalaman praktis di lapangan antara 5 (lima) sampai 15 tahun dan memiliki tanggung jawab komitmen dalam bidang keahliannya, misalnya *training* ahli madya yang diberikan kepada *engineer* yang sudah memiliki kualifikasi *quality engineer*. *Training* ahli utama diberikan kepada para *engineer* yang sudah senior (memiliki pengalaman minimal 15 tahun efektif di bidang keahliannya) dengan pendalaman materi manajemen jalan (*road management*) dan kebijakan teknis yang berkaitan dengan bidang keahliannya. Dalam rangka menyiapkan SDM industri jasa konstruksi menghadapi era globalisasi dan pertumbuhan otonomi daerah makin cepat, BPK-SDM (2006) telah membuat konsep tipikal kebutuhan *training* profesi untuk meningkatkan mutu SDM jasa konstruksi yang ditunjukkan dalam Gambar 4.92, terdiri atas: (i) *training* ahli muda, diikuti minimal 25% SDM dalam tiap satu unit kerja tim teknis; (ii) *training* ahli madya, diikuti minimal 50% SDM dalam tiap satu unit kerja tim teknis; dan (iii) 25% *training* ahli utama, diikuti minimal 25% SDM tiap satu unit kerja tim teknis. Dengan demikian dalam satu tim pengendali mutu perkerasan jalan diharapkan 50% dari jumlah SDM yang ada sudah pernah lulus dalam mengikuti *training* ahli madya bidang mutu perkerasan jalan.

Dari uraian pembahasan tersebut dapat disimpulkan bahwa indikator untuk mengukur kecenderungan pengaruh variabel *Training* Profesi terhadap mutu SDM dalam pemberlakuan standar mutu perkerasan jalan, adalah persentase (%) jumlah SDM yang pernah mengikuti minimal *training* ahli madya dalam satu unit kerja pengendali mutu. Logika untuk mengukur kecenderungan pengaruh variabel *Training* Profesi terhadap mutu SDM dapat ditunjukkan dalam Gambar 4.93.



Sumber: BPK-SDM (2006)

Gambar 4.92 Tipikal kebutuhan *training* profesi untuk meningkatkan mutu SDM



$$\Sigma SDM\text{-}8 = \frac{\text{jumlah SDM yang mengikuti minimal } \textit{Training} \text{ Ahli Madya dalam satu unit kerja (orang)}}{\text{jumlah SDM dalam satu unit kerja pengendali mutu (orang)}}$$

Gambar 4.93. Logika mengukur kecenderungan pengaruh variabel *Training* Profesi terhadap SDM dalam pemberlakuan standar mutu perkerasan jalan

3. Validasi pengelompokan variabel yang mempengaruhi utilisasi alat uji (UAU) dalam pemberlakuan standar mutu perkerasan jalan

Estimasi model faktor bagi aspek Utilisasi Alat Uji (UAU) pada mulanya dilakukan atas 12 macam variabel: (i) Ketersediaan Alat Uji; (ii) Kalibrasi Alat Uji; (iii) Spesifikasi Alat Uji sesuai RKS; (iv) Proses Pengadaan Alat Uji; (v) Kehandalan Alat Uji; (vi) Jangka Waktu Pemakaian; (vii) Manual atau Juknis Alat Uji; (viii) Independensi Pengujian; (ix) Kemampuan Teknisi; (x) Biaya Pengadaan Alat Uji; (xi) Suku Cadang Alat Uji; dan (xii) Pemeliharaan Alat Uji. Serangkaian pemeriksaan sebagaimana dilakukan pada estimasi model faktor yang sebelumnya, diperoleh hasil bahwa variabel Proses Pengadaan Alat Uji, variabel Jangka Waktu Pemakaian, dan variabel Biaya Pengadaan Alat Uji masing-masing memiliki nilai MSA di bawah 0,5. Berdasarkan hasil analisis awal ini, maka ketiga variabel terakhir ini tidak diikutkan dalam estimasi model faktor berikutnya. Hasil analisis awal ini memperkuat hasil verifikasi 240 pakar terhadap ketiga variabel tersebut, karena tidak lebih dari 60% responden yang ada tidak menyetujui ketiga variabel tersebut sebagai variabel penting yang mempengaruhi utilisasi alat uji (lihat

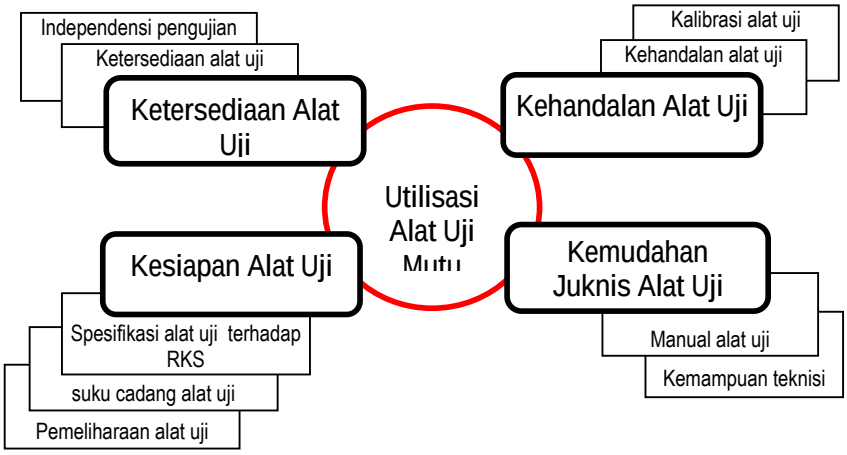
Gambar 4.44). Secara ringkas, model faktor yang dihasilkan pada aspek utilisasi alat uji dapat ditunjukkan dalam Tabel 4.16.

Tabel 4.17. Nilai korelasi variabel yang mempengaruhi utilisasi alat uji (UAU) terhadap 4 (empat) faktor yang terbentuk setelah dirotasi dengan metode *varimax*

Variabel	Faktor				*Commonality*
	1	2	3	4	
Ketersediaan alat uji	**0,585**	-0,211	0,234	0,482	0,586
Kalibrasi alat uji	0,433	**0,709**	-0,025	0,179	0,722
Spesifikasi alat uji sesuai RKS	0,202	0,032	**0,621**	0,242	0,683
Kehandalan alat uji	0,319	**0,632**	0,099	-0,170	0,732
Manual/Juknis alat uji	0,091	0,118	-0,043	**0,605**	**0,504**
Independensi pengujian	**0,801**	-0,333	-0,034	-0,105	**0,765**
Kemampuan teknisi	0,494	-0,357	-0,120	**0,794**	0,633
Suku Cadang alat uji	0,340	0,073	**0,765**	-0,149	0,579
Pemeliharaan alat uji	0,293	0,165	**0,521**	-0,067	0,553
Nilai *eigen* faktor 1 = 3,579, faktor 2 = 1,504, faktor 3 = 1,414, faktor 4 = 1,040 Variansi total yang dapat dijelaskan dengan 4 faktor = **64,561%.**					

Sebagaimana disajikan pada Tabel 4.16, model analisis dengan 4 (empat) faktor mampu menjelaskan 64,561% variansi total yang terdapat pada seluruh variabel. Keempat faktor ini merupakan hasil ekstraksi metode *principal component* dengan batasan nilai *eigen* minimal 1,0. Ditinjau dari nilai kebersamaannya (*commonality*) yang berkisar antara 0,504 hingga 0,765; model analisis faktor di atas masih dapat diterima dengan kualitas cukup. Rotasi nilai bobot dengan metode *varimax* menghasilkan koefisien korelasi tiap-tiap variabel terhadap keempat faktor yang terbentuk. Hampir seluruh variabel dapat ditentukan kecondongannya pada sebuah faktor tertentu secara jelas, kecuali variabel Ketersediaan Alat Uji yang hampir memiliki kecondongan yang sama pada Faktor ke-1 dan Faktor ke-4. Dengan membaca pola pengelompokan variabel-variabel terhadap faktor di atas, kiranya masih dapat diterima apabila Faktor ke-1 hingga ke-4 berturut-turut diinterpretasikan sebagai Faktor Ketersediaan Alat Uji, Faktor Kehandalan Alat Uji, Faktor Kesiapan Alat Uji, dan Faktor Kemudahan Juknis Alat Uji. Dengan demikian hasil analisis faktor telah menyeleksi dan mengelompokkan variabel-variabel pengaruh terhadap utilisasi alat uji dari semula 12 macam variabel menjadi

4 (empat) variabel baru. Keterkaitan 4 (empat) variabel tersebut dapat ditunjukkan dalam Gambar 4.94.

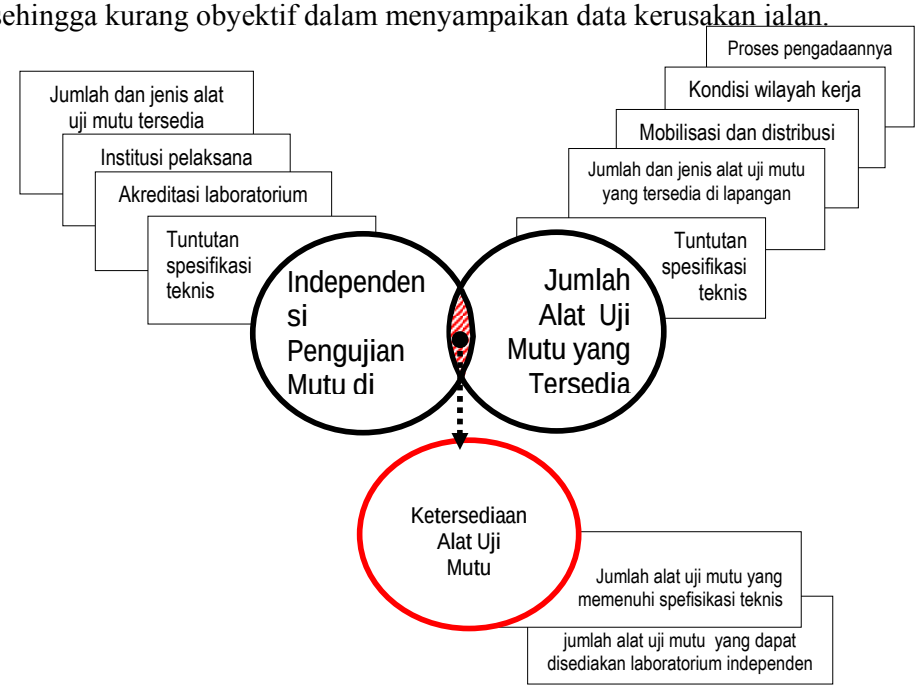


Gambar 4.94. Variabel-variabel dominan yang mempengaruhi faktor Utilisasi Alat Uji (UAU) mutu dalam pemberlakuan standar mutu perkerasan jalan

Hasil analisis faktor tersebut berkaitan erat dengan hasil riset Bennet *et al.* (2007) dan Paterson (2007.a) dalam laporan penelitiannya tentang *Data Collection Technologies for Road Management* di negara-negara Asia Pasifik, yang menyebutkan alat uji memiliki peranan penting untuk mendapatkan data performansi perkerasan jalan maupun data uji kekuatan struktur jalan sehingga dapat diprediksi alokasi anggaran dan ketepatan jadwal peningkatan dan pemeliharaan jalan. Kedua pakar tersebut menyimpulkan ada 4 (empat) aspek yang harus ada agar alat uji mutu dapat berfungsi dengan baik, yaitu: (i) kemudahan proses pengadaan alat uji mutu di lapangan; (ii) ketepatan kalibrasi alat uji mutu berkaitan dengan kehandalan alat uji; (iii) pemeliharaan alat uji mutu yang berkaitan dengan kesiapan alat uji; dan (iv) manual alat uji mutu yang sederhana dan mudah dipahami.

a. Variabel ketersediaan alat uji, berdasarkan hasil analisis faktor merupakan representasi dari variabel Jumlah Alat Uji yang Tersedia dan variabel Independensi Pengujian, kedua variabel ini memiliki karakter hampir sama satu sama lain yang tidak teramati. Gambar 4.95 menyajikan hubungan kedua variabel tersebut dalam membentuk variabel baru yang diberi nama variabel Ketersediaan Alat Uji Mutu. Hasil riset Bennett *et al* (2007) tentang *data collection technologies*

for road management di 21 negara menyimpulkan bahwa banyak faktor yang mempengaruhi independen pengujian mutu performansi perkerasan jalan khususnya di negara berkembang (termasuk Indonesia, Bangladesh, India, Cameroon, Papua New Guinea), antara lain: (i) tuntutan (kebutuhan mutlak) spesifikasi teknik yang disyaratkan dalam pekerjaan perkerasan jalan, ada 5/21 negara menunjukkan tidak adanya independensi lembaga uji mutu terhadap kerusakan jalan; dan (ii) institusi pelaksana pengujian independen, ada 9/21 negara menunjukkan lembaga pemerintah (*government*) masih mendominasi pengujian mutu sehingga kurang obyektif dalam menyampaikan data kerusakan jalan.



Gambar 4.95. Variabel-variabel yang berkorelasi membentuk variabel Ketersediaan Alat Uji Mutu

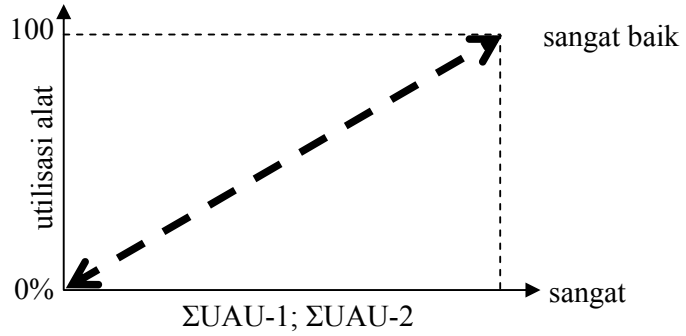
Berkaitan dengan program Departemen Pekerjaan Umum yang akan melaksanakan peningkatan dan pemeliharaan perkerasan jalan berbasis kinerja dan kompetensi, maka keberadaan lembaga pengujian mutu yang independen sangat diperlukan untuk dapat mensuplai jumlah alat uji mutu di wilayah kerja ketika utilisasi alat uji yang disediakan tim pengendali mutu tidak tercapai serta keberadaannya dapat sebagai referensi basis data (*benchmark*) bagi alat uji lain yang berada di laboratorium lapangan (Soenarno, 2006). Permasalahannya yang dihadapi lembaga uji mutu independen, menurut Soenarno (2006) maupun Sugiri (2006), antara lain: (i) keberadaannya terfokus di beberapa badan penelitian dan

pengembangan (balitbang) bidang perkerasan jalan milik pemerintah maupun perguruan tinggi, yang belum menyebar secara merata di semua wilayah propinsi; (ii) keterbatasan jumlah dan jenis alat uji mutu yang dimiliki sehingga kadang-kadang keberadaannya digunakan sebagai legalisasi hasil uji laboratorium lapangan (proyek); (iii) keterbatasan teknisi yang mengoperasikan alat uji sehingga berdampak terhadap kualitas data ukur yang dihasilkan; (iv) legalisasi keberadaannya masih banyak yang belum terakreditasi sehingga sulit untuk menempatkan posisinya sebagai lembaga pengujian mutu yang independen; dan (v) proses birokrasi yang memerlukan waktu yang lama sehingga kurang memberikan pelayanan teknis terhadap kebutuhan data ukur di lapangan. Hal tersebut berdampak memperlambat beberapa bagian pekerjaan lapangan yang hanya dapat dilanjutkan jika hasil uji mutu dinyatakan benar dan tepat sesuai spesifikasi teknis. Keterkaitan beberapa aspek yang mempengaruhi independensi pengujian mutu dapat ditunjukkan dalam Gambar 4.95.

Ketersediaan alat uji menurut Hartman *et al*. (2001) dapat diukur dari jumlah dan jenis alat uji mutu yang sesuai spesifikasi teknis yang tersedia di lapangan. Pengertian tersedia di sini dapat diartikan seperangkat alat uji beserta komponennya disediakan oleh satuan unit kerja pengendali mutu atau lembaga independen yang terkait di wilayah kerja. Hasil riset Paterson (2007.a) menyebutkan bahwa ketersediaan alat uji mutu di lapangan belum memberikan jaminan mutu dalam implementasi standar mutu karena banyak faktor yang harus dipertimbangkan, antara lain: (i) proses pengadaan, kepemilikannya dilakukan menyewa pihak lain atau milik sendiri dari tim pengendali mutu; (ii) kondisi wilayah kerja; (iii) mobilisasi dan distribusi, alat uji yang memerlukan skala uji 1:1 biasanya sulit dilakukan mobilisasi sampai wilayah kerja atau alat uji yang memiliki kerawanan presisi komponen mikronya akan sulit dimobilisasi; (iv) jumlah dan jenis alat uji mutu yang sering tidak lengkap sehingga utilisasinya rendah; dan (v) tuntutan spesifikasi teknis yang kadang-kadang tidak dapat dipenuhi oleh spesifikasi alat uji mutu walaupun jumlah dan jenisnya sudah sesuai kebutuhannya. Riset Paterson (2007.a) tersebut juga didukung oleh Bennett & McPherson (2005) yang menyatakan sering terjadi peralatan uji mutu di lapangan tidak berfungsi dengan baik meskipun jumlah dan jenisnya sudah memenuhi

standar mutu, hal ini disebabkan antara lain: (i) kehandalan alat uji tidak optimum karena ada kerusakan beberapa komponennya; (ii) peralatan sudah ada tetapi tidak dapat digunakan karena berbeda dengan spesifikasi teknis yang disyaratkan; (iii) peralatan uji mutu yang tersedia menghasilkan data ukur yang berbeda dengan hasil uji oleh laboratorium independen walaupun kualitas alat uji yang digunakan sama (iv) peralatan uji mutu yang tersedia belum pernah dikalibrasi kehandalannya; dan (v) beberapa peralatan uji mutu memerlukan pembebanan skala 1:1 yang sulit dilaksanakan di lapangan sehingga hasil uji mutu diragukan ketepatannya. Keterkaitan beberapa aspek yang mempengaruhi ketersediaan alat uji dapat ditunjukkan dalam Gambar 4.95.

Dari uraian pembahasan tersebut dapat disimpulkan bahwa antara variabel Jumlah Alat Uji Mutu yang Tersedia dan variabel Independensi Pengujian memiliki kesamaan karakter dalam hal jumlah alat uji mutu yang dapat disediakan di lapangan yang sesuai dengan spesifikasi tenis, sehingga kedua variabel ini dalam analisis faktor berkorelasi kuat membentuk variabel baru yang diberi nama variabel Ketersediaan Alat Uji Mutu. Indikator untuk mengukur kecenderungan pengaruh variabel Ketersediaan Alat Uji terhadap utilisasi alat uji mutu dalam pemberlakuan standar mutu perkerasan jalan, adalah: (i) persentase (%) jumlah alat uji mutu yang memenuhi spesifikasi teknis perkerasan jalan terhadap jumlah alat uji yang dibutuhkan oleh satu unit kerja pengendali mutu; dan (ii) persentase (%) jumlah alat uji yang dapat disediakan oleh laboratorium independen terhadap jumlah alat uji mutu yang dibutuhkan oleh satu unit kerja pengendali mutu. Logika mengukur kecenderungan pengaruh variabel Ketersediaan Alat Uji terhadap utilisasi alat uji mutu dapat ditunjukkan dalam Gambar 4.96.

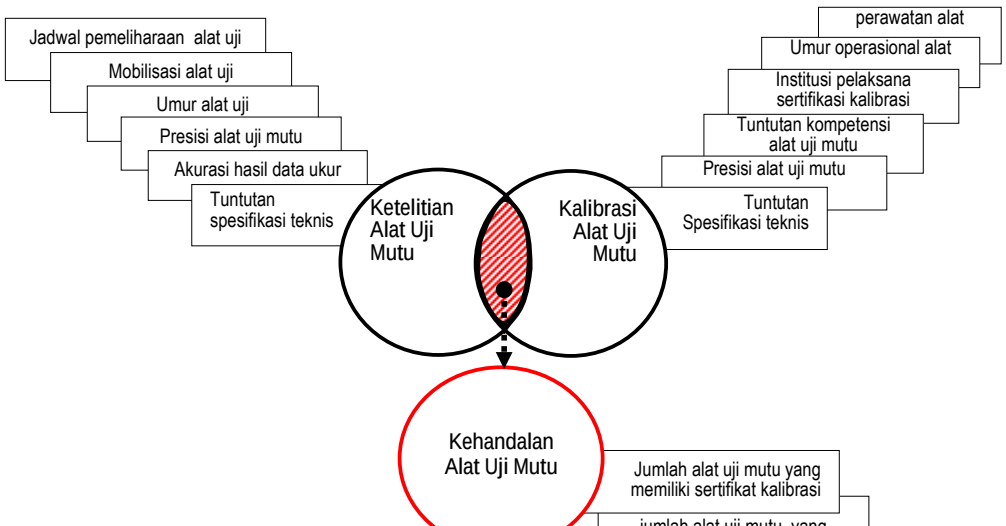


$$\Sigma UAU\text{-}1 = \frac{\text{jumlah alat uji mutu yang memenuhi spesifikasi teknis (unit)}}{\text{jumlah alat uji mutu yang diperlukan oleh satu unit kerja pengendali mutu (unit)}}$$

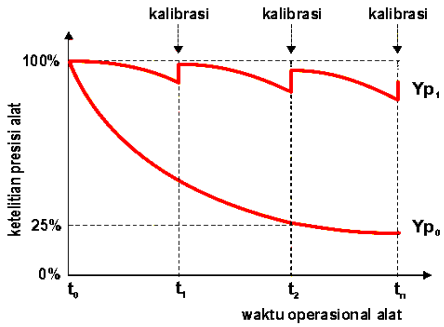
$$\Sigma UAU\text{-}2 = \frac{\text{jumlah alat uji mutu yang dapat disediakan oleh laboratorium independen pengujian mutu (unit)}}{\text{jumlah alat uji mutu yang diperlukan oleh satu unit kerja pengendali mutu (unit)}}$$

Gambar 4.96. Logika mengukur kecenderungan pengaruh variabel Ketersediaan Alat Uji terhadap utilisasi alat uji mutu dalam pemberlakuan standar mutu perkerasan jalan

b. Variabel kehandalan alat uji, berdasarkan hasil analisis faktor merupakan representasi dari variabel Kalibrasi Alat Uji dan variabel Ketelitian Alat Uji, kedua variabel ini memiliki karakter hampir sama satu sama lain yang tidak teramati. Hubungan keterkaitan kedua variabel tersebut ditunjukkan dalam Gambar 4.97. Hasil analisis faktor tersebut mendukung hasil riset Bennett *et al*. (2007) yang meneliti tentang hubungan empirik antara pemeliharaan dan umur operasional alat terhadap ketelitian presisi alat uji mutu perkerasan jalan, yang dilustrasikan dalam Gambar 4.98. Dari Gambar 4.98 dapat dicermati bahwa pada garis kurva Y_{P0} (ketelitian presisi alat uji dengan pemeliharaan buruk), makin bertambah umur operasional alat maka makin rendah ketelitian presisi alat uji karena selama umur operasional tidak dilakukan kalibrasi berkala terhadap referensi standar mutu alat uji, sehingga pada saat mendekati umur maksimalnya (t_n) maka tingkat ketelitiannya tersisa 25%. Pada garis Y_{P1} (ketelitian presisi alat uji dengan pemeliharaan baik), makin bertambah umur operasional alat uji maka tingkat ketelitian alat uji makin turun, begitu tingkat ketelitiannya sudah mencapai maksimum 90% pada umur t_1 maka langsung dilakukan kalibrasi alat terhadap referensinya, demikian juga ketika umur alat mencapai t_2 dilakukan kalibrasi berkala sampai pada umur alat mencapai t_n. Dengan demikian antara variabel Ketelitian alat uji dan variabel Kalibrasi alat uji memiliki karakter yang hampir sama sehingga kedua variabel memungkinkan berkorelasi kuat mempengaruhi kehandalan alat uji.



Gambar 4.97. Variabel-variabel yang berkorelasi membentuk variabel Kehandalan Alat U



Keterangan:

Yp_0 = kurva ketelitian presisi alat uji dengan pemeliharaan buruk
Yp_1 = kurva ketelitian presisi alat uji dengan pemeliharaan baik

Sumber: Bennett et al. (2007)

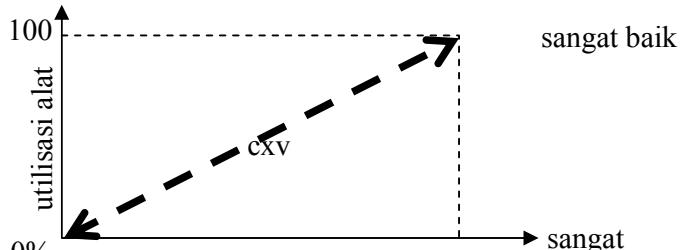
Gambar 4.98. Hubungan empirik pemeliharaan alat dan waktu operasional alat terhadap tingkat ketelitian presisi alat uji mutu

Hasil penelitian Bennett & Paterson (2000) tentang kalibrasi alat uji mutu perkerasan jalan dalam penyempurnaan HDM-4, menyatakan banyak faktor yang harus dicermati dalam kalibrasi alat uji mutu, antara lain: (i) program perawatan alat, ketepatan perawatan komponennya dapat mempertahankan presisi alat sehingga mampu meberikan data ukur yang akurat; (ii) umur operasional alat, makin lama umur pemakaian alat berpengaruh terhadap penurunan presisi alat kecuali ada pemeliharaan yang baik dan kalibrasi berkala; (iii) spesifikasi teknis yang menuntut diperlukannya presisi alat uji mutu handal sehingga dapat menghasilkan data ukur yang benar; (iv) kompetensi alat uji mutu dibuktikan dengan kelengkapan sertifikasi kalibrasi alat dari referensi standar alat tertentu yang sejenis. Watanatada *et al*. (1987) juga memperkuat pendapat Bennett & Paterson (2000) bahwa kalibrasi komponen alat uji mutu dilakukan untuk mendapatkan presisi alat uji yang akurat sehingga dapat mereduksi penyimpangan hasil uji mutu terhadap batasan toleransi standar mutu. Soenarno (2006) menambahkan bahwa sertifikasi bukti kalibrasi alat uji mutu merupakan salah satu indikator kompetensi

alat uji mutu, yang pelaksanaanya dilakukan oleh badan atau lembaga yang memiliki akreditasi Jaringan Kalibrasi Nasional (JKN). Dengan demikian indikator yang mudah diukur dari varibel Kalibrasi Alat Uji adalah jumlah alat yang memiliki sertifikasi kalibrasi yang masih berlaku dalam rentang waktu operasional tertentu.

Selain ditentukan oleh kalibrasi berkala, ketelitian alat uji mutu juga dipengaruhi oleh beberapa faktor lain, antara lain: (i) perubahan cuaca dan kondisi tempat kerja atau tempat penyimpanan alat uji, beberapa alat uji memiliki komponen yang harus disimpan dalam suhu ruang tertentu atau beberapa alat uji memerlukan suku cadang komponen alat dengan persyaratan tertentu; (ii) mobilisasi alat, beberapa alat uji sangat signifikan presisinya karena pergerakan pindah tempat sehingga perlu ada kalibrasi ulang jika alat uji mulai digunakan di lapangan; (iii) ketepatan pemeliharaan alat uji yang disesuaikan dengan umur operasional alat; (iv) kemampuan teknisi atau operator alat uji mutu, beberapa alat uji mensyaratkan sertifikasi ketrampilan khusus teknisinya untuk dapat mengoperasikan alat dengan tepat agar didapatkan data ukur yang akurat. Faktor-faktor tersebut sangat berpengaruh terhadap akurasi data ukur yang dihasilkan alat uji mutu walaupun sudah dilakukan kalibrasi secara rutin. Dengan demikian indikator yang mudah diukur dari variabel Ketelitian Alat Uji adalah jumlah alat yang mampu menghsilkan data ukur yang akurat sesuai spesifikasi teknis.

Dari uraian pembahasan tersebut dapat disimpulkan bahwa antara variabel Ketelitian Alat Uji dan variabel Kalibrasi Alat Uji memiliki karakter yang sama dalam hal pencapaian akurasi data ukur yang tepat, sehingga kedua variabel tersebut dalam analisis faktor berkorelasi kuat membentuk variabel baru, yang selanjutnya diberi nama variabel Kehandalan Alat Uji Mutu. Indikator untuk mengukur kecenderungan pengaruh variabel Kehandalan Alat Uji terhadap utilisasi alat uji mutu dalam pemberlakuan standar mutu perkerasan jalan, adalah: (i) persentase (%) jumlah alat uji mutu yang memiliki sertifikasi kalibrasi dari JKN terhadap jumlah alat uji mutu yang dibutuhkan dalam satu unit kerja pengendali mutu; dan (ii) persentase (%) jumlah alat uji yang menghasilkan data ukur yang akurat terhadap jumlah alat uji mutu yang dibutuhkan dalam satu unit kerja pengendali mutu. Logika mengukur kecenderungan pengaruh variabel Kehandalan Alat Uji terhadap utilisasi alat uji dapat ditunjukkan dalam Gambar 4.99.



$$\Sigma UAU\text{-}3 = \frac{\text{jumlah alat uji yang memiliki sertifikat kalibrasi JKN (unit)}}{\text{jumlah alat uji mutu yang diperlukan oleh satu unit kerja pengendali mutu (unit)}}$$

$$\Sigma UAU\text{-}4 = \frac{\text{jumlah alat uji yang menghasilkan data ukur akurat (unit)}}{\text{jumlah alat uji mutu yang diperlukan oleh satu unit kerja pengendali mutu (unit)}}$$

Gambar 4.99. Logika mengukur kecenderungan pengaruh variabel Kehandalan Alat Uji Mutu terhadap utilisasi alat uji dalam pemberlakuan standar mutu perkerasan jalan

c. Variabel kesiapan alat uji, berdasarkan hasil analisis faktor merupakan representasi dari variabel-variabel yang memiliki karakter yang hampir sama satu sama lain yang tidak teramati, yaitu: variabel Spesifikasi Alat Uji terhadap Spesifikasi Teknis, variabel Suku Cadang Alat Uji dan variabel Pemeliharaan Alat Uji. Hubungan keterkaitan ketiga variabel tersebut ditunjukkan dalam Gambar 4.100. Hasil analisis faktor ini mendukung penelitian Watanatada *et al*. (1987) dalam Griffis (1996) yang menyebutkan ada empat hal yang harus diteliti pada alat uji mutu sebelum digunakan, yaitu: (i) kesesuaian spesifikasi alat uji terhadap standar mutu yang diterapkan; (ii) kualifikasi teknisi atau laboran yang mengoperasikan alat uji; (iii) ketersediaan komponen pendukung peralatan jika terjadi kerusakan alat; (iv) jumlah dan jenis perawatan rutin yang sudah dilakukan terhadap alat uji; dan (v) frekuensi kalibrasi presisi komponen alat uji.

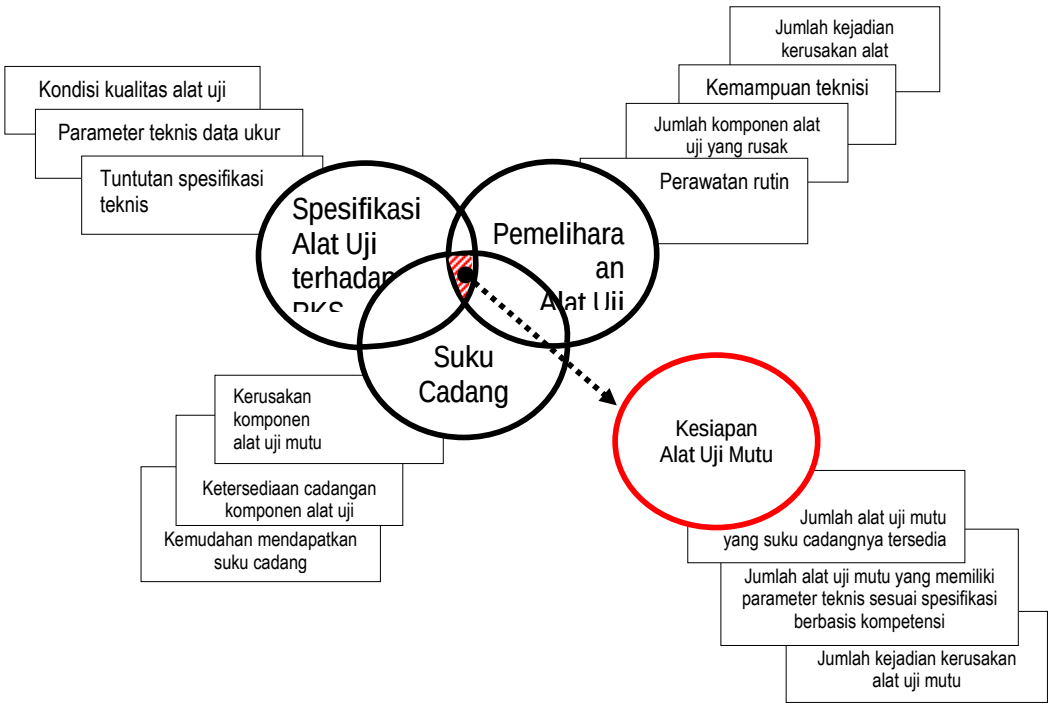
Sebagaimana dijelaskan dalam Gambar 4.98 bahwa tingkat ketelitian alat akan cenderung menurun jika tidak dilakukan pemeliharaan dari awal (t_o) hingga umur operasionalnya mncapai batas maksimumnya (t_n). Beberapa faktor yang harus diperhatikan dalam pemeliharaan alat uji mutu (Bennett, 2007.a & 2007.b), antara lain: (i) pengecekan ulang daftar kerusakan teknis komponen alat uji sebelum dan sesudah digunakan, selanjutnya dibandingkan dengan jam operasionalnya sehingga akan mudah untuk menentukan jadwal perawatannya; (ii) pencatatan frekuensi kejadian kerusakan peralatan pada saat proses pengujian atau pengambilan data ukur, data ini diperlukan untuk mencari solusi penyebab kerusakan dan kekepatan jadwal kalibrasi; (iii) adanya perbedaan fungsi kerja antara tim teknisi dan perawat alat, sehingga kadang-kadang peralatan sudah dirawat tetapi tidak mampu

menghasilkan data ukur yang akurat; dan (iv) perawatan rutin, perlu dilakukan perawatan ketika peralatan uji mutu dalam kondisi istirahat (tidak bekerja) terutama pada presisi komponen alat yang peka terhadap debu (kotoran), suhu udara, getaran, air hujan dan cahaya (terang atau gelap). Pengamatan empirik Soenarno (2006) di Direktorat Jenderal Bina Marga, menyebutkan bahwa sering terjadinya kerusakan alat uji mutu di lapangan disebabkan: (i) keterbatasan kualitas teknisi (SDM), pengadaan alat uji tidak dibarengi *training* pengoperasian alat serta didukung beberapa alat tidak dilengkapi petunjuk teknis yang mudah dipahami; (ii) kondisi lingkungan kerja di lapangan yang kurang mendukung akurasi presisi komponen ukur sehingga berdampak pada pengambilan sampel (benda uji) yang kurang tepat dan analisis data lapangan yang tidak valid; (iii) kepekaan teknisi yang masih kurang terhadap kerusakan dini alat uji sehingga kesulitan mendapatkan data historis kejadian kerusakan alat; (iv) mobilisasi alat uji yang tidak mempertimbangkan pengaruh getaran, suhu udara, air hujan dan cahaya sinar matahari. Dengan demikian indikator yang mudah diukur dari variabel Pemeliharaan Alat Uji adalah jumlah kejadian kerusakan alat uji selama proses pengujian mutu berlangsung.

Suku cadang alat uji merupakan variabel penting yang dipertimbangkan terhadap kesiapan alat uji, beberapa faktor yang mempengaruhi ketersediaan suku cadang pada alat uji (Hartman *et al*., 2001), antara lain: (i) kejadian kerusakan, beberapa komponen alat uji mengalami kerusakan yang tidak mampu diprediksi sebelumnya sehingga dapat berdampak pada keterlambatan pengambilan sampel uji dan ketidaktepatan analisis data ukur; dan (ii) proses pengadaan suku cadang, beberapa komponen alat uji tidak dapat diperoleh di pasaran wilayah kerja tetapi harus didatangkan dari negara luar sehingga dapat memperlambat keberlangsungan proses konstruksi. Sugiri (2006) melengkapi pendapat riset Hartman *et al*. (2000) tersebut, yang menyebutkan beberapa suku cadang komponen alat uji mutu perkerasan jalan di lapangan harus didatangkan dari luar negeri sehingga hal ini akan memperlambat pengujian mutu ketika terjadi kerusakan, terutama terjadi di kawasan pembangunan jalan yang sulit terjangkau aksesibilitasnya. Kondisi yang demikian menurut Sugiri (2006) akan berdampak penggunaan peralatan uji mutu duplikat (bukan asli) dengan presisi komponen yang kurang tepat, akibatnya

berdampak hasil data ukur kurang valid. Dengan demikian indikator yang mudah diukur dari variabel Suku Cadang Alat Uji adalah jumlah alat uji mutu yang suku cadangnya tersedia jika terjadi kerusakan di lapangan.

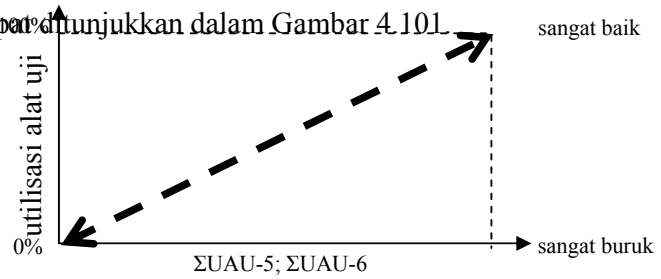
Hasil riset Bennett & McPherson (2005) menyimpulkan bahwa kesesuaian parameter teknis yang dimiliki alat uji terhadap parameter teknis yang disyaratkan dalam spesifikasi teknis sangat berpengaruh terhadap: (i) akurasi data ukur yang diperoleh selama proses pengujian, artinya dapat mereduksi sebesar-besarnya terhadap penyimpangan mutu; (ii) ketepatan proses pengujian sehingga tidak memperlambat pelaksanaan konstruksi yang berkelanjutan; dan (iii) keawetan komponen alat uji dari kerusakan karena utilisasinya sesuai standar mutu dalam spesifikasi teknis. Dengan demikian indikator yang mudah diukur dari variabel Kesesuaian Spesifikasi Alat Uji terhadap RKS (Rencana Kerja dan Syarat) adalah jumlah alat uji mutu yang memiliki parameter teknis yang sesuai dengan spesifikasi teknis pekerjaan yang ditetapkan di lapangan.



Gambar 4.100. Variabel-variabel yang berkorelasi membentuk variabel Kesiapan Alat Uji Mutu

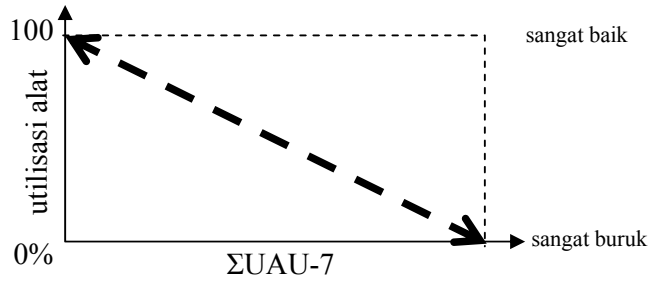
Dari uraian pembahasan tersebut dapat disimpulkan bahwa antara variabel Spesifikasi Alat Uji, variabel Pemeliharaan Alat Uji dan variabel Suku Cadang Alat Uji memiliki karakter hampir sama dalam hal persiapan alat uji sebelum digunakan

di lapangan, sehingga ketiga variabel dalam analisis faktor berkorelasi membentuk variabel baru yang diberi nama variabel Kesiapan Alat Uji. Indikator untuk mengukur pengaruh variabel Kesiapan Alat Uji terhadap utilisasi alat uji mutu dalam pemberlakuan standar mutu perkerasan jalan, adalah: (i) persentase (%) jumlah alat uji mutu yang suku cadangnya tersedia di lapangan terhadap jumlah alat uji mutu yang dibutuhkan dalam satu unit kerja pengendali mutu; (ii) persentase (%) jumlah alat uji mutu yang memiliki parameter teknis sesuai spesifikasi teknis terhadap jumlah alat uji mutu yang dibutuhkan dalam satu unit kerja pengendali mutu; dan (iii) persentase (%) jumlah kejadian kerusakan komponen alat uji mutu terhadap jumlah pengujian mutu yang dilakukan satu unit kerja pengendali mutu. Logika mengukur kecenderungan pengaruh variabel Kesiapan Alat Uji terhadap utilisasi alat uji dapat ditunjukkan dalam Gambar 4.101.



$$\Sigma UAU\text{-}5 = \frac{\text{jumlah alat uji mutu yang suku cadangnya tersedia (unit)}}{\text{jumlah alat uji mutu yang diperlukan oleh satu unit kerja pengendali mutu (unit)}}$$

$$\Sigma UAU\text{-}6 = \frac{\text{jumlah alat uji mutu yang memiliki parameter teknis sesuai dengan spesifikasi teknis (unit)}}{\text{jumlah alat uji mutu yang diperlukan oleh satu unit kerja pengendali mutu (unit)}}$$



$$\Sigma UAU\text{-}7 = \frac{\text{jumlah kejadian kerusakan alat uji mutu (kali)}}{\text{jumlah pengujian mutu yang dilakukan satu unit kerja pengendali mutu (kali)}}$$

Gambar 4.101. Logika mengukur kecenderungan pengaruh variabel Kesiapan Alat Uji Mutu terhadap utilisasi alat uji mutu dalam pemberlakuan standar mutu perkerasan jalan

d. Variabel kemudahan juknis alat uji, berdasarkan hasil analisis faktor merupakan representasi dari variabel Manual Alat Uji dan variabel Kemampuan Teknisi, kedua variabel ini memiliki karakter yang hampir sama satu sama lain

Kondisi wilayah kerja
Pengalaman kerja
Proses pengadaan
Kesesuaian dengan standar mutu

yang tidak teramati. Hubungan keterkaitan kedua variabel tersebut ditunjukkan dalam Gambar 4.102.

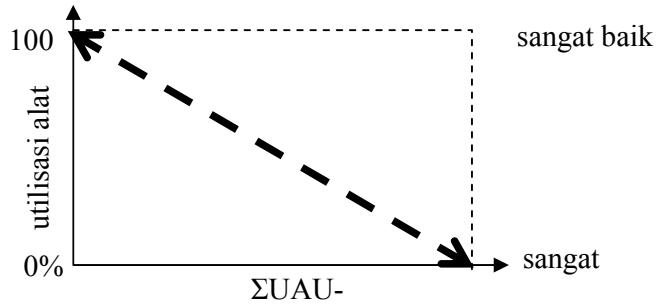
Gambar 4.102. Variabel-variabel yang berkorelasi membentuk variabel Kemudahan Juknis Alat Uji Mutu

Hasil analisis faktor tersebut mendukung hasil riset Ferguson & Teichoiz (1996), yang menyebutkan penggunaan alat uji mutu harus dilengkapi manual yang mudah dipahami dan tidak menimbulkan penafsiran ganda agar hasil pencapaian mutu tidak diragukan. Produktivitas pengujian alat uji meningkat tajam pada alat uji yang dilengkapi manual atau petunjuk teknis daripada alat uji yang tidak memiliki manual, artinya kemampuan teknisi akan lebih berdaya guna jika mengimplementasikan alat uji yang memiliki manual. Hasil riset tersebut diperkuat oleh Soenarno (2006) yang menyatakan bahwa petunjuk teknis (juknis) alat uji mutu harus mudah dikenali dan dipahami oleh teknisi alat uji karena teknisi berperan penting mengatur, mengoperasikan dan mengelola alat serta menganalisis hasil pembacaan alat uji. Teknisi alat uji mutu harus memiliki sertifikasi keterampilan khusus atau minimal sertifikasi ahli muda sesuai bidang pengendalian mutu agar tingkat kecermatan dalam mengoperasikan alat uji dapat menghasilkan data ukur yang akurat. Indikator kompetensi teknisi adalah seberapa besar kesalahan teknis yang dilakukan dalam melakukan pengujian mutu (Sukawan, 2006). Pendapat yang hampir sama dikemukakan oleh Bell & Plemmons (1995) yang menyatakan bahwa kompetensi teknisi atau operator alat uji merupakan faktor dominan yang menentukan pencapaian mutu pengujian (bobot 50%), selanjutnya diikuti kehandalan alat uji (bobot 30%) dan kelengkapan manual alat uji (20%).

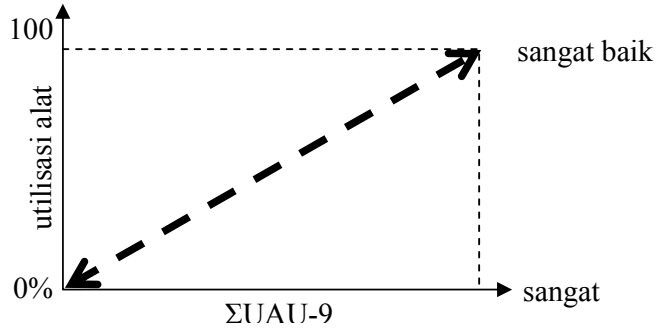
Oleh karena itu menurut Bapekin (2003) dalam sistem penilaian mutu konstruksi jalan, salah satu indikator penting adalah peningkatan kualitas teknisi atau operator melalui kegiatan *training* yang bersifat khusus (spesifik). Pendapat pakar tersebut diuraikan secara lebih luas oleh Mathis & Jackson (2002.b) yang menyimpulkan dalam suatu pengendalian mutu produk yang menggunakan peralatan mekanis maka peranan operator memegang kunci penting untuk menghasilkan produk yang efektif dan efisien. Hasil penelitian Mathis & Jackson (2002.b) menyebutkan bahwa makin banyak *training* yang diikuti operator maka makin sedikit kesalahannya dalam mengoperasikan alat sehingga biaya produksi dapat ditekan lebih rendah. *Training* yang dilakukan tersebut lebih menekankan pada penguasaan materi manual alat, termasuk di dalamnya memahami semua parameter teknis alat dan upaya-upaya solusi jika beberapa komponen alat mengalami gangguan atau kerusakan. Berkaitan dengan penjelasan Mathis & Jackson (2002.b), Palgunadi (2006) juga mengemukakan bahwa keberhasilan sosialisasi pemberlakuan standar mutu tidak hanya sebatas kelengkapan substansinya tetapi bagaimana seharusnya dapat dijelaskan pula manual alat penguji mutu yang mendukung standar mutu tersebut. Manual atau petunjuk teknis (juknis) alat uji mutu berisi tata cara prosedur atau proses pengoperasian alat dari persiapan, pengujian, pembacaan data dan pengembalian posisinya ke kondisi semula. Manual ini disusun dalam bahasa komunikasi yang sederhana sehingga teknisi mampu memahami dengan baik dan tepat. Berkaitan dengan uraian pendapat dan hasil riset para pakar tersebut, Bennett & McPherson (2005) telah merumuskan pemikiran tentang peranan teknisi alat uji mutu terhadap sistem manajemen mutu jalan di 13 negara (termasuk Indonesia), yang menyebutkan bahwa ada tiga faktor yang mempengaruhi kemampuan teknisi, yaitu: (i) kondisi dan pengalaman kerja profesi dalam bidang pengujian mutu; (ii) tuntutan kompetensi teknisi, yang diukur dari jumlah kejadian kesalahan pengujian mutu; dan (iii) *training* untuk mendapatkan sertifikasi ketrampilan. Selain itu, Bennett & McPherson (2005) juga merumuskan pemikiran tentang faktor-faktor yang mempengaruhi utilisasi manual alat uji, antara lain: (i) kelengkapan materi disampaikan dalam format yang mudah dipahami oleh teknisi dan sesuai dengan substansi standar mutu; (ii) substansi manual mudah dipahami dengan bahasa yang sederhana, terutama bagi negara sedang berkembang; (iii) proses pengadaanya

menjadi satu dengan pengadaan alat uji. Dengan demikian indikator yang mudah diukur dari variabel Kemampuan Teknisi adalah jumlah kejadian kesalahan teknisi dalam melaksanakan pengujian mutu; dan indikator untuk mengukur variabel Manual Alat Uji adalah jumlah substansi manual alat uji yang dapat dipahani oleh teknisi.

Dari uraian pembahasan tersebut, dapat disimpulkan bahwa antara variabel Teknisi Alat Uji dan variabel Manual Alat Uji memiliki karakter yang hampir sama dalam hal pencapaian pemahaman teknisi untuk mengoperasikan alat agar tidak terjadi kesalahan teknis atau *human error*, sehingga kedua variabel ini dalam analisis faktor berkorelasi membentuk variabel baru yang diberi nama variabel Kemudahan Juknis Alat Uji. Indikator untuk mengukur kecenderungan pengaruh variabel Kemudahan Juknis Alat Uji terhadap utilisasi alat uji mutu dalam pemberlakuan standar mutu perkerasan jalan, adalah: (i) persentase (%) jumlah kejadian kesalahan teknisi alat uji mutu terhadap jumlah pengujian mutu yang dilakukan oleh satu unit kerja pengendali mutu; dan (ii) persentase (%) jumlah bab atau bagian manual alat uji mutu yang dapat dipahami teknisi terhadap jumlah bab atau bagian yang ada dalam manual alat uji yang digunakan. Logika mengukur kecenderungan pengaruh variabel Kemudahan Juknis Alat Uji terhadap utilisasi alat uji dapat ditunjukkan dalam Gambar 4.103.



$$\Sigma UAU\text{-}8 = \frac{\text{jumlah kejadian kesalahan teknisi alat uji mutu (kali)}}{\text{jumlah kejadian pengujian mutu yang dilakukan satu unit kerja pengendali mutu (kali)}}$$



$$\Sigma UAU\text{-}9 = \frac{\text{jumlah bab (bagian) manual alat uji yang dapat dipahami teknisi (bab)}}{\text{jumlah bab (bagian) manual alat uji yang digunakan (bab)}}$$

Gambar 4.103. Logika mengukur kecenderungan pengaruh variabel Kemudahan Juknis Alat Uji Mutu terhadap utilisasi alat uji mutu dalam pemberlakuan standar mutu perkerasan jalan

4. Validasi pengelompokan variabel yang mempengaruhi utilisasi bahan uji (UBU) dalam pemberlakuan standar mutu perkerasan jalan

Analisis faktor bagi aspek Utilisasi Bahan Uji (UBU) pada mulanya dilakukan atas 12 macam variabel, yaitu: (i) Ketersediaan Bahan Uji; (ii) Kualitas Bahan Uji; (iii) Proses Pengadaan Bahan Uji; (iv) *Sampling* Pengujian; (v) Pengambilan *Sampling*; (vi) Lokasi Pengambilan *Sampling*; (vii) Ukuran *Sampling*; (viii) Frekuensi *Sampling*; (ix) Ketersediaan Bahan Lokal; (x) Kuantitas atau Volume Bahan Uji; (xi) Biaya Pengujian Bahan; dan (xii) Biaya Pengambilan *Sampling*. Serangkaian pemeriksaan sebagaimana dilakukan pada estimasi model faktor yang sebelumnya, diperoleh hasil analisis awal bahwa variabel Kuantitas atau Volume Bahan Uji, variabel Biaya Pengujian Bahan, variabel Biaya Pengambilan *Sampling* masing-masing memiliki nilai MSA di bawah 0,5. Berdasarkan hasil analisis awal ini, maka ketiga variabel terakhir ini tidak diikutkan dalam estimasi model faktor. Hasil analisis awal ini memperkuat hasil verifikasi 240 pakar terhadap ketiga variabel tersebut karena tidak lebih dari 50% responden yang ada tidak menyetujui ketiga variabel tersebut sebagai variabel yang mempengaruhi utilisasi bahan uji (lihat Gambar 4.47). Secara ringkas, model faktor yang dihasilkan pada aspek utilisasi bahan uji dijelaskan dalam Tabel 4.17.

Tabel 4.18. Nilai korelasi variabel pengaruh utilisasi bahan uji (UBU) terhadap 4 (empat) faktor yang terbentuk setelah dirotasi dengan metode *varimax*

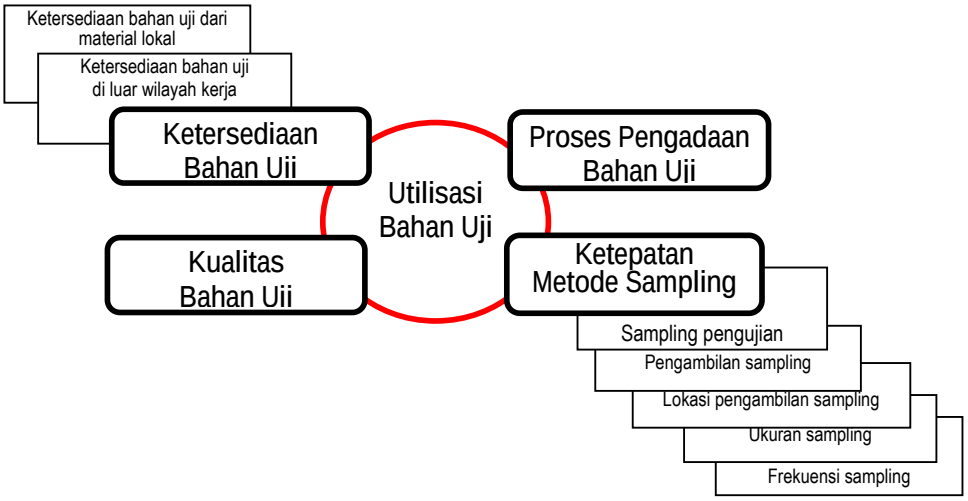
Variabel	Faktor				*Commonality*
	1	2	3	4	
Ketersediaan bahan uji	0,417	**0,528**	0,019	-0,020	0,635
Kualitas bahan uji	**0,608**	0,173	0,369	0,089	**0,517**
Proses pengadaan bahan uji	0,076	0,129	0,294	**0,650**	0,631
Sampling pengujian	0,443	0,305	**0,725**	-0,077	**0,726**

Pengambilan *sampling*	0,364	-0,488	**0,597**	-0,102	0,709
Lokasi pengambilan *sampling*	0,442	0,202	**0,680**	0,034	0,594
Ukuran *sampling*	0,197	0,316	**0,516**	-0,012	0,713
Frekuensi *sampling*	-0,266	0,346	**0,693**	0,057	0,636
Ketersediaan bahan lokal	0,114	**0,617**	0,309	-0,134	0,616
Nilai *eigen* faktor 1 = 4,679, faktor 2 = 1,818, faktor 3 = 1,101, faktor 4 = 1,029 Variansi total yang dapat dijelaskan dengan 4 faktor = **81,893%.**					

Dari Tabel 4.17 dapat dicermati bahwa 4 (empat) faktor mampu menjelaskan 81,893% variansi total yang terdapat pada seluruh variabel, merupakan hasil ekstraksi metode *principal component* dengan batasan nilai *eigen* minimal 1,0. Nilai kebersamaannya (*commonality*) berkisar antara 0,517 hingga 0,726; sehingga model faktor di atas dapat diterima dengan kualitas baik. Rotasi nilai bobot dengan metode *varimax* menghasilkan koefisien korelasi tiap-tiap variabel terhadap keempat faktor yang terbentuk. Hampir semua variabel dapat ditentukan kecondongannya pada sebuah faktor tertentu secara jelas. Dengan membaca pola pengelompokan variabel-variabel terhadap faktor di atas, maka Faktor ke-1 hingga ke-4 berturut-turut diinterpretasikan sebagai Faktor Kualitas Bahan Uji, Faktor Ketersediaan Bahan Uji, Faktor Ketepatan Metode *Sampling*, dan Faktor Proses Pengadaan Bahan Uji.

Hasil analisis faktor tersebut mendukung penelitian Saputro (2006) yang menyatakan bahwa ada 3 (tiga) variabel yang berpengaruh terhadap penggunaan material dalam pengendalian mutu perkerasan jalan di lapangan, di wilayah D.I. Yogyakarta, yaitu: (i) variabel Kualitas Bahan Uji; (ii) variabel Durasi Pengambilan Bahan Uji; dan (iii) variabel Kecukupan Volume Bahan Uji. Ketiga variabel ini, menurut Saputro (2006) memiliki bobot pengaruh masing-masing 64,95%; 18,56% dan 18,56% terhadap keputusan *engineer* dalam memilih dan menggunakan bahan uji untuk mengendalikan mutu perkerasan jalan. Jika dibandingkan antara hasil analisis faktor (Tabel 4.17) dengan hasil penelitian Saputro (2006), tampak ada beberapa kesamaan variabel yang dihasilkan, yaitu variabel Durasi Pengambilan Bahan Uji hampir sama dengan variabel Ketepatan Metode *Sampling*; variabel Kecukupan Volume Bahan Uji hampir sama dengan variabel Ketersediaan Bahan Uji. Pada prinsipnya hasil analisis faktor tersebut juga sesuai dengan hasil riset

Bennett & McPherson (2005) tentang *Data Collection Technologies for Road Management* di 21 negara Asia Pasifik, yang menyebutkan bahwa kunci keberhasilan pengolahan data ukur tergantung kondisi peralatan pengambilan sampel uji (*sampling equipment*), mutu material uji, metode *sampling*, pengadaan alat dan bahan uji, dan kesesuaian material uji dengan material konstruksi. Secara ringkas keterkaitan antar variabel tersebut ditunjukkan dalam Gambar 4.104. Sependapat dengan hasil riset Bennett & McPherson (2005), maka Biatna dkk. (2005) menyimpulkan bahwa utilisasi bahan uji sangat tergantung ketepatan metode sampling sehingga pengambilan *sampling* akan dapat mewakili luasan atau volume populasi. Ketepatan metode *sampling* meliputi: (i) ukuran *sampling*; (ii) lokasi *sampling*; (iii) frekuensi *sampling*; dan (iv) jumlah *sampling*.

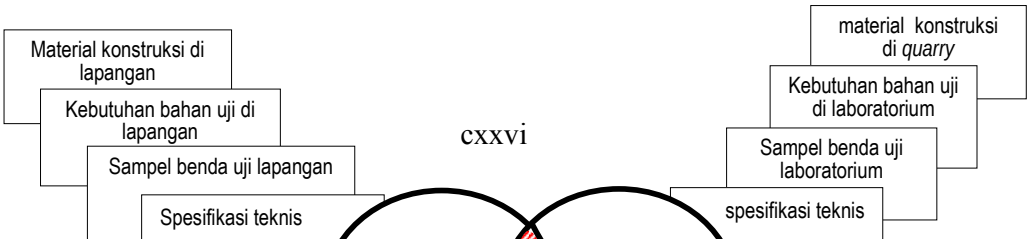


Gambar 4.104. Variabel-variabel dominan yang mempengaruhi faktor Utilisasi Bahan Uji (UBU) dalam pemberlakuan standar mutu perkerasan jalan

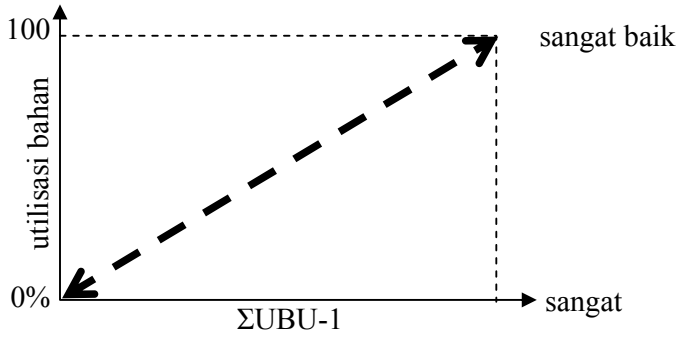
a. Variabel kualitas bahan uji, menurut Bennett & McPherson (2005) dimaksudkan sebagai kesesuaian antara mutu bahan yang diuji di laboratorium dengan mutu material konstruksi yang ada di lapangan (misalnya sumber material), artinya mutu bahan uji harus merepresentasikan kualitas bahan konstruksi secara keseluruhan. Bahan uji maupun bahan konstruksi, keduanya harus memenuhi standar mutu yang sama, sehingga beberapa aspek yang harus dipertimbangkan ketika akan menetapkannya, antara lain: (i) tuntutan spesifikasi teknis yang disyaratkan; (ii) jumlah sampel benda uji masing-masing di laboratorium dan di

lapangan; (iii) kebutuhan total bahan uji di laboratorium; dan (iv) kebutuhan total material konstruksi di lapangan. Tingkat kepentingan pengaruh variabel Kualitas Bahan Uji ini, diperkuat oleh Sugiri (2006) yang menyatakan bahwa dalam konstruksi perkerasan jalan yang berbasis kinerja disyaratkan mutlak kesesuaian kualitas bahan uji dengan material perkerasan di lapangan, sehingga akan tercapai mutu yang tepat. Beberapa fakta di lapangan menurut Sugiri (2006) sering terjadi kualitas bahan uji yang dikirim ke laboratorium berbeda dengan material perkerasan yang digunakan di lapangan sehingga terjadi perbedaan data ukur antara laboratorium dan lapangan. Perbedaan ini yang menyebabkan terjadinya kesalahan administrasi teknis proyek ketika serah terima pekerjaan antara pelaksana dan pemberi pekerjaan. Pendapat Bennett & McPherson (2005) tersebut diperjelas oleh Soenarno (2006), yang menyatakan bahwa langkah awal yang harus dipenuhi dalam penggunaan bahan uji adalah kuantitas dan kualitas bahan uji yang dikirimkan ke lembaga penguji independen harus mampu mengevaluasi kompetensi mutu bahan perkerasan, tetapi di dalam penerapannya sering menghadapi penyimpangan-penyimpangan mutu, antara lain: (i) tidak ada kesesuaian antara mutu material dengan tuntutan spesifikasi teknis; (ii) tidak ada kesesuaian mutu material uji dengan material konstruksi di sumber material (*quarry);* (iii) tidak ada kesesuaian material uji di laboratorium dengan mutu material konstruksi yang diuji di lapangan, sehingga sering terjadi perbedaan data ukur antara lapangan dan laboratorium. Dengan demikian korelasi antara mutu bahan uji dan mutu material konstruksi menjadi bagian yang penting untuk mengevaluasi kualitas bahan uji yang akan digunakan, hubungan keterkaitan ini ditunjukkan dalam Gambar 4.105.

Dari uraian pembahasan tersebut dapat disimpulkan bahwa indikator yang tepat untuk mengukur kecenderungan pengaruh variabel Kualitas Bahan Uji terhadap utilisasi bahan uji dalam pemberlakuan standar mutu perkerasan jalan, adalah: persentase (%) jumlah bahan uji yang memiliki standar mutu yang sesuai dengan spesifikasi teknis terhadap jumlah total bahan uji yang dibutuhkan pada jenis pengujian mutu tertentu. Logika mengukur kecenderungan pengaruh variabel Kualitas Bahan Uji terhadap utilisasi bahan uji dapat ditunjukkan dalam Gambar 4.106.



Gambar 4.105. Kesesuaian antara benda uji di laboratorium dan lapangan terhadap variabel Kualitas Bahan Uji



$$\Sigma UBU\text{-}1 = \frac{\text{jumlah bahan uji yang memenuhi spesifikasi teknis (kg)}}{\text{jumlah total bahan uji yang dibutuhkan dalam pengujian mutu tertentu (kg)}}$$

Gambar 4.106. Logika mengukur kecenderungan pengaruh variabel Kualitas Bahan Uji terhadap utilisasi bahan uji dalam pemberlakuan standar mutu perkerasan jalan

b. Variabel ketersediaan bahan uji, berdasarkan hasil analisis faktor (Tabel 4.17) merupakan representasi antara variabel Ketersediaan Bahan Uji dan variabel Ketersediaan Bahan Lokal, kedua variabel ini memiliki karakter hampir sama satu sama lain yang tidak teramati. Hubungan keterkaitan kedua variabel tersebut ditunjukkan dalam Gambar 4.107.

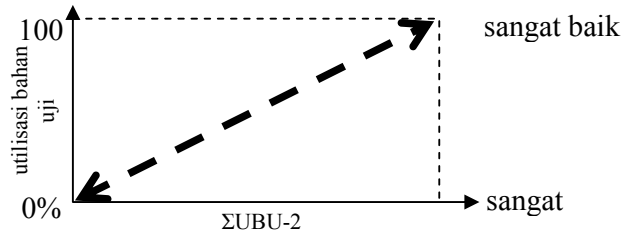
Bahan uji dapat diperoleh dari bahan lokal maupun bahan lain yang didatangkan dari luar wilayah kerja, yang keduanya harus memenuhi kebutuhan

bahan uji yang merepresentasikan total material konstruksi (Soenarno, 2006). Pendapat Soenarno (2006) diperjelas oleh Sjahdanulirwan (2006.b) yang menyatakan peranan otonomi daerah menuntut untuk menggali sumber bahan lokal sebagai bahan perkerasan jalan dengan tetap mempertimbangkan aspek kualitas sebagai penyaring untuk ketepatan pencapaian mutu. Ketersediaan bahan uji, menurut Harris & McCaffer (2001) dalam Dewantoro (2006) adalah jumlah bahan uji yang harus disiapkan dan merupakan representasi dari kebutuhan material konstruksi jalan. Pendapat ini diperkuat oleh Andriyanto (2005) yang menyatakan bahwa konstruksi jalan bersifat horisontal yang memanjang sehingga perbedaan kualitas material sepanjang konstruksi jalan akan berbeda-beda (sulit diperoleh homogenitas) karena faktor lingkungan dan pelaksanaan yang tidak pernah sama dalam tiap *stationing* jalan sehingga hal ini berpengaruh terhadap penyediaan bahan uji. Penyediaan bahan uji sebenarnya tidak dipermasalahkan asal-usulnya, artinya bahan lokal memiliki peluang besar dapat digunakan asalkan memenuhi spesifikasi teknis, kata kuncinya adalah spesifikasi teknis bukan volume bahan lokal yang tersedia (Sjahdanulirwan, 2006.b). Pada penerapan konsep pembangunan jalan berbasis kompetensi kinerja, tuntutan penggunaan material lokal yang memenuhi spesifikasi teknis merupakan tantangan tersendiri dalam menciptakan inovasi-inovasi komposisi modifikasi material lokal dengan material lain di luar wilayah kerja (Sugiri, 2006). Dari Gambar 4.107 dapat dicermati bahwa beberapa aspek yang harus dipertimbangkan dalam penggunaan bahan lokal sebagai bahan uji, antara lain: (i) berapa kebutuhan material konstruksi, sehingga dapat dihitung berapa material lokal yang harus disediakan; (ii) berapa kebutuhan total benda uji; (iii) berapa sampel benda uji yang masih memungkinkan; (iv) berapa dari sampel benda uji yang dapat diuji di laboratorium; (v) bagaimana kebijakan lokal yang menuntut penggunaan bahan lokal; dan (vi) aplikasi spesifikasi teknis tetap berlaku sama dan seragam. Dengan demikian indikator yang dapat diukur dari variabel Ketersediaan Bahan Uji adalah jumlah benda uji yang dapat disediakan baik bahan lokal maupun bahan lain asal memenuhi spesifikasi teknis.

Dari uraian pembahasan tersebut dapat disimpulkan bahwa antara variabel Ketersediaan Bahan Uji dan variabel Ketersediaan Bahan Lokal memiliki karakter yang hampir sama dalam hal ketepatan jumlah dan mutu bahan uji yang

merepresentasikan kebutuhan material konstruksi, sehingga dalam analisis faktor kedua variabel berkorelasi membentuk variabel baru yang diberi nama variabel Ketersediaan Bahan Uji. Indikator untuk mengukur kecenderungan pengaruh variabel Ketersediaan Bahan Uji terhadap utilisasi bahan uji dalam pemberlakuan standar mutu perkerasan jalan adalah: (i) persentase (%) jumlah bahan uji yang dapat disediakan terhadap total kebutuhan bahan uji mutu; dan (ii) persentase (%) jumlah bahan uji dari bahan lokal yang memenuhi standar mutu yang sesuai spesifikasi terknis yang dapat disediakan terhadap total kebutuhan bahan uji mutu. Logika mengukur kecenderungan pengaruh variabel Ketersediaan Bahan Uji terhadap utilisasi bahan uji ditunjukkan dalam Gambar 4.108.

Gambar 4.107. Variabel-variabel yang berkorelasi membentuk variabel Ketersediaan Bahan Uji terhadap utilisasi bahan uji



$$\Sigma UBU\text{-}2 = \frac{\text{jumlah bahan uji yang dapat disediakan (kg)}}{\text{jumlah total bahan uji yang dibutuhkan dalam pengujian mutu tertentu (kg)}}$$

$$\Sigma UBU\text{-}3 = \frac{\text{jumlah bahan uji dari bahan lokal yang memenuhi spesifikasi teknis (kg)}}{\text{jumlah total bahan uji yang dibutuhkan dalam pengujian mutu tertentu (kg)}}$$

Gambar 4.108. Logika mengukur kecenderungan pengaruh variabel Ketersediaan Bahan Uji terhadap utilisasi bahan uji dalam pemberlakuan standar mutu perkerasan jalan

c. Variabel ketepatan metode *sampling*, berdasarkan hasil analisis faktor merupakan representasi dari beberapa variabel yang memiliki karakter yang hampir

sama satu sama lain yang tidak teramati, yaitu: (i) variabel *Sampling* Pengujian; (ii) variabel Pengambilan *Sampling*; (iii) variabel Lokasi Pengambilan *Sampling*; (iv) variabel Ukuran *Sampling*; dan (v) variabel Frekuensi *Sampling*. Hubungan keterkaitan beberapa variabel tersebut dapat ditunjukkan dalam Gambar 4.109.

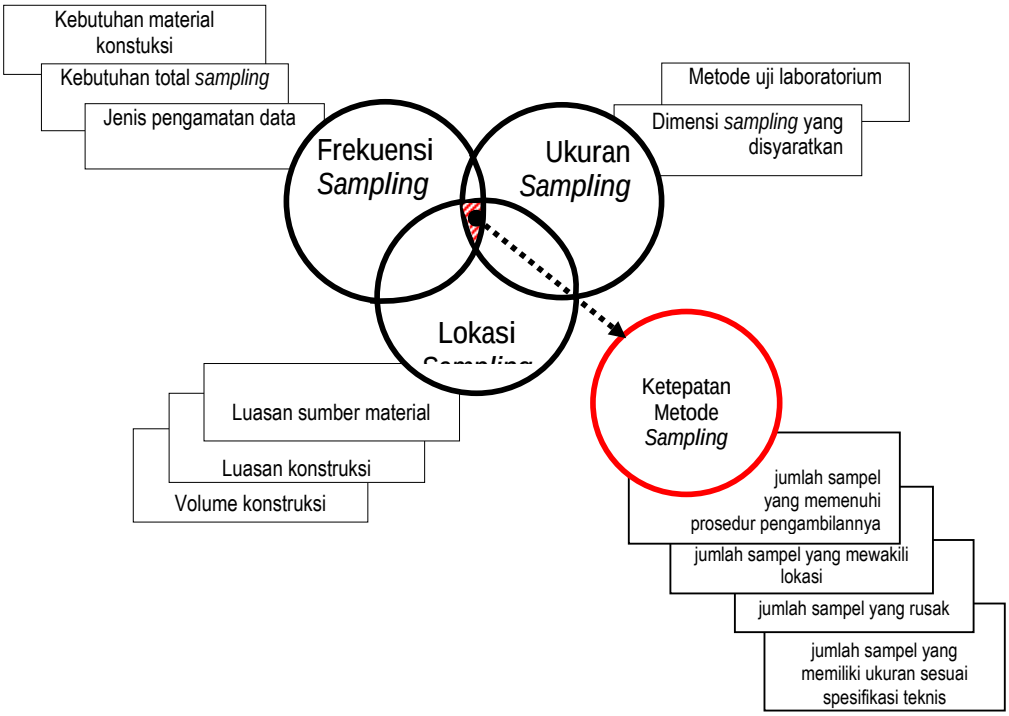
Hasil analisis faktor tersebut memperkuat penelitian Harris & McCaffer (2001) dan Biatna dkk. (2005) yang menyebutkan bahwa untuk mendapatkan kesesuaian antara bahan uji dengan sumber material atau material konstruksi perlu dilakukan ketepatan metode *sampling*, yang meliputi lokasi pengambilan *sampling*, variasi ukuran *sampling* dan frekuensi *sampling*. Hudson *et al*. (1997) memperkuat pendapat tersebut dikaitkan sering terjadinya pengambilan bahan uji yang dilakukan di lokasi sumber material belum merepresentasikan luasan dan kebutuhan material secara menyeluruh, sehingga data ukur yang dihasilkan dari pengujian mutu belum mewakili mutu konstruksi. Kondisi demikian lebih banyak terjadi pada konstruksi yang sifatnya meluas dan memanjang datar seperti konstruksi jalan, sehingga ketepatan metode *sampling* mutlak diperlukan. Biatna dkk. (2005) menyatakan bahwa keberhasilan suatu penelitian untuk menguji mutu suatu produk sangat ditentukan oleh besarnya *sampling* pengujian, artinya berapa persen jumlah sampel benda uji yang dapat diuji terhadap kebutuhan total *sampling*. Makin banyak jumlah sampel benda uji yang diambil terhadap kebutuhan total *sampling* maka makin representatif terhadap mutu konstruksi. Hudson *et al*. (1997) dan Sjahdanulirwan (2006.b) yang mengemukakan bahwa pencapaian mutu pengujian lebih dipengaruhi oleh jumlah sampel yang menghasilkan data ukur yang sesuai spesifikasi teknis, bukan jumlah benda ujinya. Harris & McCaffer (2001) memperkuat pendapat Biatna dkk. (2005), yang menyatakan bahwa pencapaian mutu pengujian material selain ditentukan oleh ketepatan metode *sampling* pengujiannya juga ditentukan oleh ketepatan lokasi *sampling*, artinya lokasi pengambilan sampel benda uji harus merepresentasikan luasan dan volume pekerjaan fisik. Pada proses pencampuran bahan susun perkerasan jalan yang mendatangkan bahan susun dari berbagai sumber material, maka minimal 3 (tiga) sampel harus diambil dari tiap sumber material sehingga akan memudahkan mencari solusi jika bahan perkerasan jalan yang terpilih tidak mencapai mutu yang ditargetkan (Balitbang Departemen PU, 2005.d; Dewantoro, 2006). Variabel lain

yang tidak kalah penting adalah variabel Frekuensi *Sampling*, menurut Nazir (2004) disebutkan bahwa frekuensi pengambilan sampel berpengaruh terhadap kecepatan dan ketepatan penyediaan jumlah sampel yang diuji, frekuensi pengambilannya tidak boleh kurang dari persyaratan minimal yang diperlukan. Untuk mempermudah memahami pendapat Nazir (2004) dapat diambil contoh kasus, misalnya pengamatan data ukur pengaruh lama perendaman terhadap kinerja stabilitas campuran bahan perkerasan beraspal, maka frekuensi pengambilan data ukur per rentang waktu yang ditentukan harus tepat. Selisih waktu antara waktu yang ditentukan dengan waktu pembacaan data ukur, akan berpengaruh terhadap hasil analisis mutu. Kegagalan pengujian mutu terhadap sampel uji yang terkirim sering terjadi di lapangan karena adanya perbedaan ukuran *sampling* yang diambil terhadap kebutuhan dimensi *sampling* yang disyaratkan (Sugiri, 2006). Kasus ini banyak dijumpai pada pengambilan sampel tanah uji CBR laboratorium, ukuran besar kecilnya dimensi sampel tidak memenuhi kebutuhan metode uji CBR. Kesalahan prosedur pengambilan sampel benda uji berdampak sampel benda uji tidak dapat dipakai atau mengalami kerusakan sehingga akan mengurangi akurasi hasil pengujian mutu.

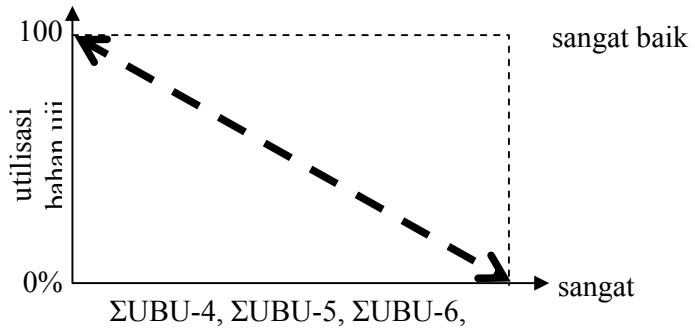
Hasil riset para pakar tersebut jika dikaitkan dengan hasil penelitian Bennett & McPherson (2005) maupun Paterson & Seullion (1999) yang bersama-sama meneliti dan mengumpulkan data kinerja mutu perkerasan jalan di 15 negara Asia Pasifik untuk kepentingan Bank Dunia, telah menyimpulkan bahwa kualitas data ukur di lapangan sangat ditentukan oleh tiga variabel, yaitu: (i) frekuensi *sampling*, berkaitan dengan pengambilan *sampling* dan jenis pengamatan data (misal: data ukur yang diamati pada rentang waktu tertentu, data ukur yang diamati pada rentang suhu udara tertentu, data yang diukur pada nilai pembebanan tertentu, berapa banyak sampel benda uji yang rusak dibandingkan terhadap kebutuhan total sampel benda uji) serta prosedur pengambilannya sesuai pedoman teknis dalam manual uji; (ii) ukuran *sampling*, berkaitan dengan dimensi *sampling* yang disyaratkan dan metode uji laboratorium; dan (iii) lokasi *sampling*, berkaitan dengan luasan dan volume material konstruksi jalan.

Dari uraian pembahasan tersebut dapat disimpulkan bahwa antara variabel *Sampling* Pengujian, Pengambilan *Sampling*, Ukuran *Sampling*, Lokasi

Pengambilan *Sampling* dan Frekuensi *Sampling*, memiliki karakter yang sama untuk mendapatkan sampel benda uji yang merepresentasikan lokasi dan ketepatan pengambilannya, sehingga kelima variabel tersebut dalam analisis faktor dapat berkorelasi kuat untuk membentuk variabel baru yang diberi nama variabel Ketepatan Metode *Sampling*. Indikator untuk mengukur kecenderungan pengaruh variabel Ketepatan Metode *Sampling* terhadap utilisasi bahan uji dalam pemberlakuan standar mutu perkerasan jalan, adalah: (i) persentase (%) jumlah sampel benda uji yang tidak memenuhi prosedur pengambilannya terhadap total sampel benda uji yang dibutuhkan dalam pengujian mutu tertentu; (ii) persentase (%) jumlah sampel benda uji yang tidak mewakili lokasi sumber material atau lokasi pekerjaan fisik di lapangan terhadap total sampel benda uji yang dibutuhkan dalam pengujian mutu tertentu; (iii) persentase (%) jumlah sampel benda uji yang rusak (tidak dapat dipakai) terhadap total sampel benda uji yang dibutuhkan dalam pengujian mutu tertentu; dan (iv) persentase (%) jumlah sampel benda uji yang memiliki ukuran yang tidak sesuai dengan spesifikasi teknis terhadap total sampel benda uji yang dibutuhkan dalam pengujian mutu tertentu. Logika mengukur kecenderungan pengaruh variabel Ketepatan Metode *Sampling* terhadap utilisasi bahan uji dapat ditunjukkan dalam Gambar 4.110.



Gambar 4.109. Variabel-variabel pengaruh yang berkorelasi membentuk variabel Ketepatan Metode Sampling terhadap utilisasi bahan uji



$$\Sigma\text{UBU-4} = \frac{\text{jumlah sampel benda uji yang tidak memenuhi prosedur pengambilannya (sampel)}}{\text{jumlah total sampel benda uji yang dibutuhkan dalam pengujian mutu tertentu (sampel)}}$$

$$\Sigma\text{UBU-5} = \frac{\text{jumlah sampel benda uji yang tidak mewakili lokasi (sampel)}}{\text{jumlah total sampel benda uji yang dibutuhkan dalam pengujian mutu tertentu (sampel)}}$$

$$\Sigma\text{UBU-6} = \frac{\text{jumlah sampel benda uji yang rusak (sampel)}}{\text{jumlah total sampel benda uji yang dibutuhkan dalam pengujian mutu tertentu (sampel)}}$$

$$\Sigma\text{UBU-7} = \frac{\text{jumlah sampel benda uji yang tidak memiliki ukuran sesuai spesifikasi teknis (sampel)}}{\text{jumlah total sampel benda uji yang dibutuhkan dalam pengujian mutu tertentu (sampel)}}$$

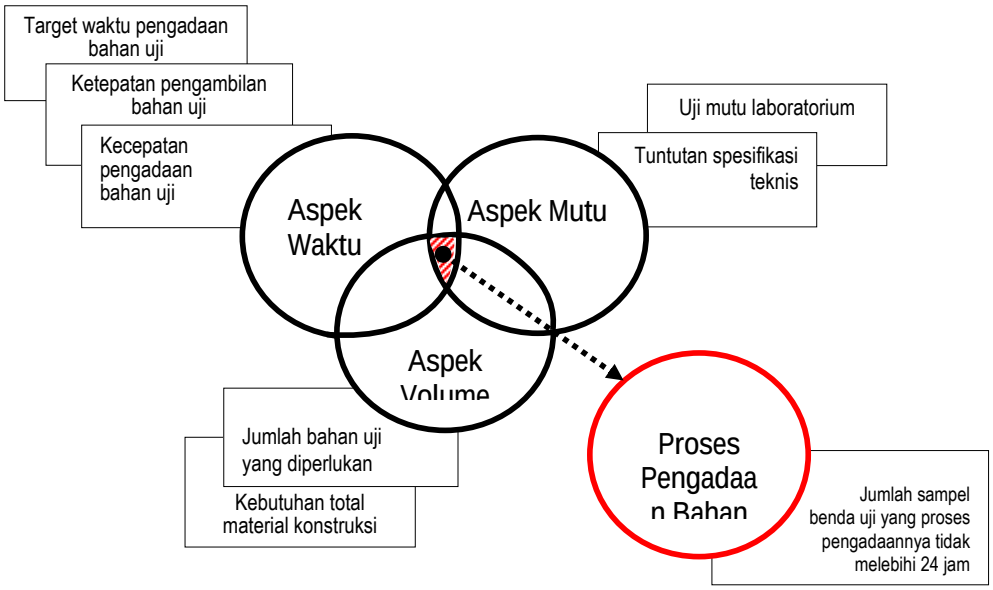
Gambar 4.110. Logika mengukur pengaruh variabel Ketepatan Metode *Sampling* terhadap utilisasi bahan uji dalam pemberlakuan standar mutu perkerasan jalan

d. Variabel proses pengadaan bahan uji. Pengalaman empirik yang pernah dicatat oleh Bennett *et al*. (2007) dari hasil risetnya tentang *road pavement condition and structure* di 21 negara Asia Pasifik, disebutkan ada tiga kunci pokok yang harus ada ketika mengadakan sampel lapangan (bahan uji), yaitu: (i) aspek mutu, prosedur pengadaan sampel uji harus memenuhi metode *sampling* dalam spesifikasi teknis dan standar uji laboratorium; (ii) aspek volume, jumlah sampel uji harus memenuhi dan merepresentasikan volume perkerasan jalan secara keseluruhan; dan (iii) aspek waktu, ketepatan pengambilan sampel uji harus sesuai dengan ketentuan dalam spesifikasi teknis dan target waktu penyelesaian bagian-bagian konstruksi jalan. Hubungan keterkaitan antar ketiga aspek tersebut dapat ditunjukkan dalam Gambar 4.111. Sugiri (2006) menyimpulkan dari pengalaman empiriknya tentang pembangunan jalan yang berbasis kinerja mutu, yang

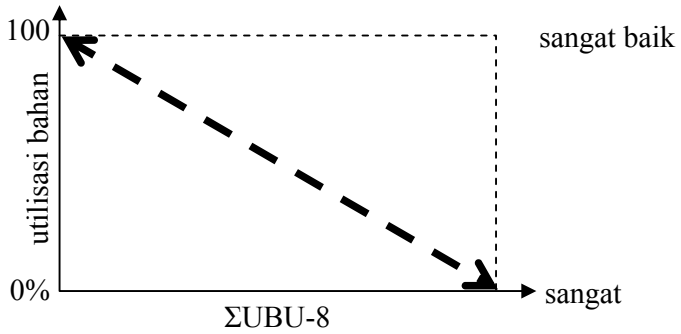
menyebutkan bahwa kecepatan dan ketepatan pengadaan bahan uji merupakan salah satu aspek kompetensi yang diperhitungkan untuk menilai keberhasilan pengendalian mutu dan volume pekerjaan jalan. Keterlambatan pengambilan bahan uji (sampel benda uji) akan berpengaruh terhadap keterlambatan komponen-komponen pekerjaan lainnya. Batasan toleransi keterlambatan pengadaan bahan uji menurut pengalaman empirik dalam kontrak pembangunan jalan yang berbasis kinerja mutu adalah 24 jam (satu hari kalender), artinya pengiriman bahan uji ke laboratorium paling lambat satu hari terhadap jadwal yang ditargetkan. Untuk memahami pendapat Sugiri (2006) dapat diberi contoh uji mutu kepadatan perkerasan berbutir, jika lapis pertama tidak segera diuji mutunya (terlambat satu hari kalender) maka memperlambat proses penghamparan dan pemadatan lapis kedua satu hari berikutnya. Demikian juga keterlambatan pengiriman sampel bahan uji dari bahan susun perkerasan beraspal akan memperlambat proses pembuatan DMF, yang pada akhirnya berdampak pengunduran waktu dimulainya pekerjaan di lapangan. Berkaitan dengan proses pengadaan bahan uji, ada beberapa kejadian penting yang sering terjadi menurut Harris & McCaffer (2001), Soenarno (2006) dan Sjahdanulirwan (2006.a), antara lain: (i) ketidaktepatan jadwal pengadaan sampel benda uji dengan target waktu yang ditentukan sehingga berdampak pada keterlambatan pekerjaan fisik berikutnya; (ii) ketidaktepatan pengambilan bahan uji berdampak pada kerusakan mutu benda uji; (iii) pengaruh cuaca atau kesulitan transportasi sering menjadi penyebab keterlambatan pengadaan bahan uji; dan (iv) proses pengadaan bahan uji tidak mengikuti prosedur yang ditetapkan dalam standar mutu. Watanatada *et al.* (1987) menyatakan keterlambatan baca satu menit terhadap alat ukur yang memiliki ketelitian 0,01 mm akan berdampak pada kehilangan informasi kebenaran data hampir 100%. Pendapat Watanada *et al.* (1987) ini dapat dibuktikan saat pembacaan uji kelelehan plastis dan stabilitas beton aspal dengan metode Marshall, pembacaan nilai lendutan permukaan perkerasan berbutir padat yang ditransfer ke nilai CBR pada pengujian daya dukungnya. Proses pengadaan bahan uji untuk bahan susun campuran beton aspal, keterlambatan satu hari kalender pengadaan agregat dan aspal akan berdampak terhadap pengunduran rancangan dan uji coba lapangan sekitar dua minggu berikutnya. Kasus yang demikian lebih banyak terjadi di lapangan pada saat proses konstruksi berlangsung

yang kadang-kadang tidak disadari hal tersebut menghambat pencapaian mutu di lapangan.

Dari uraian pembahasan tersebut dapat disimpulkan bahwa indikator untuk mengukur kecenderungan pengaruh variabel Proses Pengadaan Bahan Uji terhadap utilisasi bahan uji dalam pemberlakuan standar mutu perkerasan jalan adalah persentase (%) jumlah sampel benda uji yang proses pengadaannya melebihi 24 jam (satu hari kalender) terhadap total kebutuhan sampel benda uji dalam pengujian mutu tertentu. Logika mengukur kecenderungan pengaruh variabel Proses Pengadaan Bahan Uji terhadap utilisasi bahan uji dapat ditunjukkan dalam Gambar 4.112.



Gambar 4.111. Keterkaitan antara waktu, mutu, dan volume terhadap variabel Proses Pengadaan Bahan Uji



$$\Sigma UBU\text{-}8 = \frac{\text{jumlah sampel benda uji yang proses pengadaannya melebihi 24 jam (satu hari kalender) (sampel)}}{\text{jumlah total sampel benda uji yang dibutuhkan dalam pengujian mutu tertentu (sampel)}}$$

Gambar 4.112. Logika mengukur kecenderungan pengaruh variabel Proses Pengadaan Bahan Uji terhadap utilisasi bahan uji dalam pemberlakuan standar mutu perkerasan jalan

5. Validasi pengelompokan variabel yang mempengaruhi tampilan format standar (TFS) dalam pemberlakuan standar mutu perkerasan jalan

Analisis faktor terhadap variabel-variabel yang mempengaruhi aspek Tampilan Format Standar (TFS) pada mulanya dilakukan atas 11 macam variabel, yaitu: (i) Performansi Standar; (ii) Tingkatan Standar; (iii) Pengakuan Standar; (iv) Keaslian Standar; (v) Kualifikasi Standar; (vi) Deskripsi Substansi Standar; (vii) Manual Standar; (viii) Bahasa yang Digunakan; (ix) Ukuran Standar; (x) Pengadaan Standar; dan (xi) Biaya Kepemilikan Standar. Serangkaian proses analisis dilakukan pada estimasi model faktor yang sebelumnya, diperoleh hasil bahwa variabel Pengadaan Standar dan Biaya Kepemilikan Standar masing-masing memiliki nilai MSA di bawah 0,5. Berdasarkan hasil analisis awal ini, maka kedua variabel tersebut tidak diikutkan dalam estimasi model faktor. Hasil analisis awal ini memperkuat hasil verifikasi 240 pakar terhadap kedua variabel tersebut karena tidak lebih dari 50% responden yang ada tidak menyetujuinya sebagai variabel penting (lihat Gambar 4.49). Secara ringkas, model faktor yang dihasilkan pada aspek tampilan format standar (TFS) ini dijelaskan dalam Tabel 4.18.

Tabel 4.19. Nilai korelasi variabel tampilan format standar (TFS) terhadap 4 (empat) faktor yang terbentuk setelah dirotasi dengan metode *varimax*

Variabel	Faktor				*Commonality*
	1	2	3	4	
Bahasa yang digunakan	0,208	0,423	**0,673**	0,348	0,563
Deskripsi substansi standar	0,092	**0,831**	0,170	-0,023	0,728
Performasi standar	**0,726**	0,020	0,012	0,099	0,698
Tingkatan standar	**0,873**	-0,041	0,126	0,037	**0,781**
Manual standar	0,338	**0,583**	0,151	0,131	0,594
Pengakuan standar	**0,738**	-0,006	-0,005	0,085	0,552
Ukuran standar	0,433	0,059	-0,040	**0,534**	**0,544**
Keaslian standar	**0,843**	-0,053	0,030	-0,069	0,719
Kualifikasi standar	**0,830**	-0,125	-0,076	-0,022	0,710
Nilai *eigen* faktor 1 = 3,963, faktor 2 = 1,281, faktor 3 = 1,183, faktor 4 = 1,007 Variansi total yang dapat dijelaskan dengan 4 faktor = **74,498%.**					

Dari Tabel 4.18 dapat dicermati bahwa 4 (empat) faktor yang terbentuk mampu menjelaskan 74,498% variansi total yang terdapat pada seluruh variabel. Ditinjau dari nilai kebersamaannya (*commonality*) yang berkisar antara 0,544 hingga 0,781, model faktor di atas masih dapat diterima dengan kualitas cukup baik.

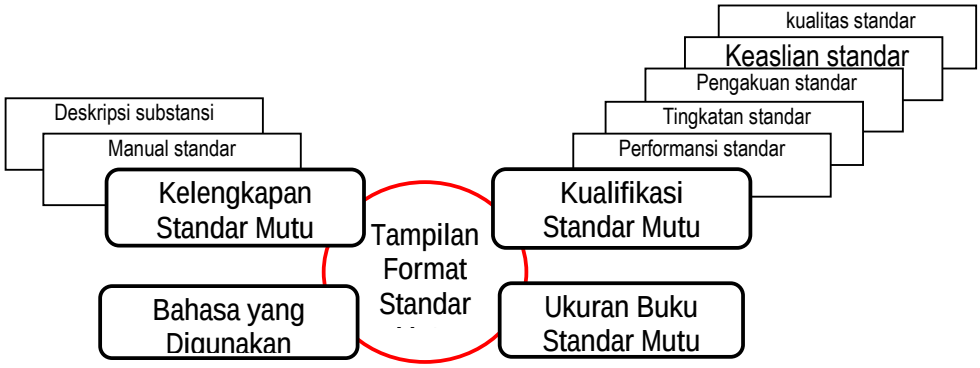
Hasil rotasi nilai bobot dengan metode *varimax* menghasilkan koefisien korelasi tiap-tiap variabel terhadap keempat faktor yang terbentuk, yang selanjutnya Faktor ke-1 hingga ke-4 berturut-turut diinterpretasikan sebagai Faktor Kualifikasi Standar Mutu, Faktor Kelengkapan Standar Mutu, Faktor Kemudahan Bahasa Standar Mutu, dan Faktor Ukuran Buku Standar Mutu.

Dengan demikian analisis faktor telah menyeleksi dan mengelompokkan variabel-variabel pengaruh terhadap tampilan format standar yang semula 11 variabel menjadi 4 (empat) variabel baru. Keterkaitan keempat variabel baru tersebut terhadap tampilan format standar dapat ditunjukkan dalam Gambar 4.113.

Hasil analisis faktor tersebut memberikan landasan pemikiran yang hampir sama dengan pengalaman empirik yang dilakukan Palgunadi (2006) ketika melakukan evaluasi dan diseminasi standar mutu atau pedoman teknis yang berkaitan dengan peningkatan dan pemeliharaan jalan nasional di beberapa propinsi di Indonesia. Beberapa tampilan format buku standar mutu yang harus dicermati pada saat diseminasi standar mutu perkerasan jalan, antara lain: (i) standar mutu dilengkapi dengan manual dan deskripsi substansinya dengan bahasa yang mudah dipahami; (ii) kualifikasi standar mutu yang dilengkapi dengan legal keasliannya dan pengakuan *stakeholder* yang terkait; dan (iii) bentuk tampilannya yang mudah dibawa. Pengalaman diseminasi Palgunadi (2006) ini juga senada dengan hasil riset Weston & Whidett (1999), yang menyimpulkan bahwa ada tiga hal yang perlu dipertimbangkan dalam penggunaan standar mutu, yaitu: (i) kelengkapan substansinya yang dapat diterapkan dalam perubahan kondisi wilayah kerja; (ii) keaslian standar mutu yang dinilai dari sertifikasi akreditasinya; (iii) performansi dan bentuk tampilan yang disukai pengguna. Sjahdanulirwan (2006.b) sendiri juga menyimpulkan dari risetnya bahwa indikator untuk menilai utilisasi standar mutu perkerasan jalan khususnya jalan nasional adalah kualifikasi dan kelengkapan substansi standar mutu. Salah satu indikator kualifikasi adalah keasliannya yang

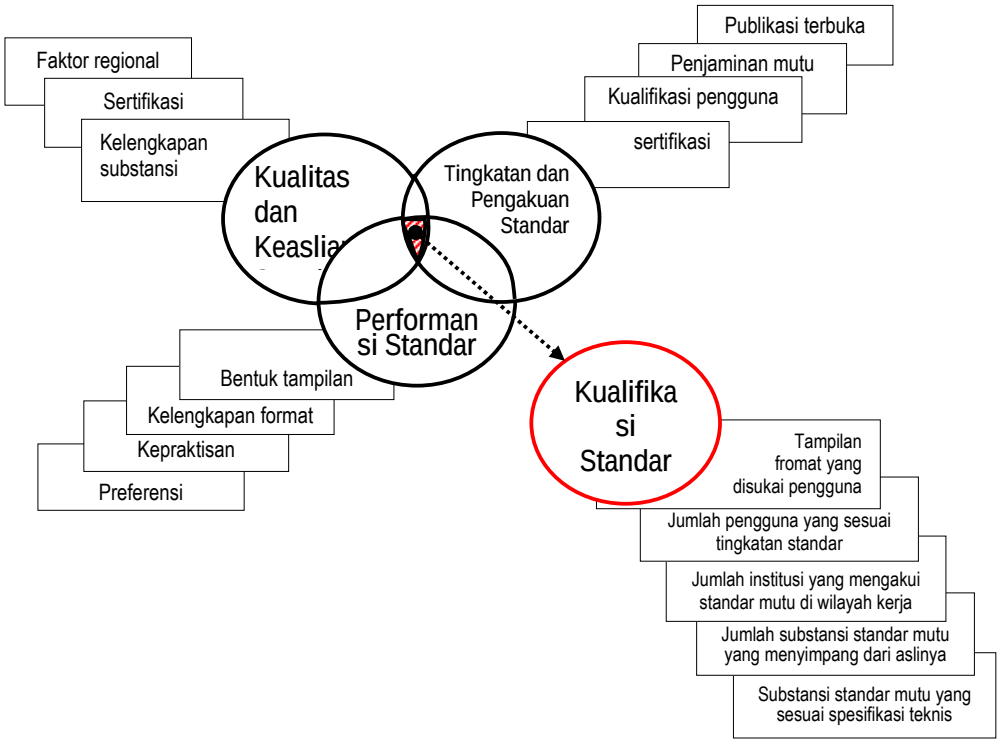
ditunjukkan dengan sertifikasi nomor seri SNI (produk dalam negeri), AASHTO (produk USA), BSI (produk Inggris), TNZ (produk New Zealand). Problema yang dihadapi dalam penggunaan standar mutu produk luar negeri terletak pada transfer *knowledge* dari bahasa asing ke dalam bahasa Indonesia yang masih menjadi kendala dalam pemberlakuan standar mutu perkerasan jalan, terutama bagi daerah yang masih memiliki keterbatasan kualitas sumber daya manusia pengendali mutu jalan.

Berdasarkan pengalaman empirik dan riset para pakar tersebut dikaitkan dengan hasil analisis faktor, maka dapat disimpulkan ada 4 (empat) variabel penting yang mempengaruhi tampilan format standar mutu perkerasan jalan, yaitu: (i) kualifikasi standar mutu; (ii) pengakuan standar mutu; (iii) kelengkapan standar mutu; dan (iv) bahasa standar mutu.



Gambar 4.113. Variabel-variabel dominan yang mempengaruhi faktor Tampilan Format Standar Mutu dalam pemberlakuan standar mutu perkerasan jalan

a. Variabel kualifikasi standar mutu, berdasarkan hasil analisis faktor merupakan representasi dari beberapa variabel yang memiliki karakter yang hampir sama satu sama lain yang tidak teramati, yaitu: (i) variabel Performasi Standar; (ii) variabel Tingkatan Standar; (iii) variabel Pengakuan Standar; (iv) variabel Keaslian Standar; dan (v) variabel Kualifikasi Standar. Gambar 4.114 menunjukkan keterkaitan beberapa variabel tersebut yang berkorelasi membentuk variabel baru yang diberi nama variabel Kualifikasi Standar Mutu.



Gambar 4.114. Variabel-variabel pengaruh berkorelasi membentuk variabel Kualifikasi Standar Mutu terhadap tampilan format standar

Selama ini banyak buku standar mutu yang menterjemahkan dari standar mutu produk luar negeri, sehingga sering dijumpai parameter teknis yang tidak sesuai dengan kondisi Indonesia serta tidak jarang muncul penafsiran yang ganda (bias), yang pada akhirnya berdampak memberikan data ukur yang kurang tepat (Mulyono & Suraji, 2005). Penggunaan standar mutu produk luar negeri dilatarbelakangi karena harus memenuhi tuntutan spesifikasi negara donor dan implikasi penggunaan tenaga ahli asing di Indonesia serta tuntutan mutu perkerasan jalan yang bersifat global. Weston & Whiddett (1999) menyatakan bahwa dalam implementasi standar mutu diperlukan keaslian standar mutu yang ditunjukkan dengan sertifikasi standar dan tingkatan standar yang sesuai dengan kualifikasi penggunaannya. Keaslian standar mutu dalam pemberlakuannya (Sjahdanulirwan, 2006.b) diukur dari seberapa banyak bagian substansinya yang menyimpang (tidak sesuai) dengan substansi aslinya. Substansi asli dimaksudkan adalah substansi standar mutu yang sesuai dengan sertifikasi dari badan atau lembaga yang sudah mendapatkan legalisasi pengakuan secara nasional dan atau internasional. Pengamatan lapangan yang dilakukan Aly (2001) selama ini menunjukkan bahwa kelemahan implementasi standar mutu terletak pada banyaknya penyimpangan substansi standar yang digunakan terhadap substansi aslinya karena banyak faktor lapangan yang mempengaruhinya, antara lain:

1) kebijakan lokal yang mempengaruhi kebijakan manajemen sistem mutu perkerasan jalan, yang sering dijumpai dalam bentuk penggunaan material lokal sebagai bahan konstruksi yang secara teknis tidak memenuhi spesifikasi teknis;
2) keterbatasan kemampuan (sertifikasi keahlian dan ketrampilan khusus) dan kemauan (motivasi untuk mengaplikasikan dan memutakhirkan kompetensi) sumber daya manusia untuk memberlakukan standar mutu dengan benar dan tepat, misalnya keterbatasan pemahaman bahasa asing yang digunakan dalam standar mutu berdampak pada penafsiran parameter teknis tertentu yang kurang tepat; dan

3) kondisi lingkungan yang secara teknis tidak mendukung dalam pencapaian mutu perkerasan, misalnya kondisi kelembaban udara dan curah hujan yang tinggi sangat berpengaruh pada pekerjaan pengaspalan.

Beberapa pakar praktisi perkerasan jalan menyebutkan bahwa tidak semua standar mutu memiliki tingkat kelengkapan format dan substansi sama dengan aslinya dan tidak semua bagian substansinya memberikan jaminan mutu karena masih harus ada penyesuaian dengan faktor regional. Dengan demikian keaslian standar mutu disini ditekankan pada implementasi keaslian substansinya bukan pada asal-usul produk standar, artinya implementasi keaslian standar mutu sangat menentukan tingkatan kualifikasi standar mutu yang digunakan di lapangan. Indikator yang mudah diukur dari variabel Keaslian Standar Mutu adalah seberapa besar substansi standar mutu yang menyimpang dari substansi aslinya; demikian juga indikator yang dapat diukur dari kualitas standar mutu adalah seberapa besar substansi standar mutu yang sesuai dengan tuntutan spesifikasi teknis pekerjaannya.

Performansi standar mutu (Sjahdanulirwan, 2006.b) merupakan tampilan format standar yang disukai oleh penggunanya, meliputi: bentuk, ukuran, warna tampilan, format penulisan, kemudahan dibawa (*portability*), dan kepraktisannya. Pendapat Sjahdanulirwan (2006.b) tersebut juga memperkuat hasil riset Yates & Aniftos (1998) yang menyebutkan ada 4 (empat) performansi yang dipertimbangkan dalam implementasi buku standar mutu, yaitu: (i) performasi teknis, berkaitan dengan tampilan buku dan ukurannya, bahasa dan format deskripsi substansinya; (ii) performasi kualitas, berkaitan dengan keaslian dan kualitas substansi standar mutu; (iii) performasi pengiriman, berkaitan kemudahan mobilitas dan *portability*; dan (iv) performasi komersial, berkaitan kemudahan untuk mendapatkannya dengan biaya yang efisien. Performansi standar mutu dapat didefinisikan sebagai bentuk tampilan yang mudah dibawa, tidak berat dan praktis pemahamannya, sehingga berdampak ketertarikan *engineer* untuk membaca dan menerapkan di lapangan dengan cepat dan tepat. Performansi standar diukur terhadap tingkat preferensi artinya seberapa besar performansi standar mutu yang disukai pengguna, hal ini mirip dengan pendapat Soebandono (2006) yang menyatakan berapa persentase sikap etis profesi seorang *engineer* yang disukai pengambil keputusan proyek ketika harus memberikan penilaian sikap kepada

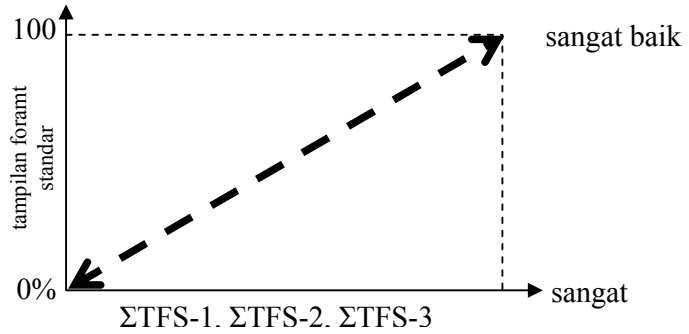
bawahannya. Sjahdanulirwan (2006.b) juga menyatakan bahwa Balitbang Departemen PU (2005.a) telah membuat tampilan format standar mutu perkerasan jalan dalam bentuk modul yang berukuarn buku kecil (15 cm x 22 cm) yang tidak tebal, praktis dan mudah dibawa (*portability*) sehingga lebih cepat distribusi dan penyebaran informasinya.

Palgunadi (2006) menyatakan tidak semua standar mutu dapat dipahami oleh semua pengguna, tergantung tingkatan standar yang disyaratkan dalam spesifikasi teknis. Contoh kasus untuk memahami pendapat Palgunadi (2006) ini misalnya standar mutu tentang tatacara prosedur uji nilai stabilitas dan kelelehan plastis dengan metode Marshall, tingkatan standar menuntut klasifikasi dan kualifikasi pengguna yang berpendidikan minimal *civil engineer* atau diploma teknik sipil yang memiliki sertifikasi keahlian *quality control* untuk dapat memahami pemberlakuan standar mutu yang benar dan tepat. Pengelompokan pengguna ini penting karena implikasi pemberlakuan standar mutu berkaitan erat dengan mutu konstruksi perkerasan jalan. Oleh karenanya diperlukan kualitas sumber daya manusia yang handal melalui *training* bersertifikasi keahlian dan ketrampilan yang spesifik terhadap perkerasan jalan. Dengan demikian indikator yang mudah untuk mengukur variabel Tingkatan Standar adalah seberapa besar tingkat kualifikasi pengguna yang sesuai spesifikasi teknis yang disyaratkan.

Sjahdanulirwan (2006.b) dan Palgunadi (2006) menyatakan bahwa tidak semua standar mutu perkerasan jalan memiliki sertifikasi standar nasional, karena beberapa faktor, antara lain: (i) standar mutu yang bersangkutan masih dalam proses penilaian oleh BSN; (ii) standar mutu produk luar negeri memerlukan banyak modifikasi yang harus disesuaikan dengan kondisi Indonesia; (iii) standar mutu yang belum baku, artinya banyak parameter yang belum tegas dan masih bias sehingga menimbulkan penafsiran ganda; (iv) standar mutu yang belum memberikan jaminan penyeragaman mutu; dan (v) tidak semua lembaga terkait mengakui kualifikasi standar mutu yang ada. Pengakuan standar mutu diwujudkan dalam bentuk sertifikasi standar, di Indonesia sertifikasi standar ditandai penerbitan nomor SNI. Untuk mendapatkan sertifikasi standar nasional, maka proses pengakuannya harus melalui langkah-langkah: (i) mengacu pada standar internasional dan memberi kesempatan bagi pihak-pihak di negara lain untuk

memberikan komentar; (ii) proses konsensus seluas mungkin secara nasional untuk menjamin keterwakilan kepentingan *stakeholder* dan tidak memihak; (iii) konsolidasi ilmu pengetahuan, teknologi dan pengalaman; dan (iv) publikasi seluas mungkin dan terbuka. Berdasarkan hasil pengamatan terhadap implementasi standar mutu perkerasan jalan yang ada sekarang ini, Aly (2001) menyatakan tidak semua standar mutu perkerasan jalan memberikan jaminan mutu yang tepat karena banyak faktor yang berpengaruh, antara lain: (i) tidak semua *stakeholder* maupun institusi mengakui implikasi standar mutu; (ii) tidak semua standar mutu memiliki legal sertifikasi dari badan atau lembaga yang sudah layak diakreditasi; (iii) tidak semua tingkat pengguna yang sama dapat menerapkan standar mutu di lapangan. Dengan demikian indikator yang mudah diukur dari variabel Pengakuan Standar Mutu adalah seberapa besar institusi atau *stakeholder* mengakui implikasi standar mutu di lapangan.

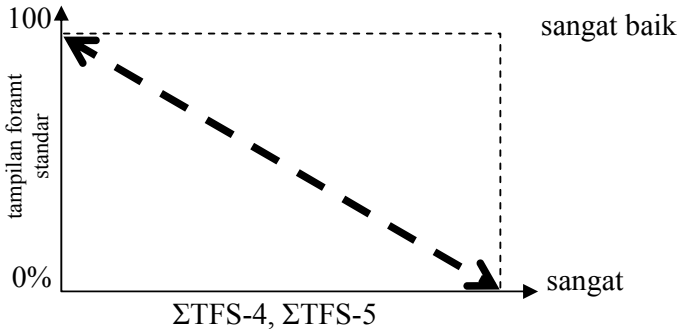
Dari uraian pembahasan tersebut dapat disimpulkan bahwa antara variabel Performasi Standar, Tingkatan Standar, Pengakuan Standar, Keaslian Standar, dan Kualifikasi Standar memiliki karakter yang hampir sama dalam hal kualifikasi standar sehingga kelima variabel dalam analisis faktor ini membentuk variabel baru yang diberi nama variabel Kualifikasi Standar Mutu. Indikator untuk mengukur kecenderungan pengaruh variabel Kualifikasi Standar Mutu terhadap tampilan format standar dalam pemberlakuan standar mutu perkerasan jalan, adalah: (i) persentase (%) jumlah bagian tampilan format standar mutu yang disukai pengguna terhadap semua tampilan standar mutu yang digunakan; (ii) persentase (%) jumlah pengguna yang sesuai dengan tingkatan standar mutu yang disyaratkan dalam satu unit kerja pengendali mutu; (iii) persentase (%) jumlah institusi yang mengakui standar mutu di wilayah kerja terhadap jumlah institusi yang terkait dengan utilisasi standar mutu di wilayah kerja; (iv) persentase (%) jumlah bab (bagian) substansi standar mutu yang menyimpang dari standar aslinya terhadap jumlah bab (bagian) substansi standar mutu yang asli; dan (v) persentase (%) jumlah bab (bagian) substansi standar mutu yang tidak sesuai spesifikasi teknis terhadap jumlah bab (bagian) substansi standar mutu yang digunakan. Logika mengukur kecenderungan pengaruh variabel Kualifikasi Standar Mutu terhadap tampilan format standar mutu dapat ditunjukkan dalam Gambar 4.115.



$$\Sigma TFS\text{-}1 = \frac{\text{jumlah bagian tampilan format standar mutu yang disukai pengguna (bagian)}}{\text{jumlah semua bagian tampilan format standar mutu yang digunakan (bagian)}}$$

$$\Sigma TFS\text{-}2 = \frac{\text{jumlah pengguna yang sesuai tingkatan standar mutu (orang)}}{\text{jumlah total pengguna yang disyaratkan dalam satu unit kerja pengendali mutu (orang)}}$$

$$\Sigma TFS\text{-}3 = \frac{\text{jumlah institusi yag mengakui standar mutu di wilayah kerja (institusi)}}{\text{jumlah total institusi yang terkait dengan utilisasi standar mutu (institusi)}}$$



$$\Sigma TFS\text{-}4 = \frac{\text{jumlah bab (bagian) substansi standar mutu yang menyimpang dari standar aslinya (bab)}}{\text{jumlah bab (bagian) substansi standar mutu yang asli (bab)}}$$

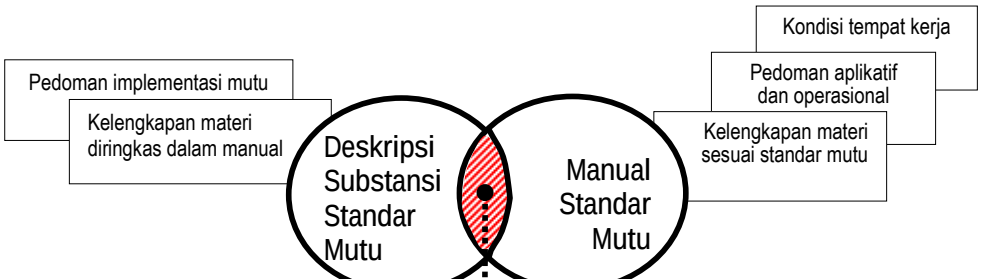
$$\Sigma TFS\text{-}5 \; \frac{\text{jumlah bab (bagian) substansi standar mutu yang tidak sesuai dengan spesifikasi teknis (bab)}}{\text{jumlah bab (bagian) substansi standar mutu yang digunakan (bab)}}$$

Gambar 4.115. Logika mengukur kecenderungan pengaruh variabel Kualifikasi Standar Mutu terhadap tampilan format standar dalam pemberlakuan standar mutu perkerasan jalan

b. Variabel kelengkapan standar mutu, berdasarkan hasil analisis faktor merupakan representasi dari variabel Deskripsi Substansi Standar dan Manual Standar, kedua variabel ini memiliki karakter yang hampir sama satu sama lain yang tidak teramati. Gambar 4.116 menyajikan ilustrasi hubungan kedua variabel tersebut yang berkorelasi membentuk variabel baru yang diberi nama variabel Kelengkapan Standar Mutu. Hasil analisis faktor ini memberikan kata kunci bahwa kelengkapan standar mutu diukur dari kualitas manual standar dan bagaimana substansi standar ini dapat dideskripsikan dengan jelas dan tepat.

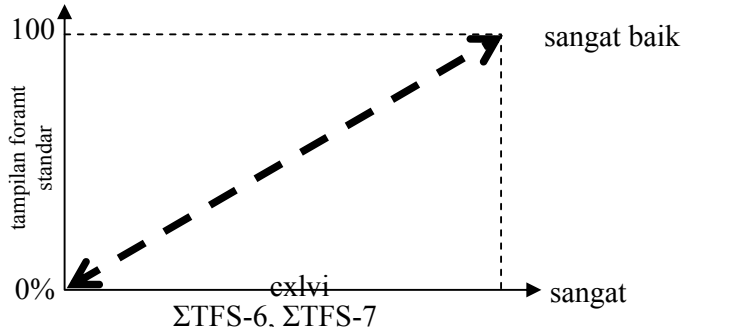
Haryono (2005) melakukan riset tentang Persepsi pakar terhadap performansi SNI bidang kontruksi, yang menyimpulkan hampir 90% responden memilih manual standar diperlukan untuk menjembatani antara deskripsi substansi standar mutu dengan tuntutan spesifikasi teknis pekerjaan di lapangan. Responden tersebut terdiri atas 55 orang yang meliputi kontraktor bangunan, konsultan teknik, organisasi profesi bidang teknik sipil dan para direksi lapangan dari instansi pembina. Manual standar mutu lebih banyak berisi tentang pedoman aplikasi dan operasional yang bersifat praktis dan dapat diterapkan dalam berbagai kondisi tempat kerja. Yates & Aniftos (1998) juga melengkapi pendapat Haryono (2005) yang menyatakan bahwa ada dua aspek penting yang perlu dipertimbangkan untuk menilai kesempurnaan standar mutu dalam manajemen sistem mutu, yaitu: (i) pedoman teknis standar mutu yang bersifat aplikatif dan praktis agar mudah dimengerti oleh pengguna, pedoman ini mampu mengantarkan pengguna dapat memahami isi standar mutu; (ii) kepastian penjaminan mutu (*quality assurance*) terhadap data ukur yang dihasilkan, artinya deskripsi standar mutu mampu memberikan keyakinan kepastian mutu kepada penggunanya.

Hasil riset Haryono (2005) ini juga diperkuat oleh Sjahdanulirwan (2006) yang menyatakan bahwa deskripsi rinci substansi standar mutu perkerasan jalan merupakan faktor penting dalam program sosialisasi dan implementasi standar mutu, makin banyak bagian deskripsi substansi standar mutu yang mudah dipahami, maka makin lengkap substansi standar yang dapat diimplementasikan di lapangan. Pemahaman substansi standar mutu (Sjahdanulirwan, 2006.b) harus ditunjang oleh ketersediaan manual atau pedoman teknis yang merupakan acuan operasional dan dapat disesuaikan dengan karakteristik kondisi wilayah kerja. Misal Pedoman Teknik tentang Aspal Pd T-14-2005-B merupakan acuan operasional untuk melaksanakan 58 SNI kelompok aspal, pedoman ini lebih mendasari pada pemilihan dan penggunaan bahan aspal yang sesuai tuntutan spesifikasi teknis. Dengan demikian indikator yang mudah diukur dari variabel Manual Standar Mutu adalah kesesuaian materinya terhadap tuntutan spesifikasi teknis pekerjaan lapangan dan kemampuannya untuk menjelaskan substansi standar mutu.



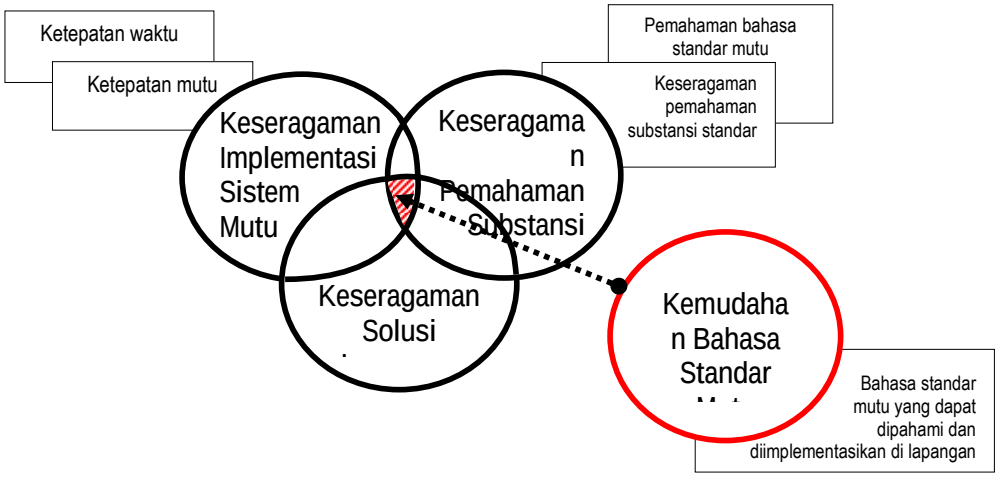
Gambar 4.116. Variabel-variabel pengaruh yang berkorelasi membentuk variabel Kelengkapan Standar Mutu terhadap tampilan format standar

Dari uraian pembahasan tersebut dapat disimpulkan bahwa antara variabel Deskripsi Substansi Standar dan variabel Manual Standar, keduanya memiliki karakter yang hampir sama dalam hal saling melengkapi untuk menjelaskan pemahaman standar mutu agar tidak menyimpang dari spesifikasi teknis, sehingga kedua variabel dalam analisis faktor berkorelasi membentuk variabel baru yang diberi nama variabel Kelengkapan Standar Mutu. Indikator untuk mengukur kecenderungan pengaruh variabel Kelengkapan Standar Mutu terhadap tampilan format standar dalam pemberlakuan standar mutu perkerasan jalan, adalah: (i) persentase (%) jumlah bab (bagian) substansi standar mutu yang mudah dipahami dalam satu unit kerja pengendali mutu terhadap jumlah bab (bagian) substansi standar mutu yang digunakan; dan (ii) persentase (%) jumlah bab (bagian) manual standar mutu yang sesuai dengan tuntutan spesifikasi teknis terhadap jumlah bab (bagian) standar mutu yang digunakan. Logika mengukur kecenderungan pengaruh variabel Kelengkapan Standar Mutu terhadap tampilan format standar dapat ditunjukkan dalam Gambar 4.117.



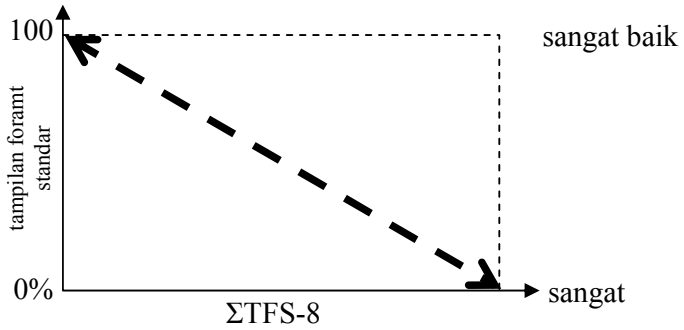
Gambar 4.117. Logika mengukur kecenderungan pengaruh variabel Kelengkapan Standar Mutu terhadap tampilan format standar dalam pemberlakuan standar mutu perkerasan jalan

c. Variabel kemudahan bahasa standar mutu. Agah (2006) dan Aly (2003.a & 2003.b) menyimpulkan dari pengalaman empiriknya terhadap kinerja sumber daya manusia kebinamargaan dalam implementasi standar mutu perkerasan jalan khususnya di Wilayah Kepulauan Timur, disebutkan bahwa kendala penting di lapangan adalah penggunaan bahasa standar yang kurang dipahami karena laporan administrasi proyek dan beberapa substansi standar mutu masih ditulis dalam bahasa asing, sehingga sering ditemui di lapangan adanya penafsiran bias terhadap parameter mutu tertentu. Hal ini dirasakan oleh para *engineer* lapangan dalam memahami standar mutu produk luar negeri pada konstruksi jalan yang dibiayai pinjaman luar negeri, hampir 60% dari kelompok (unit kerja) *engineer* pengendali mutu tidak menguasai pemahaman standar mutu perkerasan jalan produk luar negeri karena kendala persepsi bahasa yang berbeda. Kondisi yang demikian menyebabkan kelemahan kompetensi tenaga ahli teknik jalan di Indonesia yang lebih banyak memiliki kekurangan penguasaan berbahasa Inggris atau bahasa asing lainnya sehingga berdampak kurangnya pergaulan berkomunikasi dalam mencari solusi lapangan (Aly, 2003a & 2003.b). Berkaitan dengan tampilan format standar mutu, Weston & Whidett (1999) menyatakan ada tiga harapan yang ingin dicapai jika *engineer* lapangan mampu menguasai bahasa standar mutu, yaitu: (i) keseragaman implementasi sistem mutu sehingga akan segera didapatkan ketepatan waktu dan mutu pengujian di lapangan; (ii) keseragaman pemahaman substansi standar, untuk menyamakan persepsi karena perbedaan penggunaan bahasa; dan (iii) keseragaman solusi lapangan. Keterkaitan ketiga harapan tersebut ditunjukkan dalam Gambar 4.118.



Gambar 4.118. Kemudahan bahasa standar mutu untuk mencapai keseragaman: implementasi-pemahaman-solusi lapangan

Berkaitan dengan tampilan format standar mutu dalam pemberlakuan standar mutu perkerasan jalan, maka indikator untuk mengukur pengaruh variabel Kemudahan Bahasa Standar Mutu terhadap tampilan format standar adalah persentase (%) jumlah bab (bagian) substansi standar mutu yang bahasanya sulit dipahami untuk diaplikasikan terhadap jumlah bab (bagian) substansi standar mutu yang digunakan. Logika mengukur kecenderungan pengaruh variabel Kemudahan Bahasa Standar Mutu terhadap tampilan format standar dapat dilihat dalam Gambar 4.119.

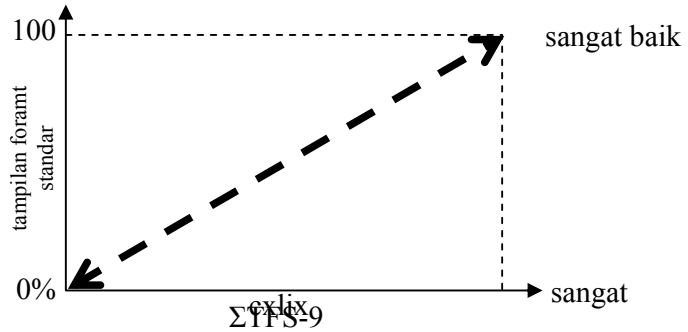


$$\Sigma TFS\text{-}8 = \frac{\text{jumlah bab (bagian) substansi standar mutu yang bahasanya sulit dipahami untuk diaplikasikan (bab)}}{\text{jumlah bab (bagian) substansi standar mutu yang digunakan (bab)}}$$

Gambar 4.119. Logika mengukur kecenderungan pengaruh variabel Kemudahan Bahasa Standar Mutu terhadap tampilan format standar dalam pemberlakuan standar mutu perkerasan jalan

d. Variabel ukuran buku standar mutu merupakan variabel penting yang dipertimbangkan untuk menilai tampilan (performasi) standar mutu dikaitkan dengan proses pemberlakuan standar mutu perkerasan jalan. Hasil analisis faktor

menunjukkan variabel ini lebih condong ke dalam satu faktor saja, hal ini memperkuat hasil survai verifikasi variabel terhadap 240 pakar yang menyebutkan hampir 95% responden (pakar) memilih dan menyetujui variabel Ukuran Standar Mutu sebagai variabel penting dalam implementasi standar mutu (lihat Gambar 4.49). Hasil penelitian Halim (2004) menyatakan 40% responden dari 100 *engineer* yang berada di 10 (sepuluh) kota memilih aspek bentuk standar sebagai variabel yang harus dipertimbangkan ketika pengguna akan memahami dan mengaplikasikan di lapangan. Bentuk di sini dimaksudkan tampilan dimensi buku-buku standar yang menarik perhatian baik ukuran dan format tulisannya serta desain *layout* sampul depan. Berkaitan dengan tampilan format standar dalam pemberlakuan standar mutu perkerasan jalan, maka variabel Ukuran Buku Standar Mutu perlu dipertimbangkan karena berkaitan dengan kemudahan dibawa (*portability*) bagi pengguna. Dengan demikian bentuk buku standar yang berukuran kecil seperti buku saku dan tidak tebal memungkinkan lebih mudah dibawa, selanjutnya dibaca dan dipahami, setelah itu diimplementasikan. Hasil penelitian Halim (2004) juga melatarbelakangi munculnya ide untuk mencetak buku standar mutu bidang konstruksi jalan dalam bentuk modul-modul yang berukuran 15 cm x 22 cm sehingga memiliki *portability* yang tinggi bagi pengguna (Sjahdanulirwan, 2006). Namun demikian menurut Sjahdanulirwan (2006.b) tidak semua bagian bab dalam buku standar mutu dapat dikecilkan ukurannya karena dikhawatirkan beberapa gambar grafik atau tabel pedoman teknis tidak terbaca dengan benar. Dengan demikian indikator untuk mengukur kecenderungan pengaruh variabel Ukuran Buku Standar Mutu terhadap tampilan format standar dalam pemberlakuan standar mutu perkerasan jalan adalah persentase (%) jumlah bab (bagian) standar mutu yang dapat dibentuk menjadi buku saku terhadap jumlah bab (bagian) standar mutu yang digunakan. Logika mengukur kecenderungan pengaruh variabel Ukuran Buku Standar Mutu terhadap tampilan format standar mutu dapat ditunjukkan dalam Gambar 4.120.



$$\Sigma TFS\text{-}9 = \frac{\text{Jumlah bab (bagian) standar mutu yang dapat dibentuk menjadi buku saku (bab)}}{\text{Jumlah bab (bagian) standar mutu yang digunakan (bab)}}$$

Gambar 4.120. Logika mengukur kecenderungan pengaruh variabel Ukuran Buku Standar Mutu terhadap tampilan format standar dalam pemberlakuan standar mutu perkerasan jalan

6. Validasi pengelompokan variabel yang mempengaruhi sosialisasi standar (SOS) dalam pemberlakuan standar mutu perkerasan jalan

Analisis faktor terhadap variabel-variabel yang mempengaruhi aspek Sosialisasi Standar (SOS) pada mulanya dilakukan atas 15 macam variabel, yaitu: (i) Kompetensi Instruktur Sosialisasi; (ii) Partisipasi *Stakeholder*; (iii) Kerjasama Kelembagaan; (iv) Materi Sosialisasi; (v) *Training* atau Semiloka; (vi) Cakupan Diseminasi; (vii) Lokasi Penyelenggaraan Sosialisasi; (viii) Waktu Penyelenggaraan Sosialisasi; (ix) Legalisasi Sosialisasi; (x) Responsivitas Peserta Sosialisasi; (xi) Publikasi; (xii) Seminar; (xiii) *Workshop*; (xiv) Biaya Sosialisasi; dan (xv) Jumlah Instruktur Sosialisasi. Hasil proses analisis awal menunjukkan bahwa variabel Publikasi, Seminar, *Workshop*, Biaya Sosialisasi dan Jumlah Instruktur Sosialisasi, masing-masing memiliki nilai MSA di bawah 0,5. Berdasarkan hasil analisis awal ini, maka kelima variabel terakhir ini tidak diikutkan dalam estimasi model faktor. Hasil analisis awal ini juga memperkuat hasil verifikasi 240 pakar terhadap kelima variabel tersebut karena tidak lebih dari 55% responden yang ada tidak menyetujui kelima variabel tersebut sebagai variabel yang berpengaruh terhadap sosialisasi standar mutu (lihat Gambar 4.51). Secara ringkas, hasil analisis akhir dijelaskan dalam Tabel 4.19 yang menunjukkan ada 4 (empat) faktor yang mampu yang menjelaskan 75,499% variansi total yang terdapat pada seluruh variabel. Nilai kebersamaannya (*commonality*) yang berkisar antara 0,535 hingga 0,794 masih dapat diterima dengan kualitas cukup. Rotasi nilai bobot dengan metode *varimax* menghasilkan koefisien korelasi antara tiap-tiap variabel dengan keempat faktor yang terbentuk, yang dapat ditentukan kecondongan variabel pada sebuah faktor tertentu secara jelas. Dengan membaca pola pengelompokan variabel-variabel terhadap faktor di atas, kiranya masih dapat diterima apabila Faktor ke-1 hingga ke-4 berturut-turut diinterpretasikan sebagai Faktor Kompetensi Instruktur Sosialisasi, Faktor Komitmen Kerjasama

Kelembagaan, Faktor Kualitas Materi Sosialisasi, dan Faktor Keragaman Cara Sosialisasi.

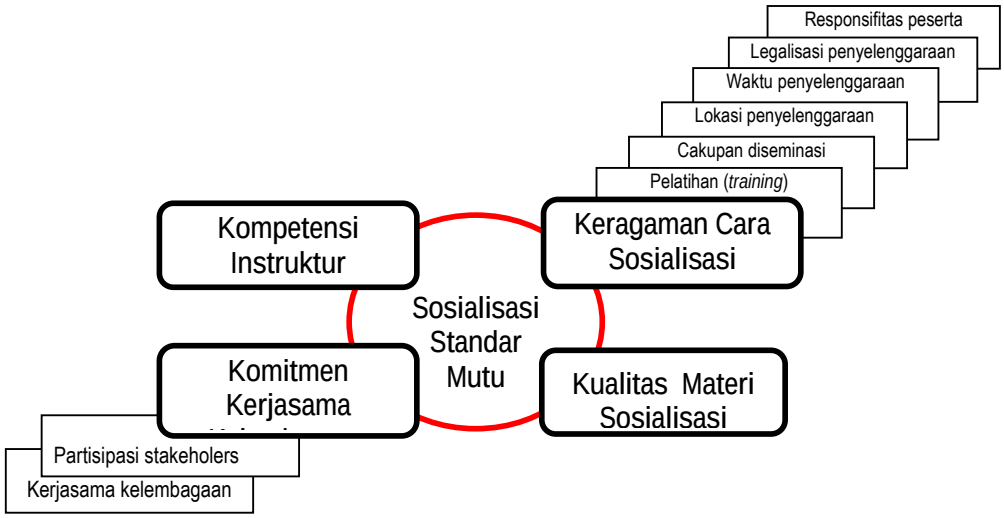
Tabel 4.20. Nilai korelasi variabel sosialisasi standar (SOS) terhadap 4 (empat) faktor yang terbentuk setelah dirotasi dengan metode *varimax*

Variabel	Faktor				*Commonality*
	1	2	3	4	
Training/pelatihan	0,121	0,285	0,127	**0,826**	**0,794**
Partisipasi *stakeholder*	0,015	**0,659**	0,098	0,310	0,705
Cakupan diseminasi	0,371	0,204	-0,052	**0,691**	0,542
Kerjasama kelembagaan	0,048	**0,880**	-0,033	-0,040	0,614
Kompetensi instruktur sosialisasi	**0,645**	0,086	0,099	0,062	0,540
Lokasi penyelenggaraan sosialisasi	0,209	0,269	0,066	**0,637**	0,732
Materi sosialisasi	0,391	0,400	**0,618**	0,216	**0,535**
Waktu penyelenggaraan sosialisasi	0,127	0,278	0,079	**0,569**	0,616
Legalisasi sosialisasi	0,384	0,480	0,114	**-0,533**	0,586
Responsifitas peserta sosialisasi	0,088	0,256	-0,021	**0,606**	0,591
Nilai *eigen* faktor 1 = 5,359, faktor 2 = 1,869, faktor 3 = 1,429, faktor 4 = 1,108					
Variansi total yang dapat dijelaskan dengan 4 faktor = **75,499%.**					

Dengan demikian analisis faktor telah menyeleksi dan mengelompokkan variabel-variabel pengaruh terhadap sosialisasi standar mutu dari semula 15 variabel menjadi 4 (empat) variabel baru. Keterkaitan keempat variabel baru yang terbentuk dapat ditunjukkan dalam Gambar 4.121.

Hasil analisis faktor tersebut sangat mendukung beberapa konsep teori para pakar yang menekuni bidang *socio-engineering*, yaitu keterpaduan konsep sosial dan teknologi dalam proses implementasi metode kerja di lapangan. Mathis & Jackson (2002.b) melakukan riset tentang konsep sosialisasi norma dan manual pencapaian mutu industri jasa pada beberapa perusahaan pabrikasi bahan konstruksi di negara bagian USA, yang menyebutkan beberapa aspek yang perlu dipertimbangkan dalam sosialisasi dan publikasi norma atau standar mutu, antara lain: (i) kualitas penyelenggaraan sosialisasi, yaitu: keterpaduan antara lokasi, jadwal, legalitas, cakupan materi, bentuk *training* dan partisipasi semua pihak yang berkepentingan; (ii) partisipasi *stakeholder* yang terkait, yaitu: kebersamaan semua pihak untuk menyeragamkan proses produksi; (iii) kualitas sumber daya manusia yang handal, yaitu: peningkatan mutunya melalui pelatihan keahlian. Hubeis & Mangkuprawira (2006) merespon pendapat Mathis & Jackson (2002.b) tersebut,

yang menyimpulkan bahwa diseminasi standar mutu dalam bisnis jasa konstruksi sangat tergantung kompetensi fasilitator (instruktur) dalam mentransfer informasi penyeragaman mutu, serta dukungan partisipasi institusi pembina dan organisasi profesi keahlian yang lebih proaktif. Selain itu Goetsch & Davis (2002) melengkapi pendapat empat pakar tersebut, yang menyebutkan bahwa kelengkapan materi sosialisasi dan kerjasama kelembagaan sangat menentukan pencapaian penyeragaman mutu di suatu wilayah kerja, terutama bagi daerah yang belum memiliki sumber daya yang handal. Ilustrasi hubungan variabel-variabel dominan yang mempengaruhi sosialisasi standar mutu dapat ditunjukkan dalam Gambar 4.121.



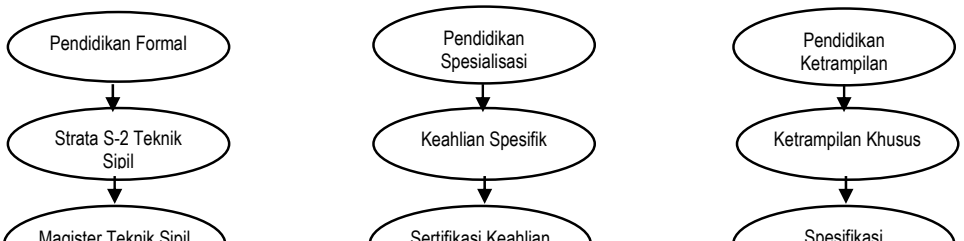
Gambar 4.121. Variabel-variabel dominan yang mempengaruhi faktor Sosialisasi Standar Mutu dalam pemberlakuan standar mutu perkerasan jalan

a. Variabel kompetensi instruktur sosialisasi merupakan variabel penting yang dipertimbangkan dalam mengevaluasi keberhasilan sosialisasi standar mutu. Pengamatan empirik Palgunadi (2006) menyimpulkan dalam sosialisasi standar mutu bidang kebinamargaan, peranan dan tugas para instruktur (tutor atau fasilitator) sangat menentukan keberhasilan pencapaian diseminasi dan penyeragaman informasi teknis peningkatan dan pemeliharaan perkerasan jalan. Berkaitan dengan hasil pengamatan Palgunadi (2006), Sukawan (2006) mempertegas bahwa untuk menjadi instruktur sosialisasi norma dan standar mutu bidang teknik jalan, maka calon instruktur minimal pernah mengikuti pelatihan (*training*) keahlian utama atau setidak-tidaknya mengikuti CPD dua kali per tahun

dalam waktu lima tahun yang bersifat spesifik bidang perkerasan jalan. Selain itu, Rukmana (2006) juga mempertegas bahwa klasifikasi dan kualifikasi instruktur harus lebih tinggi daripada peserta sosialisasi (diseminasi) karena akan mempercepat dan menambah transfer pengetahuan teknologi dari instruktur kepada peserta. Oleh karena itu lembaga pembina harus menyiapkan program peningkatan kompetensinya melalui: (i) peningkatan pendidikan formal minimal magister teknik sipil yang berbasis kemitraan; (ii) penyegaran peningkatan keterampilan keahlian spesifik melalui pendidikan spesialis; dan (iii) peningkatan khusus melalui program *training* yang berbasis sertifikasi keahlian utama. Berkaitan dengan penyiapan perlunya instruktur yang handal dalam mensosialisasikan metode kerja yang efektif dan efisien, Mathis & Jackson (2002.b) telah menetapkan langkah-langkah pendidikan informal untuk calon instruktur, antara lain:

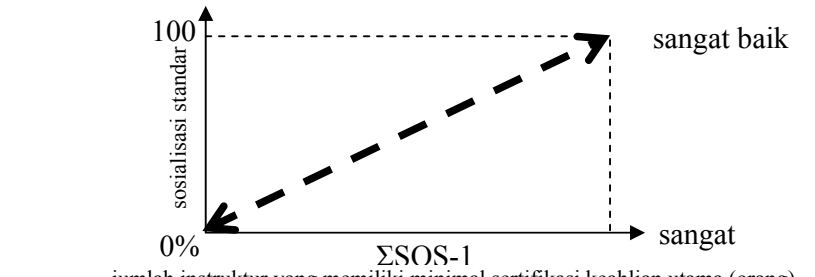
1) peningkatan pelatihan internal untuk lebih mengenal dan mengaplikasikan produk kerja sehingga didapatkan alternatif fenomena solusi (menambah jam terbang);
2) peningkatan pelatihan eksternal untuk lebih mengukur tingkat kompetensi diri terhadap pihak lain, lalu melakukan introspeksi; dan
3) menambah pendalaman materi melalui program pelatihan yang lebih spesifik (khusus) dalam bentuk akreditasi dan sertifikasi.

Donald & Harvey (2006) dan Hubeis & Mangkuprawira (2006) menyimpulkan dari hasil penelitiannya tentang peranan sumber daya manusia dalam peningkatan produktivitas industri jasa konstruksi di beberapa negara Asia (termasuk Indonesia), disebutkan bahwa peranan transfer kepastian legalitas teknologi dari unsur regulator (pembina) kepada pengguna (praktisi) menjadi kunci utama pencapaian keseragaman mutu produk kerja. Oleh karenanya diperlukan fasilitator yang handal, artinya kualitas kompetensi fasilitator dilengkapi dengan pendidikan yang cukup, pembekalan pelatihan (*training*) dan ketrampilan (*skills*) yang rutin mengikuti perkembangan teknologi dan aspek legalisasi konstruksi. Dari uraian tersebut kiranya dapat dilustrasikan upaya pencapaian kompetensi instruktur (fasilitator) sosialisasi standar mutu bidang teknik jalan, yang ditunjukkan dalam Gambar 4.122.



Gambar 4.122. Upaya pencapaian kompetensi instruktur (fasilitator) sosialisasi standar mutu bidang teknik jalan

Dari uraian pembahasan tersebut dapat disimpulkan bahwa indikator untuk mengukur pengaruh variabel kompetensi instruktur sosialisasi terhadap keberhasilan sosialisasi standar mutu dalam pemberlakuan standar mutu perkerasan jalan adalah persentase (%) jumlah instruktur yang memiliki minimal sertifikasi keahlian utama terhadap jumlah instruktur dalam satu tim sosialisasi. Pentingnya variabel tersebut terhadap keberhasilan sosialisasi standar mutu juga diperkuat oleh hasil penelitian persepsi pakar yang menunjukkan hampir 95% responden dari 240 pakar telah menyetujui variabel Kompetensi Instruktur sebagai variabel yang mempengaruhi sosialisasi standar mutu (lihat Gambar 4.51). Logika mengukur kecenderungan pengaruh variabel Kompetensi Instruktur terhadap sosialisasi standar mutu dapat ditunjukkan dalam Gambar 4.123.



$$\Sigma SOS\text{-}1 = \frac{\text{jumlah instruktur yang memiliki minimal sertifikasi keahlian utama (orang)}}{\text{jumlah instruktur dalam satu tim sosialisasi standar mutu (orang)}}$$

Gambar 4.123. Logika mengukur kecenderungan pengaruh variabel Kompetensi Instruktur Sosialisasi terhadap sosialisasi standar mutu dalam pemberlakuan standar mutu perkerasan jalan

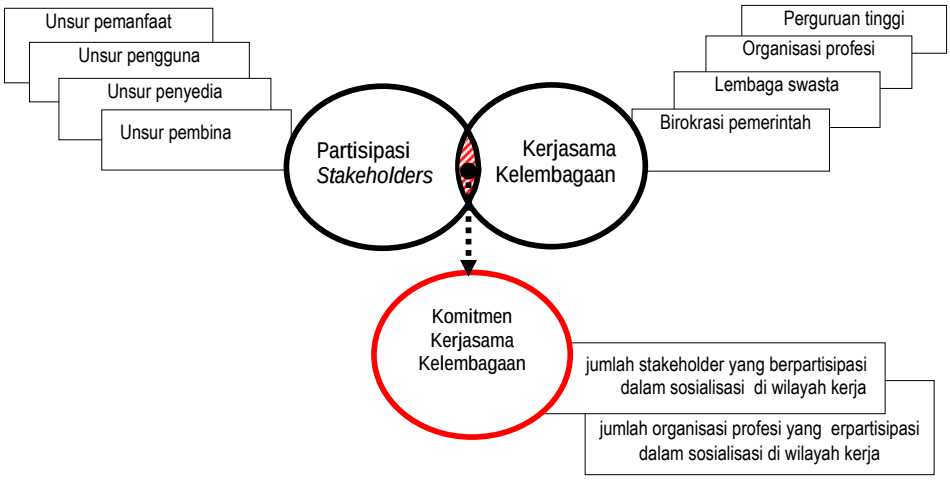
<u>b. Variabel komitmen kerjasama kelembagaan</u>, berdasarkan hasil analisis faktor merupakan representasi dari variabel Partisipasi *Stakeholder* dan

Kerjasama Kelembagaan, kedua variabel ini memiliki karakter yang hampir sama satu sama lain yang tidak teramati. Gambar 4.124 menyajikan ilustrasi keterkaitan kedua variabel tersebut membentuk variabel baru yang diberi nama variabel Komitmen Kerjasama Kelembagaan.

Partisipasi aktif *stakeholder* yang terkait, sangat menentukan keberhasilan sosialisasi (diseminasi) suatu pedoman, norma dan standar mutu karena keberadaan standar mutu sangat diperlukan oleh semua pihak untuk mendapatkan penyeragaman mutu konstruksi (Palgunadi, 2006). Khusus di bidang perkerasan jalan telah terbit 112 standar mutu dan 8 (delapan) pedoman teknik masing-masing bersertifikat SNI serta 12 modul spesifikasi teknis (dalam proses sertifikasi SNI). Berkaitan dengan sosialisasi maka diperlukan komitmen kerja sama antar semua lembaga pemerintah dan swasta maupun organisasi profesi untuk mempercepat penyebaran informasinya agar dicapai penyeragaman pencapaian mutu perkerasan jalan sehingga akan didapatkan efisiensi penggunaan biaya peningkatan dan pemeliharaan jalan (Sjahdanulirwan, 2006.b). *Stakeholder* yang dimaksud (Palgunadi, 2006) dalam penggunaan standar mutu perkerasan jalan di suatu wilayah kerja dapat berasal dari: (i) unsur pembina (dinas pekerjaan umum, balai kerja departemen pekerjaan umum); (ii) unsur penyedia (kontraktor, konsultan); (iii) unsur pengguna (organisasi profesi bidang jalan, akademisi dan peneliti); dan (iv) unsur pemanfaat (masyarakat secara luas). Dengan demikian indikator yang dapat diukur dari variabel Partisipasi *Stakeholder* adalah jumlah *stakeholder* yang berpartisipasi dalam sosialisasi (diseminasi) standar mutu di wilayah kerja. Makin banyak *stakeholder* yang berpartisipasi maka makin sukses diseminasi standar mutu, yang berarti makin luas transfer pengetahuan teknologi dan makin tercapai penyeragaman mutu konstruksi.

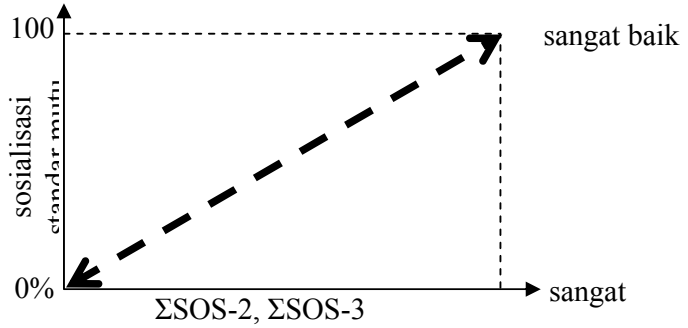
Berkaitan dengan sosialisasi standar mutu, Smith (1996) menyimpulkan bahwa keberhasilan penyebaran informasi standar mutu konstruksi sangat tergantung beberapa faktor, diantaranya adalah faktor kerjasama antar pihak (institusi) yang terkait, artinya penyebaran dan penyeragaman informasi tersebut minimal dilakukan oleh pemberi pekerjaan (*owner*), pelaksana (kontraktor) dan pengendali (supervisi). Ketiga pihak ini berpengaruh hampir 60% terhadap keberhasilan sosialisasi standar mutu. Sosialisasi standar mutu dalam internet

secara *online* maupun *door to door* tidak dapat dilakukan oleh satu lembaga tetapi diperlukan partisipasi seluruh pihak terkait baik perorangan maupun kelembagaan (Haryono, 2005). Partisipasi aktif institusi pemerintah (pusat maupun daerah) masih mendominasi sosialisasi (diseminasi) standar mutu perkerasan jalan daripada lembaga lain. Era globalisasi yang makin dekat, diharapkan penyelenggaraan diseminasi standar mutu dapat dilaksanakan oleh pihak swasta, organisasi profesi dan perguruan tinggi. Hal ini sangat mendukung semangat sertifikasi keahlian yang mulai diselenggarakan organisasi profesi terakreditasi, maka organisasi ini perlu melakukan sosialisasi standar mutu dan metode kerja konstruksi kepada para *engineer*. Penyebarluasan informasi standar mutu menurut Mathis & Jackson (2002.b) tidak lagi menjadi tanggung jawab lembaga pemerintah maupun akademisi atau peneliti tetapi sudah mulai berpindah kepada swasta (independen), yang dapat berwujud organisasi profesi. Organisasi profesi bidang jasa konstruksi minimal dapat melakukan diseminasi standar mutu yang bersifat internal (khusus kepada anggotanya), selanjutnya bersama dengan institusi pemerintah dan perguruan tinggi dapat memperluas diseminasinya kepada masyarakat secara luas. Partisipasi aktif organisasi profesi lebih efektif dan efisien dalam mensosialisasikan standar mutu karena tidak banyak melalui proses birokrasi pemerintah serta lebih mudah berkomunikasi dengan unsur pengguna dan pemanfaat standar mutu. Dengan demikian indikator yang mudah diukur dari variabel Kerjasama Kelembagaan adalah jumlah organisasi profesi yang berpartisipasi aktif dalam sosialisasi standar mutu di wilayah kerja.



Gambar 4.124. Variabel-variabel pengaruh berkorelasi membentuk variabel Komitmen Kerjasama Kelembagaan terhadap sosialisasi standar mutu

Dari uraian pembahasan tersebut dapat disimpulkan bahwa antara variabel Partisipasi *Stakeholder* dan variabel Kerjasama Kelembagaan memiliki karakter yang hampir sama dalam hal mengukur partisipasi terhadap sosialisasi standar mutu, sehingga dalam analisis faktor kedua variabel ini berkorelasi membentuk variabel baru yang diberi nama variabel Komitmen Kerjasama Kelembagaan. Indikator untuk mengukur pengaruh variabel Komitmen Kerjasama Kelembagaan terhadap keberhasilan sosialisasi standar mutu dalam pemberlakuan standar mutu perkerasan jalan, adalah: (i) persentase (%) jumlah *stakeholder* yang berpartisipasi dalam sosialisasi terhadap jumlah *stakeholder* yang terkait utilisasi standar mutu di wilayah kerja; dan (ii) persentase (%) jumlah organisasi profesi yang berpartisipasi dalam sosialisasi terhadap jumlah kelembagaan dan organisasi yang terkait utilisasi standar mutu di wilayah kerja. Logika mengukur kecenderungan pengaruh variabel Komitmen Kerjasama Kelembagaan terhadap sosialisasi standar mutu dapat ditunjukkan dalam Gambar 4.125.



$$\Sigma SOS\text{-}2 = \frac{\text{jumlah stakeholder yang berpartisipasi dalam sosialisasi di wilayah kerja (stakeholder)}}{\text{jumlah stakeholder yang terkait sosialisasi standar mutu di wilayah kerja (stakeholder)}}$$

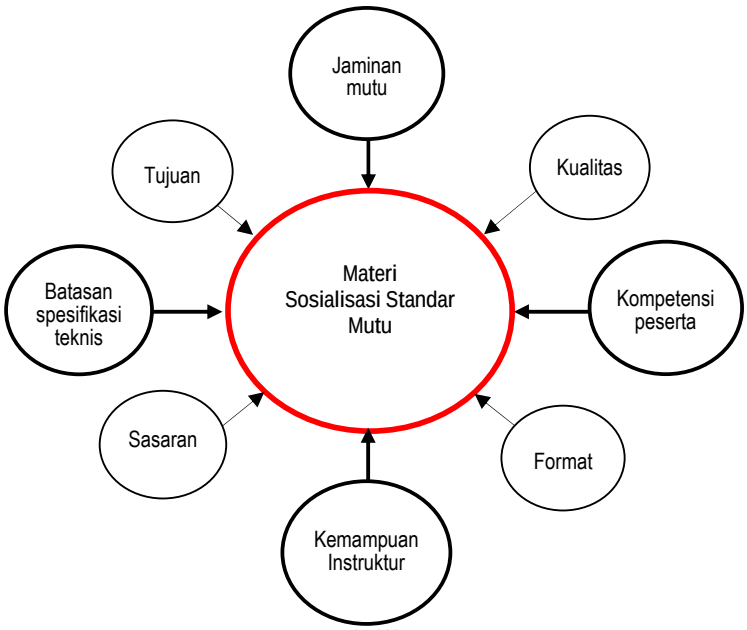
$$\Sigma SOS\text{-}3 = \frac{\text{jumlah organisasi profesi yang berpartisipasi dalam sosialisasi di wilayah kerja (lembaga)}}{\text{jumlah kelembagaan dan organisasi yang terkait sosialisasi standar mutu di wilayah kerja (lembaga)}}$$

Gambar 4.125. Logika mengukur kecenderungan pengaruh variabel Komitmen Kerjasama Kelembagaan terhadap sosialisasi standar mutu dalam pemberlakuan standar mutu perkerasan jalan

c. Variabel kualitas materi sosialisasi, merupakan sarana penting bagi fasilitator atau instruktur untuk menyampaikan tujuan dan sasaran sosialisasi kepada *stakeholder* terkait seperti unsur pembina (birokrasi pemerintah di daerah), unsur penyedia (kontraktor, konsultan), organisasi profesi, dan masyarakat secara

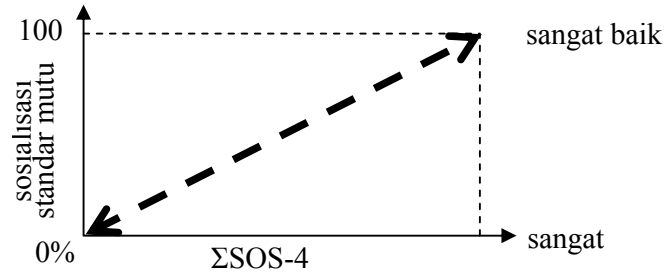
luas sehingga substansinya harus dibuat dalam format yang mudah dipahami, sederhana dan secara kualitas dapat diaplikasikan dengan tepat (Sjahdanulirwan, 2006.b). Pendapat tersebut diperkuat oleh Goetsch & Davis (2002) yang menyatakan bahwa materi sosialisasi standar atau norma tentang mutu prosedur kerja harus disesuaikan dengan batasan kualifikasi pencapaian mutu *output* kerja dan kemampuan kompetensi pesertanya, artinya sosialisasi harus mengajarkan sesuatu yang bermanfaat untuk mencapai sesuatu yang berdaya guna. Berbeda dengan pendapat Goetsch & Davis (2002), Sylte (1999) menyatakan kualitas materi sosialisasi standar mutu dalam industri jasa konstruksi harus mampu memberikan jaminan mutu konstruksi kepada *stakeholder* terkait, artinya target pencapaian mutu menjadi kunci pokok yang tidak boleh berubah, oleh karenanya kualifikasi instruktur dan kemampuan kompetensi peserta menjadi faktor pendukung yang sangat menentukan.

Dengan demikian ada 4 (empat) aspek yang mempengaruhi kualitas materi sosialisasi, yaitu: (i) batasan spesifikasi teknis, substansi materi sosialisasi harus sesuai dengan standar mutu dalam spesifikasi teknis; (ii) jaminan mutu, kualitas materi sosialisasi harus mampu memberikan jaminan mutu dan keamanan konstruksi; (iii) kompetensi peserta, materi sosialisasi harus mempertimbangkan kemampuan kualitas peserta; dan (iv) kemampuan instruktur (fasilitator). Ilustrasi pengaruh keempat aspek tersebut terhadap materi sosialisasi standar mutu, dapat ditunjukkan dalam Gambar 4.126.



Gambar 4.126. Upaya pencapaian ketepatan materi sosialisasi standar mutu

Dari uraian pembahasan tersebut dapat disimpulkan bahwa indikator untuk mengukur pengaruh variabel Kualitas Materi Sosialisasi terhadap keberhasilan sosialisasi standar dalam pemberlakuan standar mutu perkerasan jalan adalah persentase (%) jumlah bab (bagian) materi sosialisasi yang sesuai dengan standar mutu yang diimplementasikan terhadap jumlah bab (bagian) materi standar mutu yang diimplementasikan. Logika mengukur kecenderungan pengaruh variabel Kualitas Materi Sosialisasi terhadap sosialisasi standar mutu dapat ditunjukkan dalam Gambar 4.127.



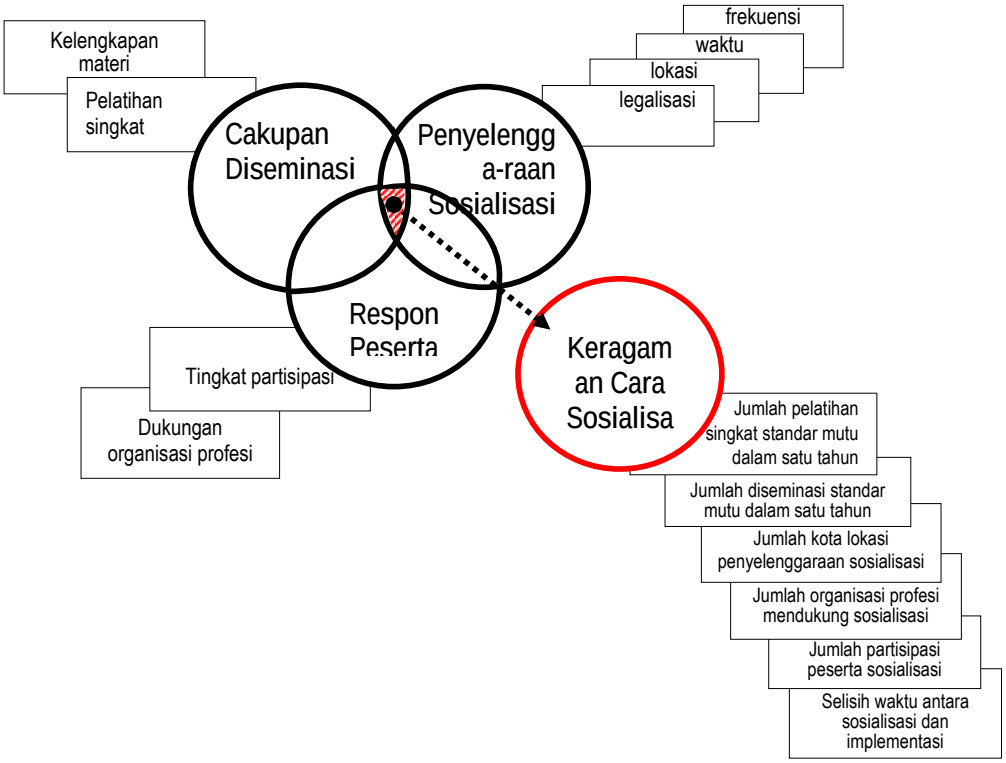
$$\Sigma SOS\text{-}4 \quad \frac{\text{jumlah bab (bagian) materi sosialisasi yang sesuai dengan standar mutu yang diimplementasikan (bab)}}{\text{jumlah bab (bagian) materi standar mutu yang diimplementasikan (bab)}}$$

Gambar 4.127. Logika mengukur kecenderungan pengaruh variabel Kualitas Materi Sosialisasi terhadap sosialisasi standar mutu dalam pemberlakuan standar mutu perkerasan jalan

d. Variabel keragaman cara sosialisasi, berdasarkan hasil analisis faktor merupakan representasi dari variabel-variabel yang memiliki karakter yang hampir sama satu sama lain yang tidak teramati, yaitu: (i) *Training* atau Pelatihan; (ii) Cakupan Diseminasi; (iii) Lokasi Penyelenggaraan Sosialisasi; (iv) Waktu Penyelenggaraan Sosialisasi; (v) Legalisasi Sosialisasi; dan (vi) Responsivitas Peserta Sosialisasi. Gambar 4.129 mengilustrasikan keterkaitan kelima variabel tersebut dalam membentuk variabel baru yang diberi nama variabel Keragaman Cara Sosialisasi.

Sosialisasi suatu standar produk atau pedoman mutu pelaksanaan, menurut Mathis & Jackson (2002.b) dapat dilaksanakan dalam bentuk pengumuman media massa, seminar, *training* singkat dan pelatihan-pelatihan *door to door* atau melalui

media elektronik. *Training* atau pelatihan merupakan cara sosialisasi standar-standar mutu perkerasan jalan yang lebih tepat dilakukan terhadap para *engineer* karena ada unsur akademis yang bersifat *socio engineering* (Palgunadi, 2006).



Gambar 4.128. Variabel-variabel pengaruh berkorelasi membentuk variabel Keragaman Cara Sosialisasi terhadap sosialisasi standar mutu

Socio engineering menekankan pada pendekatan *engineering* (rekayasa teknik) yang dikombinasi dengan pendekatan sosial (kemasyarakatan), misalnya mutu perkerasan jalan harus mampu memberikan rasa nyaman dan aman bagi pengguna sehingga berdampak timbulnya rasa kemauan untuk ikut memelihara dan mengamankan ruang milik jalan dari gangguan permanen. Pendapat ini diperkuat oleh Sukawan (2006) dan Hidayat (2004) yang menyatakan bahwa *training* atau pelatihan norma, standar, pedoman dan manual tentang pencapaian mutu perkerasan jalan merupakan cara sosialisasi yang paling tepat karena: (i) penyelenggaraannya terjadwal; (ii) hasilnya terukur dengan tingkat kelulusan yang bersertifikasi; (iii) pengelompokan kualifikasinya jelas; dan (iv) kualifikasi instruktur dan materinya disesuaikan tuntutan kebutuhan standar mutu di lapangan.

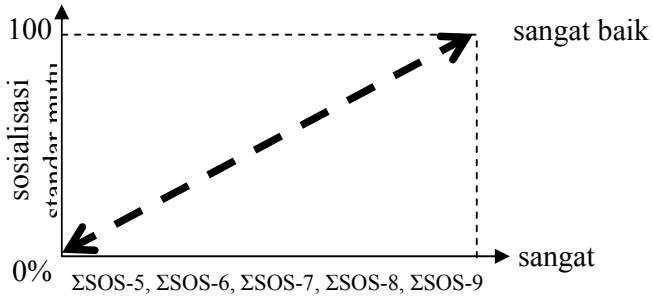
Hal senada juga dikemukakan oleh Nusyirwan (2006) yang menyatakan bahwa BPK-SDM memiliki komitmen untuk melakukan sosialisasi standar-standar mutu dan pedoman teknis lainnya minimal dua kali per tahun per lokasi (wilayah propinsi), yang menyertakan instruktur-instruktur yang sudah memiliki sertifikasi keahlian utama. Pendapat Nusyirwan (2006) ini diperkuat oleh Goetsch & Davis (2002) yang menyatakan bahwa cakupan diseminasi pedoman teknis terhadap pencapaian mutu produk seharusnya dilaksanakan dua kali per tahun. Diseminasi pertama sebelum implementasi bertujuan mengenal implementasi metode atau pedoman teknis dan diseminasi kedua sesudah implementasi bertujuan untuk evaluasi keberhasilan diseminasi dan dampaknya terhadap peningkatan kompetensi sumber daya manusia. Berkaitan bidang kebinamargaan, Palgunadi (2006) menyatakan cakupan diseminasi NSPM bidang perkerasan jalan dilakukan dua kali per tahun di ibukota propinsi yang melibatkan seluruh *stakeholder* terkait di ibukota propinsi untuk mempercepat sosialisasi penyeragaman pencapaian standar mutu. Diseminasi yang pertama untuk memperkenalkan produk-produk NSPM yang baru dan penyesuaian terhadap tuntutan kebutuhan standar mutu dalam spesifikasi teknis, diseminasi yang kedua untuk mengevaluasi pemberlakuannya. Program cakupan diseminasi yang ideal tersebut sering menghadapi kendala lapangan (Goetsch & Davis, 2002), antara lain: (i) ketidaktepatan jadwal diseminasi terhadap waktu yang ditentukan sehingga terjadi tumpang tindih antara waktu sosialisasi dan waktu implementasi; (ii) ketidaktepatan lokasi penyelenggaraan sehingga jumlah peserta diseminasi tidak kondusif karena jaraknya berjauhan; (iii) ketidaktepatan substansi materi diseminasi terhadap kebutuhan standar mutu total; dan (iv) ketidaktepatan materi diseminasi terhadap kebijakan lokal. Permasalahan yang dikemukakan Goetsch & Davis (2002) tersebut sangat analogis dengan permasalahan standar-standar mutu perkerasan jalan di Indonesia khususnya di Wilayah Kepulauan Timur dan Kawasan Perbatasan. Pada kawasan tersebut sering dihadapi implementasi standar mutu tidak diawali dengan sosialisasi dan tidak diakhiri dengan evaluasi implementasinya (Rivai, 2006). Beberapa cakupan diseminasi tidak mampu menstimulasi pemberdayaan masyarakat dan peningkatan kualitas sumber daya manusia serta tidak mampu mendayagunakan pemanfaatan sumber daya lokal.

Demikian pula yang tidak kalah pentingnya adalah aspek penyelenggaraan sosialisasi baik lokasi, waktu dan legalitasnya. Rivai (2006) menyatakan penyelenggaraan sosialisasi standar dan pedoman peraturan mutu konstruksi tidak harus terfokus di ibukota propinsi melainkan harus menyebar ke beberapa kabupaten atau kota dalam wilayah propinsi agar cakupan diseminasi dapat dipercepat penyeragamannya dan berdaya guna dalam mencapai efektivitas dan efisiensi biaya pembangunan jalan. Kondisi saat ini menurut Agah (2003) menunjukkan bahwa legalitas penyelenggaraan sosialisasi dilaksanakan dengan pendekatan proyek bukan kebutuhan *research* (penelitian) sehingga berdampak ketidaksesuaian antara waktu penyelenggaraan dan implementasi lapangan yang pada akhirnya pemberlakuan standar mutu tidak berjalan sebagaimana mestinya. Mathis & Jackson (2002.b) juga mendukung pendapat Rivai (2006) yang menyatakan bahwa program-program pelatihan prosedur pelaksanaan operasional industri dapat tercapai baik jika antara waktu, lokasi, legalitas dan evaluasi dilakukan secara terpadu. Waktu dalam hal ini dimaksudkan tepat penyelenggaraannya yang tidak *overlapping* dengan kegiatan lain. Lokasi dalam hal ini dimaksudkan penyelenggaraannya menyebar tidak terfokus satu lokasi dalam wilayah propinsi. Legalitas dalam hal ini dimaksudkan penyelenggaraanya resmi atas dasar keputusan pimpinan perusahaan atau instansi yang berwenang. Evaluasi dalam hal ini dimaksudkan untuk menilai keberhasilan penyelenggaraan sosialisasi yang dapat diukur dari jumlah dukungan organisasi profesi terhadap proses sosialisasi sehingga mempercepat penyebaran keseragaman implementasi standar mutu.

Responsivitas peserta sosialisasi menurut Agah (2003) diindikasikan dari keaktifan peserta mengikuti proses sosialisasi. Tingkat keaktifan peserta ini dinilai dalam bentuk kemauan untuk bertanya dan rasa ingin memiliki lebih banyak terhadap informasi yang disampaikan instruktur dalam sosialisasi. Selain jumlah pertanyaan peserta, responsivitas dapat diukur dari kestabilan jumlah peserta dari awal hingga akhir sosialisasi dan keragaman peserta tidak terfokus dari institusi atau organisasi tertentu.

Dari uraian pembahasan tersebut dapat disimpulkan bahwa antara variabel Pelatihan, Cakupan Diseminasi, Lokasi Penyelenggaraan Sosialisasi, Legalitas

sosialisasi dan variabel Responsivitas Peserta memiliki karakter yang hampir sama dalam hal keragaman cara sosialisasi untuk mencapai penyeragaman implementasi standar mutu perkerasan jalan, sehingga dalam analisis faktor keenam variabel ini berkorelasi membentuk variabel baru yang diberi nama variabel Keragaman Cara Sosialisasi. Indikator mengukur kecenderungan pengaruh variabel Keragaman Cara Sosialisasi terhadap sosialisasi standar mutu dalam pemberlakuan standar mutu perkerasan jalan adalah: (i) persentase (%) jumlah pelatihan standar mutu dalam satu tahun terhadap jumlah pelatihan yang diperlukan dalam satu tahun; (ii) persentase (%) jumlah diseminasi standar mutu dalam satu tahun terhadap jumlah diseminasi yang diperlukan dalam satu tahun; (iii) persentase (%) jumlah kota lokasi penyelenggaraan sosialisasi terhadap jumlah kota dalam satu wilayah propinsi; (iv) persentase (%) selisih waktu antara sosialisasi dan implementasi terhadap durasi waktu terjadwal antara sosialisasi dan permulaan implementasi; (v) persentase (%) jumlah organisasi profesi yang mendukung penyelenggaraan sosialisasi terhadap jumlah organisasi profesi yang ada di wilayah kerja; dan (vi) persentase (%) jumlah peserta sosialisasi yang mengajukan pertanyaan terhadap jumlah peserta sosialisasi standar mutu. Logika mengukur kecenderungan pengaruh variabel Keragaman Cara Sosialisasi terhadap keberhasilan sosialisasi dalam pemberlakuan standar mutu perkerasan jalan dapat ditunjukkan Gambar 4.129.



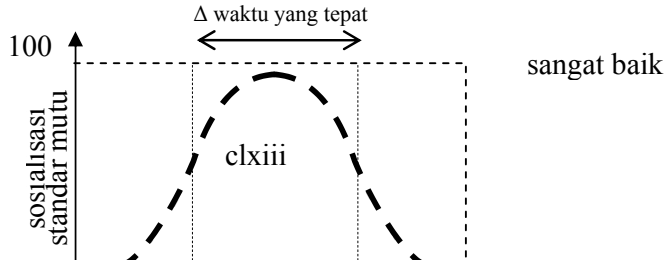
$$\Sigma\text{SOS-5} = \frac{\text{jumlah pelatihan standar mutu dalam satu tahun (kali)}}{\text{jumlah pelatihan yang diperlukan dalam satu tahun (kali)}}$$

$$\Sigma\text{SOS-6} = \frac{\text{jumlah diseminasi standar mutu dalam satu tahun (kali)}}{\text{jumlah diseminasi yang diperlukan dalam satu tahun (kali)}}$$

$$\Sigma\text{SOS-7} = \frac{\text{jumlah kota lokasi penyelenggaraan sosialisasi di wilayah propinsi (buah)}}{\text{jumlah kota dalam satu wilayah propinsi (buah)}}$$

$$\Sigma\text{SOS-8} = \frac{\text{jumlah organisasi profesi yang mendukung penyelenggaraan sosialisasi di wilayah kerja (insitusi)}}{\text{jumlah organisasi profesi yang ada di wilayah kerja (institusi)}}$$

$$\Sigma\text{SOS-9} = \frac{\text{jumlah peserta yang mengajukan pertanyaan pada saat sosialisasi standar mutu (orang)}}{\text{jumlah peserta yang hadir pada saat sosialisasi standar mutu (orang)}}$$



Gambar 4.129. Logika mengukur kecenderungan pengaruh variabel Keragaman Cara Sosialisasi terhadap sosialisasi standar mutu dalam pemberlakuan standar mutu perkerasan jalan

7. Validasi pengelompokan variabel yang mempengaruhi distribusi standar (DIS) dalam pemberlakuan standar mutu perkerasan jalan

Analisis faktor variabel-variabel yang mempengaruhi aspek Distribusi Standar (DIS) pada mulanya dilakukan terhadap 9 (sembilan) macam variabel, yaitu: (i) Waktu Penyelenggaraan Distribusi; (ii) Kerjasama Kelembagaan; (iii) Partisipasi *Stakeholder*; (iv) Proses Birokrasi Distribusi; (v) Ketersediaan Cetak Materi; (vi) Kecepatan Distribusi; (vii) Transportasi Distribusi; (viii) Lokasi Pendistribusian; dan (ix) Biaya Distribusi. Analisis awal menunjukkan variabel Biaya Distribusi memiliki nilai MSA di bawah 0,5, sehingga variabel Biaya Distribusi tidak diikutkan dalam estimasi model faktor. Hasil analisis awal ini memperkuat hasil verifikasi 240 pakar terhadap variabel Biaya Distribusi karena tidak lebih dari 60% responden yang ada tidak menyetujui variabel tersebut sebagai variabel penting (lihat Gambar 4.53). Secara ringkas, model faktor yang dihasilkan pada aspek ini dijelaskan dalam Tabel 4.20.

Tabel 4.21. Nilai korelasi variabel distribusi standar (DIS) terhadap 4 (empat) faktor yang terbentuk setelah dirotasi dengan metode *varimax*

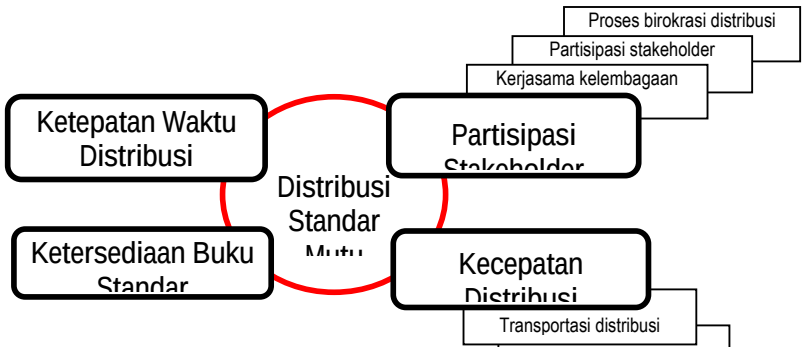
Variabel	Faktor				*Commonality*
	1	2	3	4	
Transportasi distribusi	0,205	0,050	0,132	**0,667**	0,677
Kecepatan distribusi	0,412	0,319	0,320	**0,601**	0,688
Lokasi pendistribusian	0,386	0,169	0,039	**0,511**	**0,591**
Kerjasama kelembagaan	-0,073	**0,798**	0,102	-0,048	0,749
Partisipasi *stakeholder*	0,282	**0,620**	0,388	-0,338	0,675
Waktu penyelenggaraan distribusi	**-0,809**	0,029	0,015	0,016	**0,837**

Ketersediaan cetak materi	0,206	0,467	**0,504**	0,099	0,635
Proses birokrasi distribusi	-0,025	**0,519**	0,167	0,209	0,785
Nilai *eigen* faktor 1 = 2,268, faktor 2 = 1,290, faktor 3 = 1,104, faktor 4 = 1,075 Variansi total yang dapat dijelaskan dengan 4 faktor = **70,462%.**					

Hasil analisis faktor menunjukkan ada 4 (empat) faktor yang mampu menjelaskan 70,462% variansi total yang terdapat pada seluruh variabel. Nilai kebersamaannya (*commonality*) yang berkisar antara 0,591 hingga 0,837 sehingga model faktor di atas masih dapat diterima dengan kualitas baik.

Hampir seluruh variabel dapat ditentukan kecondongannya pada sebuah faktor tertentu secara jelas. Dengan mencermati pola pengelompokan variabel-variabel terhadap faktor di atas, selanjutnya Faktor ke-1 hingga ke-4 berturut-turut diinterpretasikan sebagai Faktor Ketepatan Waktu Distribusi, Faktor Partisipasi *Stakeholder*, Faktor Ketersediaan Buku Standar, dan Faktor Kecepatan Distribusi Standar. Dengan demikian analisis faktor mampu menyeleksi dan mengelompokkan variabel pengaruh terhadap distribusi standar dari semula 9 (sembilan) variabel menjadi 4 (empat) variabel, seperti yang dilustrasikan dalam Gambar 4.130.

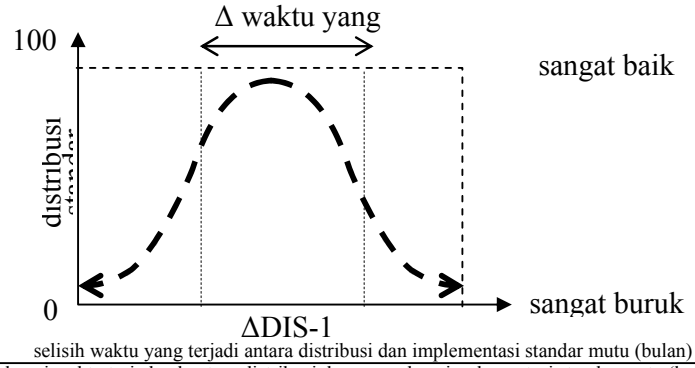
Hasil analisis faktor ini sangat relevan dengan teori distribusi logistik barang dokumen yang pernah dikemukakan oleh Bowersox (2002), yang menyebutkan bahwa ada dua aspek penting ukuran keberhasilan distribusi, yaitu: (i) ketepatan waktu sampai di lokasi tujuan; dan (ii) kecepatan perjalanan pengangkutannya. Kedua aspek ini tergantung pergantian moda tranportasi dan dukungan dari *stakeholder* yang terkait. Berkaitan dengan ketepatan dan kecepatan distribusi, Palgunadi (2006) mengemukakan bahwa aspek distribusi standar mutu sangat berpengaruh terhadap kelancaran diseminasinya di kabupaten yang jauh dari ibukota propinsi. Oleh karenanya keberhasilan distribusi ini sangat ditentukan partisipasi aktif kelembagaan di daerah dalam mempercepat pengiriman sampai lokasi tujuan. Selain itu ketersediaan buku cetak standar mutu juga tidak kalah penting untuk dipertimbangkan walaupun saat ini sudah dipermudah SNI *on line* namun proses cetak dokumen juga memerlukan biaya yang mahal (Haryono, 2005).



Gambar 4.130. Variabel-variabel dominan yang mempengaruhi faktor Distribusi Standar Mutu dalam pemberlakuan standar mutu perkerasan jalan

a. Variabel ketepatan waktu distribusi. Sugiri (2006) dalam kajiannya tentang kontrak pembangunan dan pemeliharaan perkerasan jalan berbasis kinerja, menyimpulkan ada 4 (empat) aspek yang harus diperhatikan untuk mencapai penyeragaman mutu perkerasan jalan, yaitu: (i) *training* atau pelatihan untuk persiapan implementasi standar mutu terjadwal tepat dan tidak *overlapping* dengan pelaksanaan pembangunan atau pemeliharaan perkerasan jalan; (ii) distribusi buku-buku standar mutu maupun pedoman teknis dilakukan sesegera mungkin paling lambat 3 (tiga) bulan sebelum pelaksanaan fisik; (iii) monitoring dan evaluasi implementasi standar mutu dilakukan sejak konstruksi sampai pasca konstruksi. Beberapa kendala distribusi standar mutu pada umumnya terjadi pada transportasi pengiriman, birokrasi dari instansi yang terkait dan waktu penyelenggaraan distribusi standar mutu yang terlalu berdekatan atau kadang-kadang *overlapping* dengan implementasinya di lapangan sehingga belum ada kesempatan sosialisasi (pelatihan) tetapi sudah harus diterapkan di lapangan (Aly, 2003.a & 2003.b). Berkaitan dengan ketepatan waktu distribusi, maka indikator yang sesuai untuk mengukur variabel Ketepatan Waktu Distribusi terhadap keberhasilan distribusi standar mutu dalam pemberlakuan standar mutu perkerasan jalan adalah persentase (%) selisih waktu yang terjadi antara distribusi dan implementasinya terhadap durasi waktu terjadwal antara distribusi dan permulaan impelementasi standar mutu. Bapekin (2004) dalam Palgunadi (2006) menyebutkan selisih waktu antara distribusi standar mutu dan implementasi yang terjadwal 4 (empat) sampai 6 (enam) bulan, artinya jika implementasinya mulai Juni 2007, maka distribusi standar mutu paling lambat dimulai Januari 2007. Pengaruh selisih waktu tersebut terhadap keberhasilan distribusi standar mutu tidak bersifat linier, artinya makin pendek atau makin lama selisih waktu tersebut maka makin buruk proses distribusi

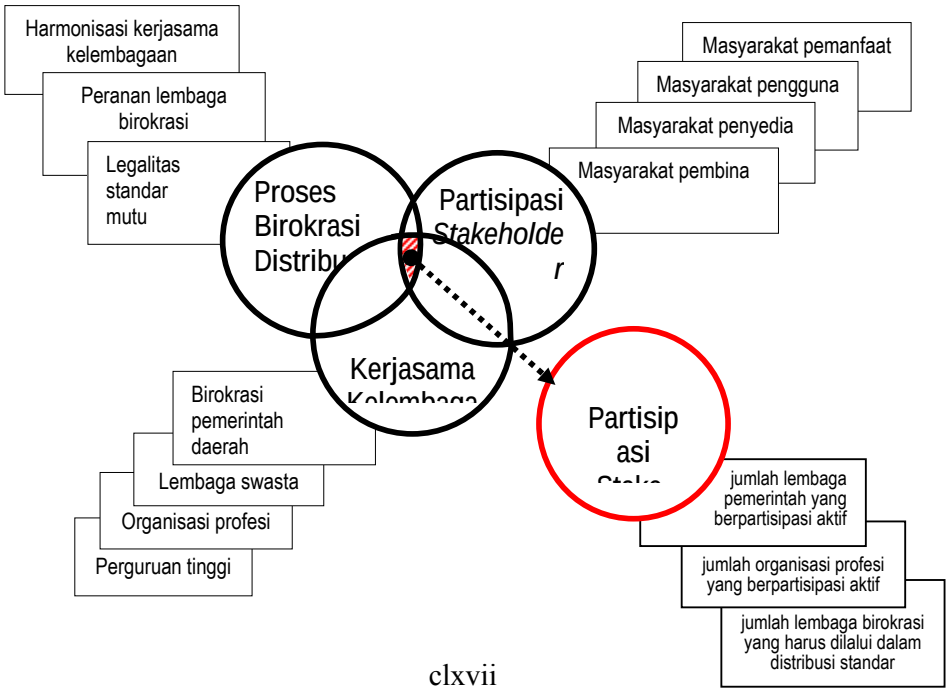
sehingga makin tidak baik dalam pencapaian penyeragaman standar mutu. Logika mengukur kecenderungan pengaruh variabel Ketepatan Waktu Distribusi terhadap keberhasilan distribusi standar mutu mengikuti bentuk parabolik, dapat ditunjukkan dalam Gambar 4.131.



$$\Delta DIS\text{-}1 = \frac{\text{selisih waktu yang terjadi antara distribusi dan implementasi standar mutu (bulan)}}{\text{durasi waktu terjadwal antara distribusi dan permulaan implementasi standar mutu (bulan)}}$$

Gambar 4.131. Logika mengukur kecenderungan pengaruh variabel Ketidaktepatan Waktu Distribusi terhadap keberhasilan distribusi standar mutu dalam pemberlakuan standar mutu perkerasan jalan

b. Variabel partisipasi *stakeholder*, berdasarkan hasil analisis faktor merupakan representasi dari beberapa variabel yang memiliki karakter hampir sama satu sama lain yang tidak teramati, yaitu: (i) Kerjasama Kelembagaan; (ii) Partisipasi *Stakeholder*; dan (iii) Proses Birokrasi Distribusi. Hubungan ketiga variabel dapat berkorelasi membentuk variabel baru yang diberi nama variabel Partisipasi *Stakeholder*, sebagaimana ditunjukkan dalam Gambar 4.132.



Gambar 4.132. Variabel-variabel pengaruh berkorelasi membentuk variabel Partisipasi *Stakeholder* terhadap distribusi standar mutu

Goetsch & Davis (2002) menyatakan kelancaran dan kemudahan distribusi produk barang atau jasa memerlukan dukungan beberapa aktivitas antara lain: (i) kerjasama kelembagaan, partisipasi aktif dari birokrasi pemerintah daerah, lembaga swasta, organisasi profesi dan perguruan tinggi yang berada di wilayah kerja; (ii) partisipasi *stakeholder* yang terkait, seperti masyarakat pembina, penyedia, pengguna dan pemanfaat; (iii) proses birokrasi yang dihadapi selama distribusi. Kerjasama kelembagaan dimaksudkan kerjasama antara pemerintah daerah, swasta, organisasi profesi dan perguruan tinggi yang saling membantu untuk mensukseskan penyebaran (distribusi) informasi standar mutu melalui internet *online* atau diseminasi langsung di lapangan (Dessler, 2005). Peranan kelembagaan pemerintah diperlukan untuk mestimulasi lembaga swasta dan perguruan tinggi dapat berkiprah banyak dalam sosialisasi dan distribusi standar-standar mutu bidang teknik jalan. Oleh karenanya diperlukan kerjasama kelembagaan antara pemerintah sebagai pembina (regulator) dan swasta sebagai pelaksana serta perguruan tinggi dan organisasi profesi sebagai pembentuk *attitude*, *knowhow* dan *knowledge* sumber daya manusia (Palgunadi, 2006; Aly, 2001). Dengan demikian indikator yang dapat diukur dari variabel Kerjasama Kelembagaan adalah jumlah lembaga pemerintah daerah yang berpartisipasi aktif dalam distribusi NSPM bidang jalan kepada pihak-pihak terkait yang memerlukannya.

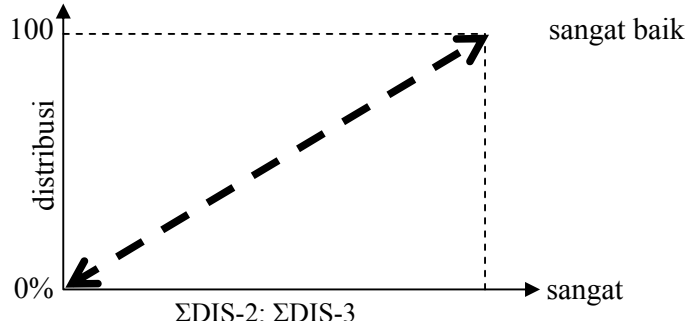
Partisipasi *stakeholder* dalam hal ini dimaksudkan dukungan aktif dari perorangan atau masyarakat terhadap percepatan distribusi informasi terkini. Masyarakat dalam hal ini dapat terdiri atas: (i) unsur pembina, meliputi pemerintah dengan perangkatnya; (ii) unsur penyedia, meliputi pelaksana (swasta) pembangunan fisik; (iii) unsur pengguna, meliputi organisasi profesi dan perguruan tinggi; dan (iv) unsur pemanfaat, masyarakat pada umumnya. Tuntutan pencapaian mutu perkerasan jalan sebagaimana dicanangkan oleh Direktorat Jenderal Bina Marga (Nusyirwan, 2006 dalam BPK-SDM, 2006) dalam mewujudkan pengelolaan jalan yang berkelanjutan, aman, mantap dan nyaman, maka diperlukan kualitas

engineer yang handal dalam *knowhow* (ketrampilan), *knowledge* (pengetahuan) dan *attitude* (sikap profesi). Tanggung jawab peningkatan *knowhow*, *knowledge* dan *attitude* seorang *engineer* sudah banyak dialihkan pemerintah kepada organisasi profesi yang memiliki akreditasi untuk sertifikasi keahlian dan ketrampilan profesi bidang jalan. Dengan demikian peranan organisasi profesi bidang teknik jalan amat penting dalam distribusi (penyebaran) informasi NSPM bidang jalan kepada *stakeholder* terkait. Indikator yang dapat diukur dari variabel Partisipasi *Stakeholder* adalah jumlah organisasi profesi yang berpartisipasi aktif dalam distribusi standar mutu di wilayah kerja.

Dessler (2005) telah melakukan penelitian tentang pengaruh harmonisasi kerjasama kelembagaan, yang menyimpulkan bahwa makin harmonis hubungan antara lembaga birokrasi dengan badan independen seperti organisasi profesi dan perguruan tinggi maka makin mudah menerobos proses birokrasi distribusi dan diseminasi penyeragaman standar mutu konstruksi. Hal ini senada dengan pendapat Palgunadi (2006) yang menyatakan peranan organisasi profesi seperti HPJI memiliki posisi strategis untuk memperlancar distribusi dan sosialisasi standar mutu perkerasan jalan karena diantara anggotanya tidak dipisahkan oleh proses birokrasi yang panjang dan rumit. Peranan organisasi profesi seperti HPJI, PII dapat menjembatani antara kepentingan pemerintah (*regulator*) dan kebutuhan swasta terhadap NSPM bidang jalan serta dengan perguruan tinggi untuk menyiapkan SDM yang handal. Berkaitan dengan proses birokrasi distribusi standar mutu, peranan lembaga birokrasi harus dikurangi agar distribusi dapat berjalan cepat dan tepat mencapai sasarannya. Goetsch & Davis (2002) juga menyimpulkan bahwa pelaksanaan manajemen mutu total dalam pengelolaan distribusi produk barang menghadapi banyak kendala, antara lain: (i) kendala birokrasi dalam proses perijinan dan periklanan produk oleh lembaga pemerintah, artinya lama dan rumitnya proses birokrasi distribusi barang tergantung jumlah instansi (lembaga) pemerintah yang dilalui; (ii) proses legalitas standar mutu memerlukan waktu yang lama (sekitar satu tahun). Pendapat Goetsch & Davis (2002) ini analogis dengan proses birokrasi distribusi buku NSPM kepada *stakeholder* masih tergantung dari legalisasi perijinan lembaga pemerintah daerah untuk sampai ke pihak terkait. Dengan demikian indikator yang dapat diukur dari variabel Proses Birokrasi

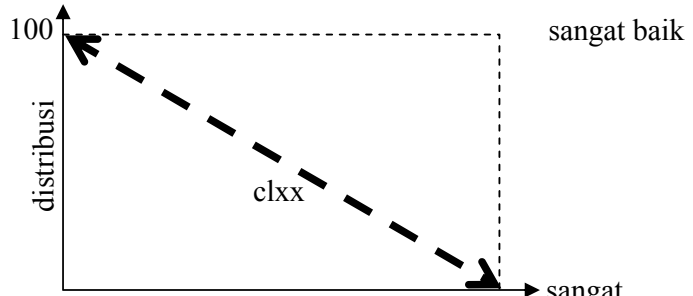
Distribusi adalah jumlah lembaga birokrasi yang harus dilalui dalam distribusi standar mutu.

Dari uraian pembahasan tersebut dapat disimpulkan bahwa antara variabel Kerjasama Kelembagaan, Partisipasi *Stakeholder* dan Proses Birokrasi Distribusi memiliki karakter yang hampir sama satu sama lain dalam hal partisipasi aktif untuk mendukung proses distribusi standar mutu, sehingga dalam analisis faktor ketiga variabel ini membentuk variabel baru yang diberi nama variabel Partisipasi *Stakeholder*. Indikator untuk mengukur pengaruh variabel Partisipasi *Stakeholder* terhadap distribusi standar mutu dalam pemberlakuan standar mutu perkerasan jalan, adalah: (i) persentase (%) jumlah lembaga pemerintah yang berpartisipasi aktif dalam distribusi standar mutu terhadap jumlah lembaga dan organisasi terkait dengan distribusi standar mutu di wilayah kerja; (ii) persentase (%) jumlah organisasi profesi yang berpartisipasi aktif dalam distribusi standar mutu terhadap jumlah lembaga dan organisasi terkait dengan distribusi standar mutu di wilayah kerja; dan (iii) persentase (%) jumlah lembaga birokrasi yang harus dilalui dalam proses distribusi standar mutu terhadap jumlah lembaga dan organisasi terkait dengan distribusi standar mutu di wilayah kerja. Logika untuk mengukur kecenderungan pengaruh variabel Partisipasi *Stakeholder* terhadap distribusi standar mutu dapat ditunjukkan dalam Gambar 4.133.



$$\Sigma\text{DIS-2} = \frac{\text{jumlah lembaga pemerintah yang berpartisipasi aktif dalam distribusi standar mutu (lembaga)}}{\text{jumlah lembaga dan organisasi yang terkait dengan distribusi standar mutu di wilayah kerja (lembaga)}}$$

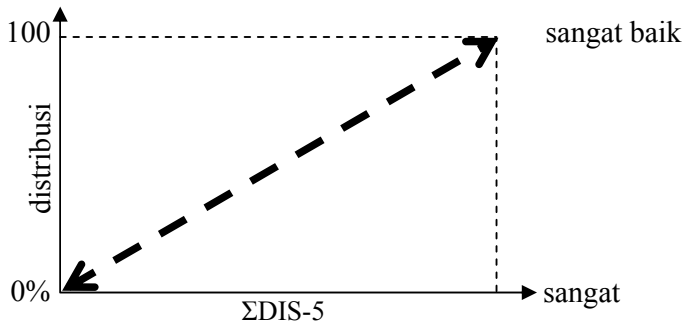
$$\Sigma\text{DIS-3} = \frac{\text{jumlah organisasi profesi yang berpartisipasi aktif dalam distribusi standar mutu (organisasi)}}{\text{jumlah lembaga dan organisasi terkait dengan distribusi standar mutu di wilayah kerja (organisasi)}}$$



Gambar 4.133. Logika mengukur kecenderungan pengaruh variabel Partisipasi *Stakeholder* terhadap distribusi standar mutu dalam pemberlakuan standar mutu perkerasan jalan

c. Variabel ketersediaan buku standar mutu. Hasil riset Goetsch & Davis (2002) tentang manajemen mutu total terhadap kinerja industri jasa di beberapa negara Asia Tenggara, telah menyimpulkan bahwa distribusi produk barang sangat dipengaruhi beberapa aspek, antara lain: (i) keragaman cara distribusi (kecepatan, ketepatan, pengangkutan, penyebaran); (ii) dukungan kerjasama kelembagaan; (iii) kesiapan persediaan dan pengadaan produk yang akan didistribusi, artinya keterlambatan cetak atau produksi akan menghambat ketepatan distribusi. Berkaitan dengan pendapat Goetsch & Davis (2002), Palgunadi (2006) dan Sjahdanulirwan (2006.b) menyatakan ketidakpastian cetak buku NSPM berdampak terhadap keterlambatan distribusi dan proses diseminasi (sosialisasi) dari jadwal yang disepakati sehingga dikhawatirkan akan *overlapping* dengan jadwal implementasinya di lapangan, hal ini sangat dirasakan bagi stakeholder di Wilayah Kepulauan Timur. Pendapat tersebut berbeda dengan pernyataan Haryono (2005) yang mengemukakan bahwa penyebaran informasi standar mutu melalui internet *online* dapat menggantikan distribusi buku standar mutu dan tidak diperlukan lagi cetak materi, terutama bagi *stakeholder* di wilayah perkotaan (*urban*). Namun adanya keterbatasan utilisasi fasilitas internet di daerah-daerah kabupaten terpencil atau di wilayah kepulauan propinsi maka distribusi standar mutu melalui cara diseminasi tatap muka lebih efektif dalam penyampaian standar mutu perkerasan jalan (Palgunadi, 2006). Berkaitan dengan distribusi standar mutu, maka indikator mengukur pengaruh variabel Ketersediaan Buku Standar Mutu terhadap keberhasilan distribusinya adalah persentase (%) jumlah buku standar mutu yang dapat didistribusikan terhadap jumlah buku standar mutu yang dibutuhkan dalam satu wilayah kerja. Logika mengukur kecenderungan pengaruh variabel

Ketersediaan Buku Standar Mutu terhadap keberhasilan distribusinya dalam pemberlakuan standar mutu perkerasan jalan, dapat ditunjukkan dalam Gambar 4.134.



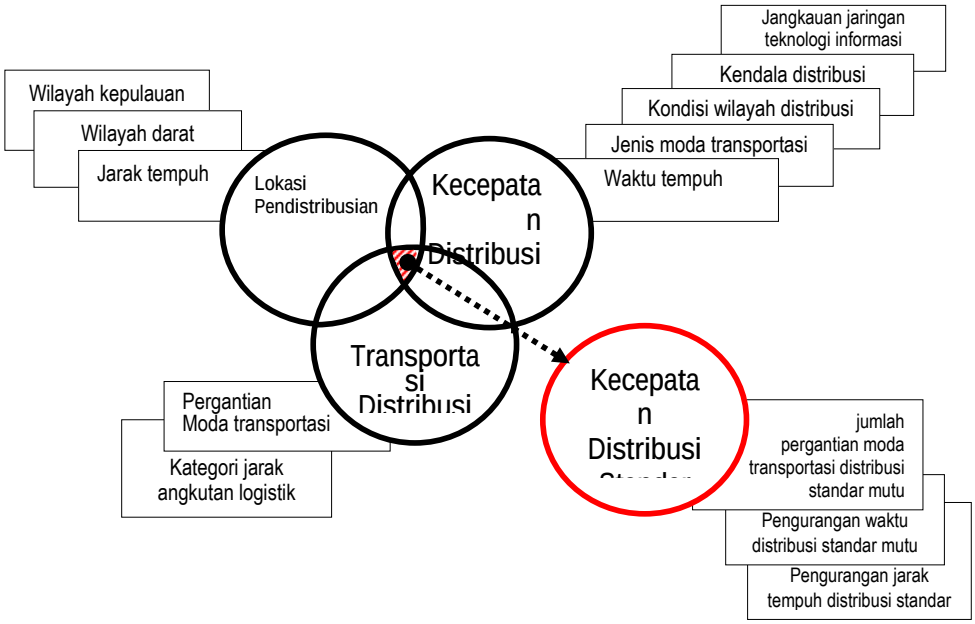
$$\Sigma DIS\text{-}5 = \frac{\text{jumlah buku standar mutu yang terdistribusi dalam satu wilayah kerja (buku)}}{\text{jumlah buku standar mutu yang dibutuhkan dalam satu wilayah kerja (buku)}}$$

Gambar 4.134. Logika mengukur kecenderungan pengaruh variabel Ketersediaan Buku Standar Mutu terhadap distribusinya dalam pemberlakuan standar mutu perkerasan jalan

d. Variabel kecepatan distribusi standar mutu, berdasarkan hasil analisis faktor merupakan variabel representasi dari beberapa variabel yang memiliki karakter yang hampir sama satu sama lain yang tidak teramati, yaitu: (i) Transportasi Distribusi; (ii) Kecepatan Distribusi; dan (iii) Lokasi Pendistribusian. Gambar 4.135 menyajikan ilustrasi korelasi ketiga variabel tersebut membentuk variabel baru yang diberi nama Kecepatan Distribusi Standar Mutu.

Hasil analisis faktor sesuai dengan hasil riset Goetsch & Davis (2002) yang menyatakan bahwa ada 3 (tiga) faktor yang harus dicermati dalam distribusi produk barang, yaitu: (i) transportasi logistik, berkaitan dengan jarak tempuh dan pergantian moda; (ii) lokasi pendistribusian, berkaitan kondisi wilayah kerja dan jangkauan jaringan teknologi informasi; dan (iii) dukungan moda transportasi yang cepat, efektif dan handal. Transportasi distribusi logistik (Bowersox, 2002; Miranda & Tunggal, 2001) merupakan bagian dari manajemen logistik, yaitu proses *supply chain* yang berfungsi untuk merencanakan, melaksanakan dan mengendalikan efisiensi dan efektivitas dan penyimpanan barang, pelayanan dan informasi terkait dari titik permulaan (*point of origin*) hingga titik konsumsi (*point of consumption*) dalam tujuannya untuk memenuhi kebutuhan para pelanggan. Pendapat ini memberikan tiga kunci pokok dalam tranportasi distribusi logistik standar mutu,

yaitu jarak tempuh perjalanan, pergantian moda transportasi, dan penggunaan teknologi informasi untuk mengendalikan proses distribusinya. Makin banyak pergantian moda transportasi maka makin lama distribusi produk barang sampai ke lokasi tujuan.



Gambar 4.135. Variabel-variabel pengaruh yang berkorelasi membentuk variabel Kecepatan Distribusi Standar Mutu

Hasil evaluasi diseminasi dan distribusi NSPM bidang jalan (Sjahdanulirwan, 2006.b; Palgunadi, 2006) menyimpulkan distribusi buku-buku standar mutu dan pedoman teknis sering mengalami keterlambatan atau *overlapping* dengan jadwal implementasinya karena moda transportasi distribusi logistik yang berganti-ganti sehingga proses distribusi berjalan lambat. Hal ini dirasakan sangat signifikan bagi *stakeholder* di Wilayah Kepulauan Timur, durasi pengiriman dapat mencapai tiga bulan dari Jakarta ke Jayapura selanjutnya ke Fak-fak. Dengan demikian indikator yang dapat diukur dari variabel Transportasi Distribusi Logistik adalah pengurangan pergantian moda transportasi dalam proses distribusi. Makin besar pengurangan moda transportasi maka makin cepat pendistribusian buku standar sampai ke lokasi tujuan.

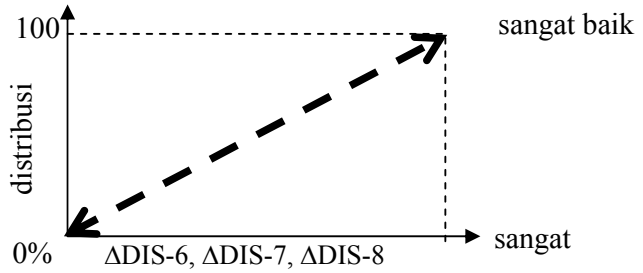
Lokasi pendistribusian logistik (Bowersox, 2002; Miranda & Tunggal, 2001) dimaksudkan jumlah kilometer yang ditempuh dari asal distribusi sampai lokasi tujuan pendistribusian barang. Lokasi pendistribusian barang tergantung

kondisi wilayahnya, wilayah daratan yang luas tanpa didukung aksesibilitas infrastruktur yang mantap akan memperlambat distribusi barang, wilayah kepulauan tanpa didukung pergantian moda transportasi yang handal juga akan memperlambat distribusinya. Oleh karenanya perlu ada pendekatan kategori jarak untuk memudahkan komparasi waktu dan kecepatan distribusi barang. Kategori jarak tempuh untuk angkutan logistik produk barang kemasan telah dirumuskan oleh Goetsch & Davis (2002), yaitu: (i) jarak dekat, kurang dari 100 km; (ii) jarak menengah, antara 100 km dan 300 km; dan (iii) jarak jauh, lebih dari 300 km. Ditjen Perkeretaapian (2006) telah membuat kategori angkutan barang logistik dalam 3 (tiga) kategori yaitu: (i) jarak dekat, kurang dari 200 km; (ii) jarak menengah, antara 200 km dan 400 km; dan (iii) jarak jauh, lebih dari 400 km. Ditjen Pos dan Telekomunikasi (2006) telah menetapkan 3 (tiga) kategori angkutan logistik pos, yaitu: (i) jarak dekat, kurang dari 200 km; (ii) jarak menengah, antara 200 km dan 500 km; dan (iii) jarak jauh, lebih dari 500 km. Christopher (2004) merumuskan 4 (empat) kategori jarak tempuh perjalanan logistik dari asal menuju lokasi pendistribusian, yaitu: (i) jarak dekat, kurang dari 150 km; (ii) jarak sedang, antara 150 km dan 300 km; dan (iii) jarak jauh, lebih dari 300 km. Dengan demikian indikator yang mudah diukur dari variabel Lokasi Pendistribusian adalah pengurangan jarak tempuh distribusi standar mutu terhadap kategori jarak yang ditetapkan. Makin besar pengurangan waktu tersebut maka makin cepat proses pendistribusian barang dari asal ke lokasi tujuan.

Variabel Kecepatan Distribusi sangat tergantung kondisi pergantian moda transportasi dan jarak tempuh dari asal distribusi sampai ke lokasi pendistribusian. Makin banyak pengurangan moda transportasi dan makin besar pengurangan jarak tempuh, maka makin cepat distribusi barang dari asal pengangkutan menuju lokasi pendistribusian. Dengan demikian indikator yang mudah diukur dari variabel Kecepatan Distribusi adalah pengurangan waktu distribusi standar mutu terhadap target waktu yang seharusnya.

Dari uraian pembahasan tersebut dapat disimpulkan bahwa antara variabel Transportasi Distribusi, Kecepatan Distribusi dan variabel Lokasi Pendistribusian memiliki karakter yang hampir sama dalam hal kecepatan distribusi logistik buku-buku standar mutu, sehingga dalam analisis faktor ketiga variabel tersebut membentuk variabel baru yang diberi nama variabel Kecepatan Distribusi Standar.

Indikator untuk mengukur kecenderungan pengaruh variabel Kecepatan Distribusi Standar terhadap distribusi standar mutu dalam pemberlakuan standar mutu perkerasan jalan, adalah: (i) persentase (%) pengurangan jumlah pergantian moda transportasi dalam distribusi standar mutu terhadap jumlah pergantian moda yang ada dari asal distribusi sampai ke lokasi pendistribusian; (ii) persentase (%) pengurangan waktu distribusi standar mutu terhadap waktu distribusi yang dihitung dari asal sampai ke lokasi pendistribusian; (iii) persentase (%) pengurangan jarak tempuh distribusi terhadap jarak tempuh sesuai kategori yang ditetapkan antara asal distribusi sampai ke lokasi pendistribusian. Logika mengukur kecenderungan pengaruh variabel Kecepatan Distribusi Standar Mutu terhadap keberhasilan distribusi standar mutu dapat ditunjukkan dalam Gambar 4.136.



$$\Delta\text{DIS-6} = \frac{\text{pengurangan pergantian moda transportasi dalam distribusi standar mutu (kali)}}{\text{jumlah pergantian moda transportasi yang ada dari asal distribusi sampai ke lokasi pendistribusian (kali)}}$$

$$\Delta\text{DIS-7} = \frac{\text{pengurangan waktu distribusi standar mutu (hari)}}{\text{lamanya waktu distribusi standar mutu dari asal distribusi sampai ke lokasi pendistribusian (hari)}}$$

$$\Delta\text{DIS-8} = \frac{\text{pengurangan jarak tempuh distribusi standar mutu (km)}}{\text{jarak tempuh sesuai kategori yang ditetapkan dari asal distribusi sampai ke lokasi pendistribusian (km)}}$$

Gambar 4.136. Logika mengukur kecenderungan pengaruh variabel Kecepatan Distribusi Standar Mutu terhadap keberhasilan distribusi standar mutu dalam pemberlakuan standar mutu perkerasan jalan

8. Validasi pengelompokan variabel yang mempengaruhi implementasi standar (IMS) dalam pemberlakuan standar mutu perkerasan jalan

Analisis faktor terhadap variabel-variabel yang mempengaruhi aspek Implementasi Standar (IMS) pada mulanya dilakukan atas 11 (sebelas) macam variabel, yaitu: (i) Pemahaman Implementasi Standar; (ii) Kompleksitas Pelaksanaan; (iii) Penyimpangan Substansi Standar yang Diimplementasikan; (iv) Durasi Implementasi Standar; (v) Obyek Implementasi Standar; (vi) Akuisisi Data; (vii) Pengakuan Hasil Pengujian; (viii) Batasan Toleransi Implementasi Standar; (ix) Tuntutan Spesifikasi Teknis; dan (x) Modifikasi Standar terhadap Faktor

Regional; dan (xi) Biaya Implementasi Standar Mutu. Hasil analisis awal menunjukkan bahwa variabel Biaya Implementasi Standar memiliki nilai MSA dibawah 0,5, sehingga variabel ini tidak diikutkan dalam analisis rotasi berikutnya. Hasil analisis awal ini memperkuat hasil survai verifikasi 240 pakar terhadap variabel Biaya Implementasi Standar karena tidak lebih dari 55% responden tidak menyetujui variabel tersebut sebagai variabel penting yang mempengaruhi implementasi standar mutu. Model faktor yang dihasilkan pada aspek implementasi standar mutu dapat dijelaskan dalam Tabel 4.21.

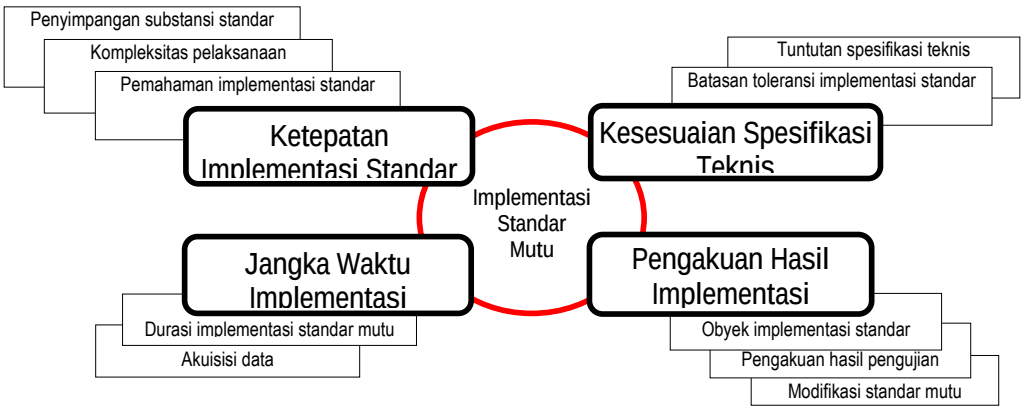
Tabel 4.22. Nilai korelasi variabel implementasi standar (IMS) terhadap 4 (empat) faktor yang terbentuk setelah dirotasi dengan metode *varimax*

Variabel	Faktor				*Commonality*
	1	2	3	4	
Pemahaman implementasi standar	**0,578**	0,481	0,222	0,300	0,614
Kompleksitas pelaksanaan	**0,675**	0,273	0,269	0,418	0,719
Penyimpangan substansi standar yang diimplementasikan	**0,576**	0,413	0,229	0,139	**0,565**
Durasi implementasi standar	0,123	0,050	0,157	**0,642**	0,761
Obyek implementasi standar	0,114	0,439	**0,653**	0,391	0,746
Akuisisi data	0,205	0,151	0,213	**0,577**	0,737
Pengakuan hasil pengujian	0,048	0,039	**0,694**	-0,111	**0,920**
Batasan toleransi implementasi standar	0,283	**0,672**	0,282	0,269	0,757
Tuntutan spesifikasi teknis	0,263	**0,744**	0,254	0,218	0,800
Modifikasi standar terhadap faktor regional	0,300	0,258	**0,685**	0,425	0,782
Nilai *eigen* faktor 1 = 2,409; faktor 2 = 1,244; faktor 3 = 1,812; faktor 4 = 1,146. Variansi total yang dapat dijelaskan dengan 4 faktor = **76,105%**.					

Dari Tabel 4.21 dapat dicermati bahwa 4 (empat) faktor yang terbentuk mampu menjelaskan 76,105% variansi total yang terdapat pada seluruh variabel. Nilai kebersamaannya (*commonality*) yang berkisar antara 0,565 hingga 0,920, sehingga model faktor di atas masih dapat diterima dengan kualitas baik.

Pola pengelompokan variabel-variabel terhadap faktor berlangsung secara jelas sehingga Faktor ke-1 hingga ke-4 berturut-turut dapat diinterpretasikan sebagai Faktor Ketepatan Implementasi Standar, Faktor Kesesuaian Spesifikasi Teknis, Faktor Pengakuan Hasil Implementasi, dan Faktor Jangka Waktu Implementasi.

Empat faktor yang terbentuk dari analisis faktor tersebut merupakan variabel representatif dominan yang mempengaruhi implementasi standar mutu, yaitu: (i) Ketepatan Implementasi Standar; (ii) Kesesuaian Spesifikasi Teknis; (iii) Pengakuan Hasil Implementasi; dan (iv) Jangka Waktu Implementasi. Dengan demikian analisis faktor telah menyeleksi dan mengelompokkan variabel-variabel pengaruh terhadap implementasi standar mutu dari semula 11 varibel menjadi 4 (empat) variabel baru. Keterkaitan keempat variabel baru tersebut terhadap implementasi standar mutu dapat dilustrasikan dalam Gambar 4.137. Hasil analisis faktor ini mempertegas proses implementasi standar mutu perkerasan jalan sebagaimana diungkapkan oleh Paterson (1987.a & 1987.b) dan Bennett *et al.* (2007), yang menyimpulkan bahwa ada 5 (lima) hal yang harus diperhatikan dalam mencapai keberhasilan implementasi standar mutu, yaitu: (i) ketepatan implementasi, yang meliputi tepat waktu, kualitas, kuantitas dan administrasi; (ii) kesesuaian antara standar mutu dengan spesifikasi teknis; (iii) waktu optimum yang diperlukan untuk implementasi; (iv) kesesuaian antara standar mutu dengan obyek implementasi; dan (v) modifikasi standar mutu dikaitkan perubahan faktor regional. Bennett & McPherson (2005) juga menyimpulkan bahwa indikator untuk menilai keberhasilan implementasi standar mutu, adalah: (i) adanya pengakuan jaminan mutu terhadap data ukur yang dihasilkan; (ii) ketepatan mutu dan volume serta waktu dalam implementasi standar mutu; dan (iii) kesesuaian substansi standar mutu terhadap tuntutan spesifikasi teknis.



Gambar 4.137. Variabel-variabel dominan yang mempengaruhi faktor Implementasi Standar Mutu dalam pemberlakuan standar mutu perkerasan jalan

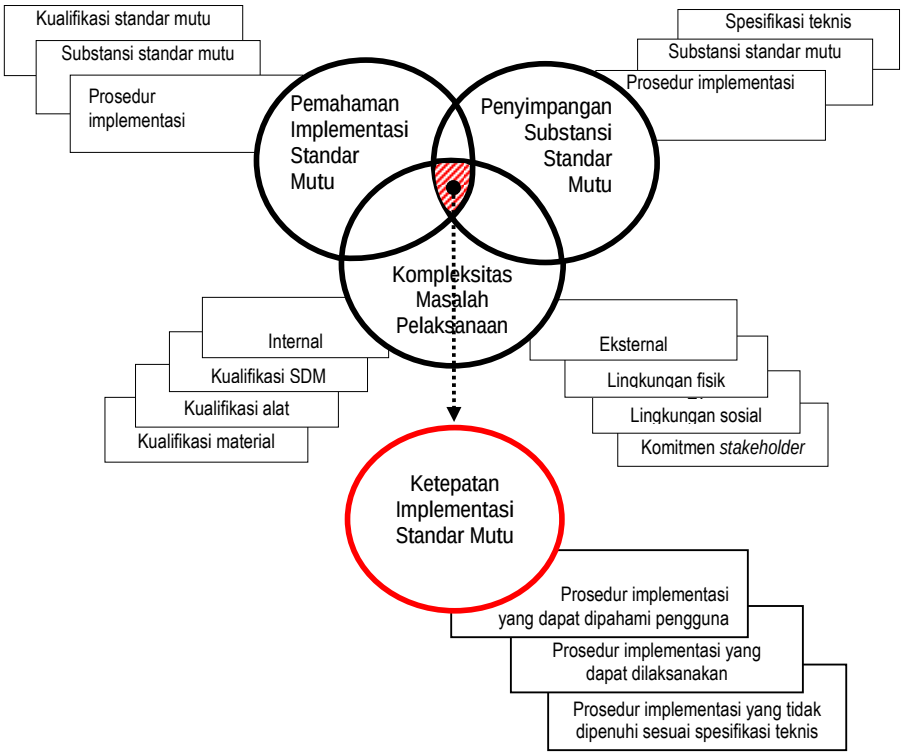
a. Variabel ketepatan implementasi standar, berdasarkan hasil analisis faktor merupakan representasi dari beberapa variabel yang memiliki karakter yang hampir sama satu sama lain yang tidak teramati, yaitu: (i) Pemahaman Implementasi Standar; (ii) Kompleksitas Pelaksanaan; dan (iii) Penyimpangan Substansi. Keterkaitan ketiga variabel tersebut membentuk variabel baru yang diberi nama variabel Ketepatan Implementasi Standar Mutu, sebagaimana ditunjukkan dalam Gambar 4.138.

Hasil analisis faktor ini memperkuat pendapat Aly (2006) yang menyatakan bahwa implementasi standar mutu (spesifikasi teknis) perkerasan jalan selalu dihadapkan pada kompleksitas pelaksanaan yang terjadi di lapangan, antara lain: (i) pengaruh tidak berfungsinya saluran drainase permukaan yang menyebabkan genangan air di atas permukaan; (ii) penggunaan teknologi bahan lokal melimpah tetapi tidak memenuhi persyaratan teknis; (iii) kebijakan lokal yang sering mengubah kebijakan proyek jalan karena dikaitkan dengan kepentingan pengembangan wilayah lokal; (iv) kelemahan kualitas sumber daya manusia; (v) kelemahan kehandalan alat uji mutu di lapangan; dan (vi) penyimpangan terhadap prosedur pelaksanaan dan pengawasan di lapangan. Kompleksitas pelaksanaan implementasi standar mutu mengindikasikan tidak semua prosedur implementasinya dapat dilaksanakan di lapangan karena beberapa faktor internal dan eksternal yang dihadapi di lapangan berbeda-beda tiap wilayah kerja. Faktor internal berkaitan dengan: (i) keterbatasan kualitas sumber daya manusia; (ii) keterbatasan ketersediaan alat uji mutu; (iii) keterbatasan kualitas material perkerasan. Faktor eksternal berkaitan dengan: (i) kekurangan dukungan komitmen lembaga dan *stakeholder* untuk menyeragamkan pencapaian mutu; (ii) kondisi cuaca (hujan) yang kurang kondusif pada saat konstruksi; (iii) peningkatan repetisi beban lalulintas tidak terkendali; (iv) sistem drainase permukaan jalan tidak terpadu dengan fungsi saluran drainase yang ada; dan (v) respon sosial kurang baik terhadap keberadaan proyek pembangunan jalan. Dengan demikian indikator yang mudah diukur dari variabel Kompleksitas Masalah Pelaksanaan adalah berapa bagian dari prosedur implementasi yang dapat digunakan untuk menyelesaikan solusi permasalahan di lapangan.

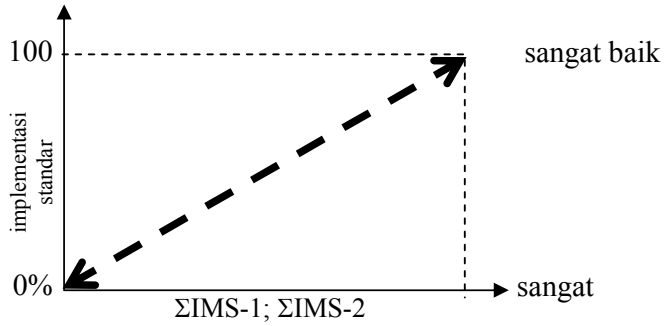
Selain itu, Soehartono (2006.a) menyimpulkan hasil pengalaman empiriknya bahwa pemahaman terhadap prosedur implementasi standar mutu sangat berpengaruh terhadap kepastian penerapan spesifikasi teknis di lapangan. Penguasaan prosedur kerja dalam implementasi standar mutu dilakukan untuk mencapai mutu yang tepat sehingga dapat mereduksi terjadinya penyimpangan di lapangan. Pendapat tersebut diperkuat oleh Sugiri (2006) yang menyimpulkan bahwa untuk mencapai mutu perkerasan jalan yang benar dan tepat, maka diperlukan kontrak kerja pembangunan jalan berbasis kinerja yang diukur terhadap ketepatan penerapan spesifikasi teknis. Untuk dapat menerapkan spesifikasi teknis maka diperlukan pemahaman substansi standar mutu rujukannya agar dapat dibuat sekecil mungkin penyimpangannya. Pendapat Soehartono (2006.a), Aly (2006) dan Sugiri (2006) senada dengan pendapat Goetsch & Davis (2002) yang menyatakan bahwa dalam manajemen mutu total terhadap produksi pengolahan dan pelayanan sangat tergantung dari keseimbangan antara pemahaman prosedur kerja dan permasalahan yang dihadapi. Dengan demikian indikator yang mudah diukur dari variabel Pemahaman Implementasi Standar Mutu adalah berapa bagian prosedur implementasi standar mutu yang dapat dipahami pengguna. Kecenderungan terjadinya penyimpangan prosedur kerja jika kompleksitas permasalahan lebih dominan daripada pemahaman prosedur kerja. Dengan demikian indikator yang mudah diukur dari variabel Penyimpangan Substansi Standar Mutu adalah berapa bagian prosedur implementasi standar mutu yang tidak dapat dipenuhi sesuai spesifikasi teknis. Hubungan antara pemahaman prosedur implementasi standar mutu dan kompleksitas pelaksanaan terhadap penyimpangan substansi standar mutu dapat ditunjukkan dalam Gambar 4.138.

Dari uraian pembahasan tersebut dapat disimpulkan bahwa antara variabel Pemahaman Implementasi Standar, variabel Kompleksitas Masalah Pelaksanaan dan variabel Penyimpangan Substansi, memiliki karakter yang hampir sama dalam hal ketepatan implementasi, sehingga dalam analisis faktor ketiga variabel ini berkorelasi membentuk variabel baru yang diberi nama variabel Ketepatan Implementasi Standar. Indikator untuk mengukur pengaruh variabel Ketepatan Implementasi Standar dalam pemberlakuan standar mutu perkerasan jalan, adalah: (i) persentase (%) jumlah bab (bagian) dari prosedur implementasi yang dapat

dipahami terhadap jumlah total bab (bagian) prosedur implementasi yang ditargetkan oleh satu tim pengendali mutu; (ii) persentase (%) jumlah bab (bagian) dari prosedur implementasi yang dapat dilaksanakan terhadap jumlah total bab (bagian) prosedur implementasi yang ditargetkan dalam satu tim pengendali mutu; dan (iii) persentase (%) jumlah bab (bagian) dari prosedur impelementasi yang tidak dipenuhi sesuai spesifikasi teknis terhadap jumlah total bab (bagian) prosedur implementasi yang ditargetkan dalam satu tim pengendali mutu. Logika mengukur kecenderungan pengaruh variabel Ketepatan Implementasi Standar Mutu terhadap pemberlakuan standar mutu perkerasan jalan dapat ditunjukkan dalam Gambar 4.139.



Gambar 4.138. Variabel-variabel pengaruh yang berkorelasi membentuk variabel Ketepatan Implementasi Standar Mutu terhadap implementasi standar mutu



$$\Sigma IMS\text{-}1 = \frac{\text{Jumlah bab (bagian) dari prosedur implementasi yang dapat dipahami (bab)}}{\text{Jumlah bab (bagian) dari prosedur implementasi yang ditargetkan oleh satu tim pengendali mutu (bab)}}$$

$$\Sigma IMS\text{-}2 = \frac{\text{Jumlah bab (bagian) dari prosedur implementasi yang dapat dilaksanakan (bab)}}{\text{Jumlah bab (bagian) dari prosedur implementasi yang ditargetkan oleh satu tim pengendali mutu (bab)}}$$

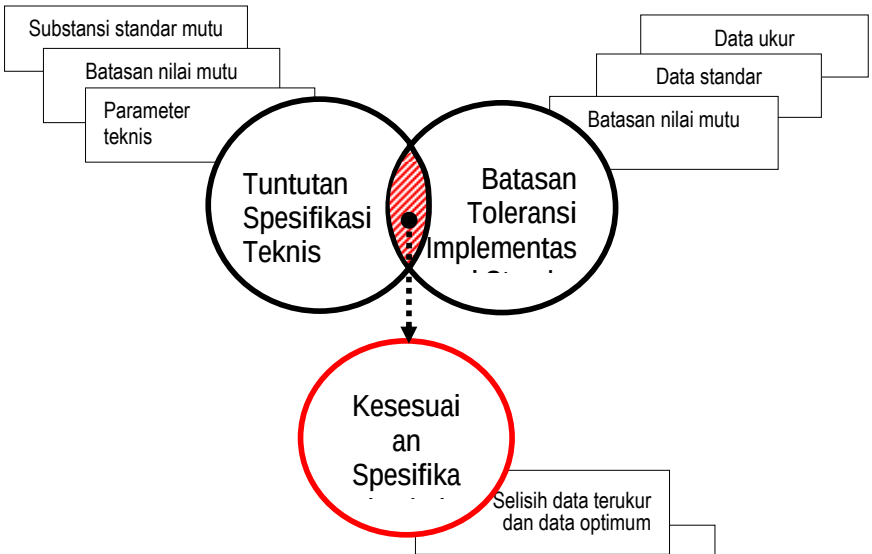
Gambar 4.139. Logika mengukur kecenderungan pengaruh variabel Ketepatan Implementasi Standar terhadap implementasi standar dalam pemberlakuan standar mutu perkerasan jalan

b. Variabel kesesuaian spesifikasi teknis, berdasarkan hasil analisis faktor merupakan representasi dari variabel Batasan Toleransi Implementasi Standar dan variabel Tuntutan Spesifikasi Teknis, kedua variabel ini memiliki karakter yang hampir sama satu sama lain yang tidak teramati. Gambar 4.140 menyajikan hubungan kedua variabel tersebut berkorelasi membentuk variabel baru yang diberi nama variabel Kesesuaian Spesifikasi Teknis.

Hasil riset Bennett & McPherson (2005) tentang *Success Factors for Road Management Systems* yang dilakukan di 21 negara Asia Pasifik (termasuk Indonesia) menyimpulkan bahwa implementasi standar mutu perkerasan jalan selalu mencermati parameter-parameter teknisnya yang harus sesuai dengan batasan (spesifikasi) teknis yang disyaratkan, antara lain: (i) batasan toleransi data ukur tidak boleh menyimpang dari batasan nilai mutu dalam spesifikasi teknis; (ii) batasan toleransi perubahan dimensi presisi komponen alat uji mutu tidak boleh di luar batasan $\pm$ 1% dari dimensi semula; (iii) batasan substansi standar mutu tidak bergeser dari persyaratan inti dalam spesifikasi teknis. Ketidaksesuaian substansi standar mutu dengan spesifikasi teknis pekerjaan perkerasan jalan dapat terjadi karena beberapa faktor regional yang mempengaruhinya, antara lain: (i) kualitas material yang tidak memenuhi persyaratan teknis di suatu wilayah kerja sehingga dimungkinkan modifikasi standar mutu secara spesifik; (ii) perubahan cuaca atau kelembaban udara yang sangat signifikan sehingga berpengaruh terhadap

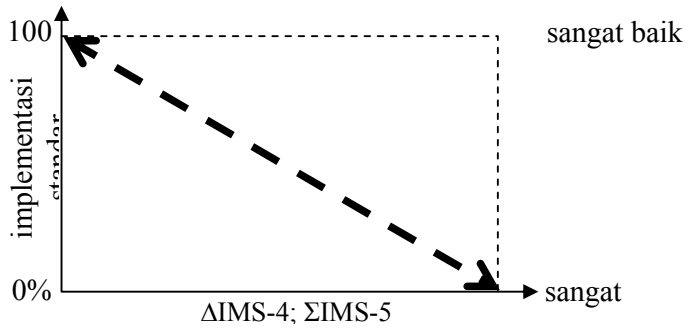
perubahan karakteristik material lokal; dan (iii) beberapa parameter teknis dalam standar mutu yang tidak dapat diterapkan karena ketidaksesuaian alat uji antara standar mutu dan spesifikasi teknis. Dengan demikian indikator yang mudah diukur dari variabel Tuntutan Spesifikasi Teknis terhadap implementasi standar mutu adalah seberapa banyak bagian substansi standar mutu yang memenuhi batasan spesifikasi teknisnya.

Bennett *et al*. (2007) menyebutkan bahwa tolok ukur untuk menilai dan mengevaluasi kualitas substansi standar mutu adalah seberapa besar implementasinya dapat menganalisis data ukur yang memenuhi batasan nilai mutu dalam spesifikasi teknis dan seberapa besar toleransi penyimpangan data ukur tersebut terhadap data basis yang ditetapkan dalam spesifikasi teknis. Untuk menjelaskan uraian tersebut dapat diuraikan kasus pengujian kadar air tanah pada pemadatan konstruksi tanah dasar. Standar mutu yang digunakan adalah SNI 03-2828-1992 tentang metode pengujian kepadatan lapangan dengan alat konus pasir; parameter teknis yang dihasilkan adalah nilai kepadatan lapangan dan kadar air. Batasan spesifikasi teknisnya adalah nilai kadar air lapangan berada pada rentang toleransi kurang lebih 2% terhadap nilai kadar air optimum laboratorium; tingkat kepadatan lapangan minimal 95% terhadap kepadatan maksimum laboratorium. Data laboratorium sebagai data basis, kadar air optimum laboratorium 10%; data kepadatan maksimum laboratorium 2,5 t/m^3. Nilai kadar air lapangan yang terukur harus berada antara 9,8% dan 10,2%; dan nilai kepadatan lapangan yang terukur harus minimal 2,38 t/m^3 berdasarkan batas toleransi yang ditentukan dalam SNI 03-2828-1992. Dengan demikian indikator yang mudah diukur dari variabel Batasan Toleransi Implementasi Standar terhadap implementasi standar mutu adalah berapa besar penyimpangan data terukur terhadap data optimum yang disyaratkan.



Gambar 4.140. Variabel-variabel pengaruh yang berkorelasi membentuk variabel Kesesuaian Spesifikasi Teknis terhadap implementasi standar mutu

Dari uraian pembahasan tersebut dapat disimpulkan bahwa antara variabel Batasan Toleransi Implementasi Standar dan variabel Tuntutan Spesifikasi Teknis, keduanya memiliki karakter yang hampir sama dalam hal kesesuaian substansi standar mutu terhadap spesifikasi teknis, sehingga dalam analisis faktor kedua variabel ini membentuk variabel baru yang diberi nama variabel Kesesuaian Spesifikasi Teknis. Indikator untuk mengukur kecenderungan pengaruh variabel Kesesuaian Spesifikasi Teknis terhadap implementasi standar mutu dalam pemberlakuan standar mutu perkerasan jalan, adalah: (i) persentase (%) selisih antara data terukur dan data yang disyaratkan dalam spesifikasi teknis; (ii) persentase (%) jumlah bab (bagian) substansi standar mutu yang tidak sesuai dengan spesifikasi teknis terhadap jumlah bab (bagian) substansi standar mutu yang digunakan. Logika mengukur kecenderungan pengaruh variabel Kesesuaian Spesifikasi Teknis terhadap implementasi standar mutu dapat ditunjukkan dalam Gambar 4.141.



$$\Delta\text{IMS-4} = \frac{\text{selisih antara data terukur dan data optimum yang disyaratkan (\%)}}{\text{selisih antara batas atas dan batas bawah pada tolerasni data yang disyaratkan (\%)}}$$

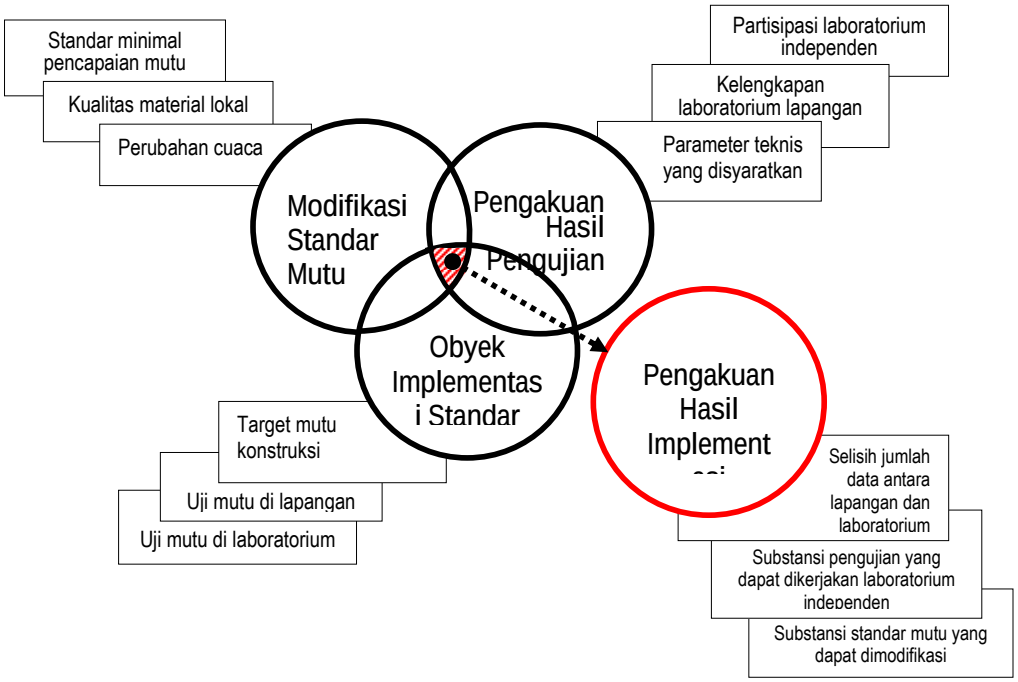
$$\Sigma\text{IMS-5} = \frac{\text{jumlah bab (bagian) substansi standar mutu yang tidak sesuai dengan spesifikasi teknis (bab)}}{\text{jumlah bab (bagian) substansi standar mutu yang digunakan (bab)}}$$

Gambar 4.141. Logika mengukur kecenderungan pengaruh variabel Kesesuaian Spesifikasi Teknis terhadap implementasi standar dalam pemberlakuan standar mutu perkerasan jalan

c. Variabel pengakuan hasil implementasi, berdasarkan hasil analisis faktor merupakan representasi dari beberapa variabel yang memiliki karakter yang hampir sama satu sama lain yang tidak teramati, yaitu: (i) Obyek Implementasi Standar; (ii) Pengukuran Hasil Pengujian; dan (iii) Modifikasi Standar terhadap Faktor Regional. Hubungan keterkaitan ketiga variabel tersebut ditunjukkan dalam Gambar 4.142.

Hasil pengamatan Aly (2001) dalam mengevaluasi hasil peningkatan dan pemeliharaan jalan propinsi dan nasional di beberapa propinsi di Wilayah Sumatera dan Sulawesi, sering terjadi ketidaksesuaian antara obyek implementasi standar dengan standar mutu yang diterapkan sehingga berdampak pada ketidaktepatan pencapaian mutu perkerasan. Obyek implementasi standar mutu adalah target mutu konstruksi yang ingin dicapai berdasarkan standar mutu yang digunakan. Untuk memperjelas pendapat Aly (2001) dapat diberi contoh kasus pada pekerjaan pelebaran perkerasan jalan yang menggunakan perkerasan berbutir tipe B (obyek implementasi) sebagai bahan susun *base course*; standar mutu yang tersedia adalah standar mutu perkerasan berbutir tipe C. Pada saat konstruksi berlangsung terjadi penyimpangan prosedur pelaksanaan pemadatannya, namun hasil uji mutu secara keseluruhan dinyatakan memenuhi persyaratan teknis karena standar mutu yang digunakan bukan standar mutu perkerasan berbutir tipe B tetapi tipe C. Pada saat awal operasional jalan, terjadi kegagalan bangunan, artinya terjadi ketidaksesuaian antara obyek implementasi dengan standar mutu yang digunakan. Fenomena seperti ini tidak hanya dijumpai pada proyek pembangunan jalan, tetapi dapat terjadi pada semua sektor pembangunan. Goetsch & Davis (2002) juga menyimpulkan bahwa di dalam manajemen mutu total tidak diperkenankan terjadinya ketidaksesuaian antara obyek produktifitas perusahaan dan standar operasional prosedur yang diterapkan agar tidak terjadi kegagalan mutu produk dalam melayani konsumen. Perbedaan obyek implementasi standar dengan standar mutu yang digunakan dapat diidentifikasi sebagai perbedaaan antara data ukur mutu di lapangan dan data basis mutu di laboratorium. Dengan demikian indikator yang dapat diukur dari variabel Obyek Implementasi Standar Mutu adalah seberapa besar selisih nilai mutu antara

data ukur lapangan dan laboratorium dengan menggunakan standar mutu yang sama.



Gambar 4.142. Variabel-variabel pengaruh yang berkorelasi membentuk variabel Pengakuan Hasil Implementasi terhadap implementasi standar mutu

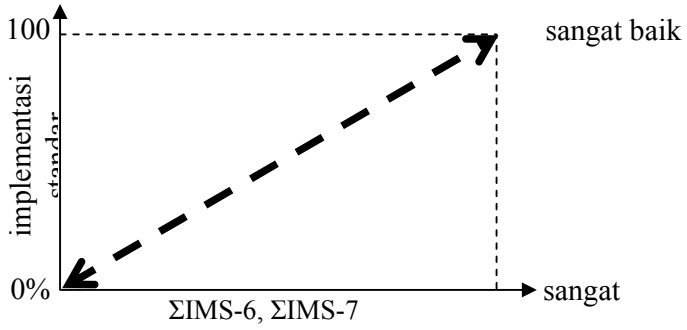
Widjajanto & Pryandana (2005) menyatakan bahwa tidak semua substansi standar mutu yang diimplementasikan dapat menghasilkan data ukur mutu langsung di lapangan, sehingga harus dilakukan uji *sampling* di laboratorium. Jika terjadi kondisi yang demikian, beberapa kendala yang sering dihadapi, adalah: (i) keterbatasan laboratorium independen di wilayah kerja yang dianggap belum mampu melaksanakan uji mutu sesuai standar mutu yang digunakan; (ii) sering terjadi perbedaan yang mencolok antara hasil uji mutu di lapangan dengan hasil uji laboratorium walaupun menggunakan standar operasional uji mutu dan batasan spesifikasi teknis yang sama; (iii) penggunaan material lokal yang tidak sesuai dengan batasan spesifikasi teknis, sehingga implementasi standar mutu terpaksa mengikuti kualitas material yang ada; (iv) ketidaktepatan prosedur pengambilan *sampling* di lapangan sehingga hasil ukur mutu tidak tepat. Kondisi yang demikian sering dijumpai di wilayah kerja yang sulit dijangkau oleh mobilisasi peralatan laboratorium, sehingga tidak semua *sampling* benda uji dapat dianalisis langsung di

lapangan tetapi memerlukan laboratorium independen. Lokasi laboratorium independen umumnya tidak berada di wilayah kerja bahkan sebaliknya terletak jauh dari wilayah kerja sehingga memerlukan waktu dan mobilisasi khusus untuk sampai ke lokasi pengambilan *sampling* di lapangan. Partisipasi aktif laboratorium independen sangat menentukan pengakuan hasil pengujian mutu di lapangan, artinya makin banyak substansi standar mutu yang dapat dikerjakan oleh laboratorium independen maka makin mantap pengakuan hasil implementasinya di lapangan, sehingga makin tidak diragukan lagi hasil data ukur mutunya.

Weston & Whidett (1999) menyimpulkan dari hasil risetnya tentang adopsi standar mutu, disebutkan bahwa modifikasi standar mutu akan dilakukan jika terjadi hasil implementasinya selalu berbeda jauh dengan tuntutan spesifikasi teknis pada pengamatan rentang waktu dan frekuensi kejadian yang cukup panjang, sehingga diperlukan beberapa penyesuaian parameter-parameter teknis terhadap perubahan cuaca dan karakteristik material lokal di wilayah kerja yang sejenis. Modifikasi lebih ditekankan pada pertimbangan penyempurnaan prosedur pengujian dan tata cara pelaksanaan bukan pada penurunan standar minimal pencapaian mutu. Dengan demikian indikator yang dapat diukur dari variabel Modifikasi Standar Mutu adalah seberapa bagian substansi standar mutu yang dapat dimodifikasi di wilayah kerja.

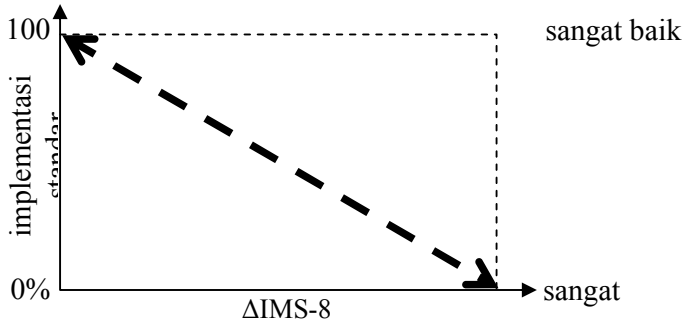
Dari uraian pembahasan tersebut dapat disimpulkan bahwa antara variabel Obyek Implementasi Standar, Pengakuan Hasil Pengujian dan variabel Modifikasi Standar Mutu terhadap Faktor Regional memiliki karakter yang hampir sama dalam hal penyempurnaan standar mutu untuk mencapai mutu konstruksi yang tepat sehingga dalam analisis faktor ketiga variabel ini membentuk variabel baru yang diberi nama variabel Pengakuan Hasil Implementasi. Indikator untuk mengukur kecenderungan pengaruh variabel Pengakuan Hasil Implementasi terhadap pemberlakuan standar mutu perkerasan jalan, adalah: (i) persentase (%) selisih jumlah data ukur mutu antara lapangan dan laboratorium terhadap jumlah data ukur mutu di laboratorium pada implementasi standar mutu yang sama; (ii) persentase (%) jumlah bab (bagian) substansi standar mutu yang dapat dikerjakan oleh laboratorium independen di wilayah kerja terhadap jumlah bab (bagian) substansi standar mutu yang digunakan; dan (iii) persentase (%) jumlah bab (bagian) standar

mutu yang dapat dimodifikasi karena faktor regional terhadap jumlah bab (bagian) standar mutu yang digunakan. Logika mengukur kecenderungan pengaruh variabel Pengakuan Hasil Implementasi terhadap pemberlakuan standar mutu dapat ditunjukkan dalam Gambar 4.143.



$$\Sigma IMS\text{-}6 = \frac{\text{jumlah bab (bagian) standar mutu yang dapat dikerjakan oleh laboratorium independen di wilayah kerja (bab)}}{\text{Jumlah bab (bagian) standar mutu yang diimplementasikan (bab)}}$$

$$\Sigma IMS\text{-}7 = \frac{\text{jumlah bab (bagian) standar mutu yang dapat dimodifikasi karena faktor regional (bab)}}{\text{Jumlah bab (bagian) standar mutu yang diimplementasikan (bab)}}$$



$$\Delta IMS\text{-}8 = \frac{\text{Selisih jumlah data ukur mutu antara di lapangan dan di laboratorium (data)}}{\text{Jumlah data ukur mutu yang disyaratkan di laboratorium (data)}}$$

Gambar 4.143. Logika mengukur kecenderungan pengaruh variabel Pengakuan Hasil Implementasi terhadap implementasi standar dalam pemberlakuan standar mutu perkerasan jalan

d. Variabel jangka waktu implementasi, berdasarkan hasil analisis faktor merupakan representasi dari variabel Durasi Implementasi Standar dan variabel Akuisisi Data, kedua variabel ini memiliki karakter hampir sama satu sama lain yang tidak teramati. Gambar 4.144 menyajikan hubungan kedua variabel tersebut berkorelasi membentuk variabel baru yang diberi nama variabel Jangka Waktu Implementasi.

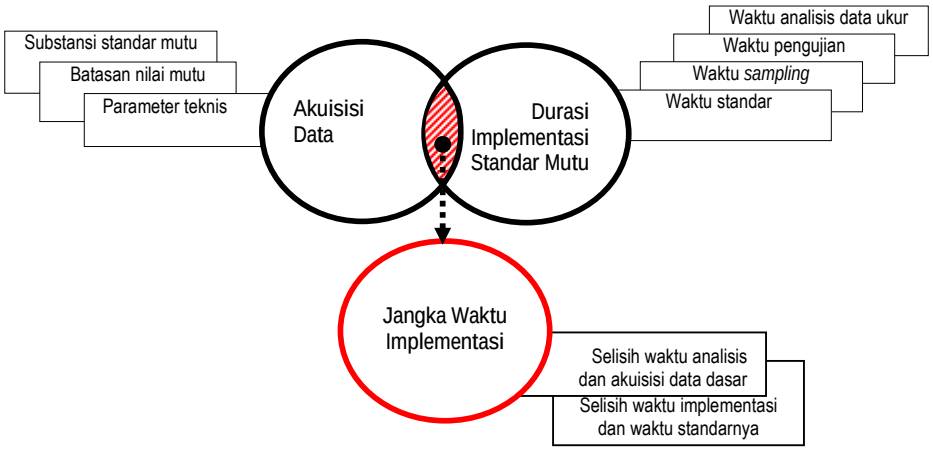
Pengalaman empirik Hidayat (2004) terhadap evaluasi implementasi pedoman teknis dan standar mutu perkerasan jalan nasional di Lintas Timur Sumatera, menunjukkan bahwa salah satu aspek yang dipertimbangkan dalam mengevaluasi kualitas standar mutu adalah durasi implementasi standar mutu, yaitu waktu yang diperlukan untuk melakukan uji mutu sejak pembuatan (pengambilan) sampel, proses pengujian dan analisis data sampai mendapatkan data ukur. Pada implementasi standar mutu perkerasan jalan, ada beberapa standar yang memiliki durasi implementasi sekitar 30 menit seperti SNI 03-2417-1990 tentang pengujian keausan agregat batuan dengan mesin abrasi Los Angeles, ada beberapa standar yang memiliki durasi implementasi lebih dari 120 menit seperti SNI 06-2489-1991 tentang pengujian mutu campuran agregat aspal dengan alat uji Marshall. Durasi implementasi standar mutu tidak berbanding lurus dengan pencapaian mutu tetapi berbanding lurus dengan pencapaian proses implementasi standar mutu. Makin cepat durasi implementasi standar mutu maka proses implementasi makin baik tetapi tidak berarti makin baik pencapaian mutunya. Misalnya pengujian kadar air optimum lapangan pada pemadatan perkerasan berbutir dapat dilakukan dengan dua metode pengujian yang berbeda, yaitu: (i) metode *speedy test* dengan durasi implementasi 30 menit; dan (ii) metode pengambilan sampel benda uji di lapangan selanjutnya dilakukan pengujian laboratorium dengan durasi implementasinya berbeda jauh daripada *speedy test* walaupun obyek implementasinya sama. Berkaitan dengan implementasi standar mutu, maka durasi implementasi yang diukur adalah waktu yang diperlukan untuk melaksanakan proses implementasi sejak pengambilan sampel, pengujian dan analisis data ukur. Pendapat tersebut diperkuat Aly (2003.a & 2003.b) yang menyatakan bahwa sering terjadi selisih waktu yang signifikan antara pelaksanaan pengujian mutu dengan jadwal yang seharusnya. Contoh kejadian yang sering diamati adalah pengujian kepadatan lapangan pada lapisan permukaan *subgrade* dan perkerasan berbutir yang tidak dilaksanakan sesuai jadwal pekerjaan yang ditetapkan sehingga sering mengganggu kepastian mutu untuk melangsungkan penghamparan dan pemadatan lapisan berikutnya. Makin lama selisih waktu antara waktu pengujian mutu dan jadwal yang ditetapkan, maka makin buruk proses implementasi standar mutunya, yang pada akhirnya berdampak pada makin buruk pencapaian mutunya. Dengan

demikian indikator yang dapat diukur dari variabel Durasi Implementasi Standar Mutu adalah sesisih waktu implementasi terhadap waktu standar pengujian dalam implementasi standar mutu.

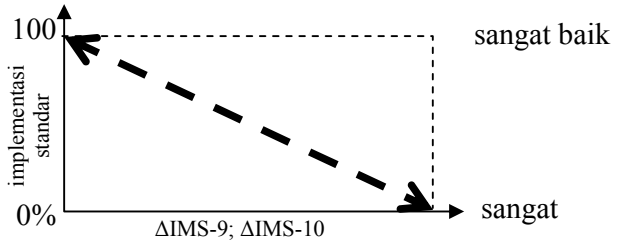
Akuisisi data mendeskripsikan tingkat kecepatan memperoleh data ukur, artinya makin cepat data ukur terproses maka makin baik proses implementasi standar mutu (Kubal, 1996). Akuisisi data dapat diukur dari jumlah waktu (jam atau menit) untuk memperoleh data ukur hasil analisis, makin lama waktu menganalisis data lapangan maka makin buruk akuisisi data dari standar yang digunakan. Hasil pemaparan riset Andriyanto (2005) tentang kendala pencapaian mutu perkerasan jalan yang handal, telah menyimpulkan sering terjadi antagonis antara durasi implementasi standar mutu dengan durasi waktu akuisisi data, artinya antar kedua parameter ini tidak berbanding lurus. Beberapa standar mutu memiliki durasi pengambilan sampel dan pengujiannya yang cepat tetapi analisis data untuk memperoleh data ukur memerlukan waktu yang lama. Contoh yang berkitan dengan kasus tersebut adalah implementasi standar mutu SNI 06-2489-1991 tentang pengujian mutu campuran agregat aspal dengan alat uji Marshall, pembuatan sampel benda uji 30 menit per sampel, proses pengujiannya melalui perendaman benda uji dan tes Marshall memerlukan waktu 90 menit per sampel, selanjutnya analisis data stabilitas dan *flow* memerlukan waktu 30 menit per sampel, analisis data kadar pori memerlukan waktu 24 jam lagi per sampel. Demikian juga implementasi SNI 03-6756-2002 tentang pengujian kepadatan lapangan campuran beraspal, pengambilan sampel benda uji 30 menit per sampel tetapi analisis datanya memerlukan waktu melebihi 24 jam per sampel karena harus melalui perendaman air 24 jam, selanjutnya analisis berat dan dimensi sampel untuk mendapatkan nilai kepadatan lapangannya memerlukan waktu 30 menit per sampel. Dengan demikian indikator yang dapat diukur dari variabel Akuisisi Data adalah selisih waktu analisis data ukur terhadap akuisisi data yang disyaratkan dalam prosedur implementasi standar mutu.

Dari uraian pembahasan tersebut dapat disimpulkan bahwa antara variabel Durasi Implementasi Standar dan Akuisisi Data memiliki karakter yang hampir sama dalam hal waktu yang diperlukan untuk proses implementasinya, sehingga dalam analisis faktor kedua variabel ini membentuk variabel baru yang diberi nama

variabel Jangka Waktu Implementasi. Indikator untuk mengukur kecenderungan pengaruh variabel Jangka Waktu Implementasi terhadap implementasi standar mutu dalam pemberlakuan standar mutu perkerasan jalan, adalah: (i) persentase (%) selisih waktu antara waktu yang dibutuhkan untuk memperoleh data ukur hasil analisis dan waktu standar akuisisi yang ditetapkan, dibandingkan terhadap durasi implementasi yang disyaratkan sesuai metode kerja; (ii) persentase (%) selisih antara waktu yang dibutuhkan untuk implementasi (*sampling*, pengujian, analisis data) dan waktu standar implementasi yang ditetapkan, dibandingkan terhadap durasi implementasi yang disyaratkan sesuai metode kerja. Logika mengukur kecenderungan pengaruh kedua variabel ini dapat ditunjukkan dalam Gambar 4.145.



Gambar 4.144. Variabel-variabel pengaruh yang berkorelasi membentuk variabel Jangka Waktu Implementasi terhadap implementasi standar mutu



$$\Delta\text{IMS-9} = \frac{\text{selisih waktu antara waktu memperoleh data ukur hasil analisis dan waktu akuisisi data yang ditetapkan dalam metode kerja (jam)}}{\text{durasi implementasi yang disyaratkan sesuai metode kerja (jam)}}$$

$$\Delta\text{IMS-10} = \frac{\text{selisih waktu antara waktu implementasi (sampling, pengujian, analisis) dan waktu standar implementasi yang ditetapkan (jam)}}{\text{durasi implementasi yang disyaratkan sesuai metode kerja (jam)}}$$

Gambar 4.145. Logika mengukur kecenderungan pengaruh variabel Jangka Waktu Implementasi terhadap implementasi standar dalam pemberlakuan standar mutu perkerasan jalan

9. Validasi pengelompokan variabel yang mempengaruhi manajemen data (MDA) dalam pemberlakuan standar mutu perkerasan jalan

Estimasi model faktor bagi aspek manajemen data (MDA) pada mulanya dilakukan atas 10 (sepuluh) macam variabel, yaitu: (i) Kompleksitas Data; (ii) Metode Pengolahan Data; (iii) Akurasi/Kualifikasi Data; (iv) Pengarsipan Data; (v) Pengendalian Data; (vi) Pengorganisasian Data; (vii) Aksesibilitas Data; (viii) Sumber Pengadaan Data; (ix) Metode Kompilasi Data; dan (x) Pengamanan Data. Hasil analisis korelasi awal menunjukkan variabel Metode Kompilasi Data dan Pengamanan Data memiliki nilai MSA di bawah 0,5. Berdasarkan hasil ini, maka kedua variabel terakhir tersebut tidak diikutkan dalam estimasi model faktor. Secara ringkas, hasil korelasi akhir yang dihasilkan pada aspek manajemen data dijelaskan dalam Tabel 4.22.

Tabel 4.23. Nilai korelasi variabel manajemen data (MDA) terhadap 4 (empat) faktor yang terbentuk setelah dirotasi dengan metode *varimax*

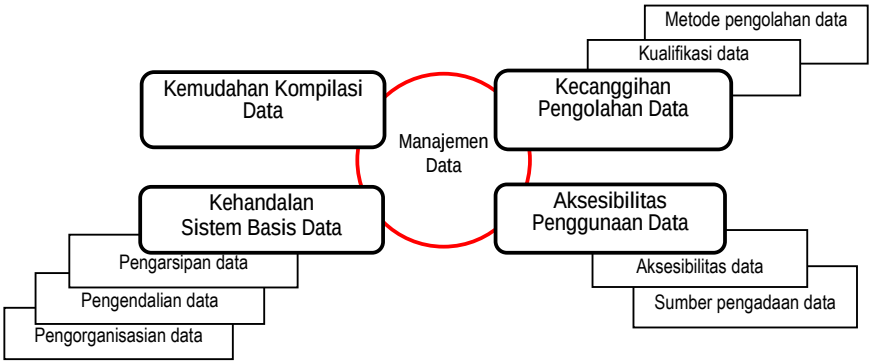
Variabel	Faktor				*Commonality*
	1	2	3	4	
Kompleksitas data	**0,759**	0,223	-0,459	-0,216	**0,626**
Akurasi/kualifikasi data	0,253	**0,583**	-0,158	0,003	0,762
Pengarsipan data	0,240	-0,343	**0,614**	0,128	0,822
Pengendalian data	-0,352	-0,299	**0,535**	0,066	0,816
Pengorganisasian data	0,380	-0,242	**0,643**	0,165	**0,833**
Aksesibilitas data	0,182	0,240	0,185	**0,509**	0,670
Sumber pengadaan data	0,204	0,033	0,282	**0,529**	0,765
Metode pengolahan data	0,436	**0,755**	-0,027	0,444	0,761

Nilai *eigen* faktor 1 = 6,088; faktor 2 = 3,412; faktor 3 = 2,630; faktor 4 = 1,479.
Variansi total yang dapat dijelaskan dengan 4 faktor **= 95,536%.**

Dari Tabel 4.22 menunjukkan bahwa hasil korelasi akhir menghasilkan 4 (empat) faktor yang mampu menjelaskan 95,536% variansi total terhadap seluruh variabel. Keempat faktor ini merupakan hasil ekstraksi metode *principal component* dengan batasan nilai *eigen* minimal 1,0. Ditinjau dari nilai kebersamaannya (*commonality*) yang berkisar antara 0,626 hingga 0,833 model faktor di atas masih dapat diterima dengan kualitas baik. Hampir seluruh variabel dapat ditentukan kecenderungannya pada sebuah faktor tertentu secara jelas. Dengan membaca pola pengelompokan variabel-variabel terhadap faktor di atas, selanjutnya ditetapkan Faktor ke-1 hingga

ke-4 berturut-turut diinterpretasikan sebagai Faktor Kemudahan Kompilasi Data, Faktor Kecanggihan Pengolahan Data, Faktor Kehandalan Sistem Basis Data, dan Faktor Aksesibilitas Penggunaan Data. Dengan demikian analisis faktor telah menyeleksi dan mengelompokkan variabel-variabel pengaruh terhadap manajemen data ukur dari semula 10 (sepuluh) variabel menjadi 4 (empat) variabel baru, yang ditunjukkan dalam Gambar 4.146.

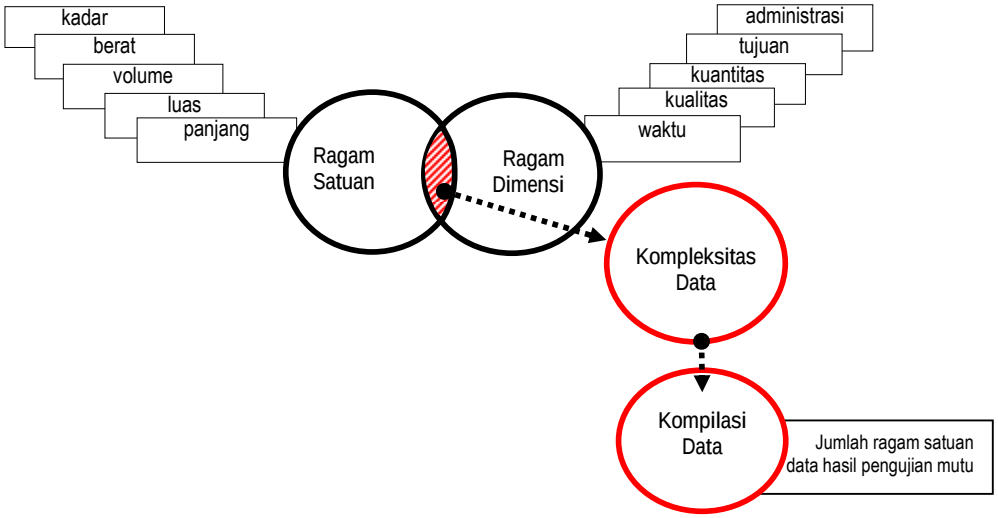
Hasil analisis faktor ini sesuai dengan kesimpulan riset Bennett & McPherson (2005) dan Bennett *et al.* (2007) yang menyatakan bahwa ada tiga aspek yang harus diperhatikan dalam manajemen data perkerasan jalan, yaitu: (i) penyusunan hasil kompilasi dan analisis (pengolahan) data dalam bentuk sistem hierarki basis data; (ii) ketepatan aksesibilitas penggunaan data historikal sebagai data pendukung; (iii) institusi sumber data yang memiliki legalitas yang resmi. Biatna dkk. (2005) menyatakan bahwa dalam manajemen data diperlukan adanya pengorganisasian data, metode pengolahan data, sistem akses data melalui kecanggihan teknologi informasi dan sumber data yang dapat dipercaya legalitasnya.



Gambar 4.146. Variabel-variabel dominan yang mempengaruhi faktor Manajemen Data Ukur dalam pemberlakuan standar mutu perkerasan jalan

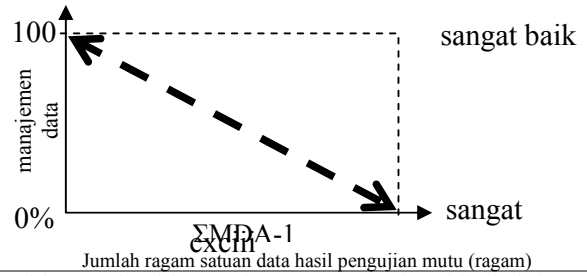
<u>a. Variabel kemudahan kompilasi data,</u> merupakan representasi dari variabel kompleksitas data. Hasil riset Biatna, dkk. (2005) menyebutkan bahwa kompleksitas data adalah jenis ragam data meliputi ragam dimensi dan ragam satuan. Ragam dimensi dimaksudkan data harus memiliki dimensi kualitas, kuantitas dan waktu. Ragam satuan dimaksudkan data memiliki satuan parameter yang dapat diukur, misalnya berat, panjang, volume, luas dan kadar. Contoh pengujian mutu yang menghasilkan data cukup kompleks adalah pengujian

kekuatan campuran beraspal dengan metode uji Marshall (SNI 06-2489-1991) yang menghasilkan data ukur: stabilitas perkerasan (kg); kelelehan plastis perkerasan (mm); kadar pori perkerasan (%); berat jenis perkerasan (kg/dm^3); kadar aspal optimum (%); fleksibilitas campuran (kg/mm). Hasil riset Goetsch & Davis (2002) menambahkan bahwa data selain memiliki dimensi mutu, volume dan waktu, juga harus memiliki dimensi tujuan, administrasi dan legalitas. Pendapat Biatna dkk. (2005) dan Goetsch & Davis (2002) dapat diilustrasikan dalam Gambar 4.147. Dengan demikian indikator yang dapat diukur dari variabel Kemudahan Kompilasi Data terhadap manajemen data adalah jumlah ragam satuan data yang dihasilkan dari implementasi standar mutu.



Gambar 4.147. Ragam satuan dan dimensi dalam kompleksitas data ukur terhadap manajemen data

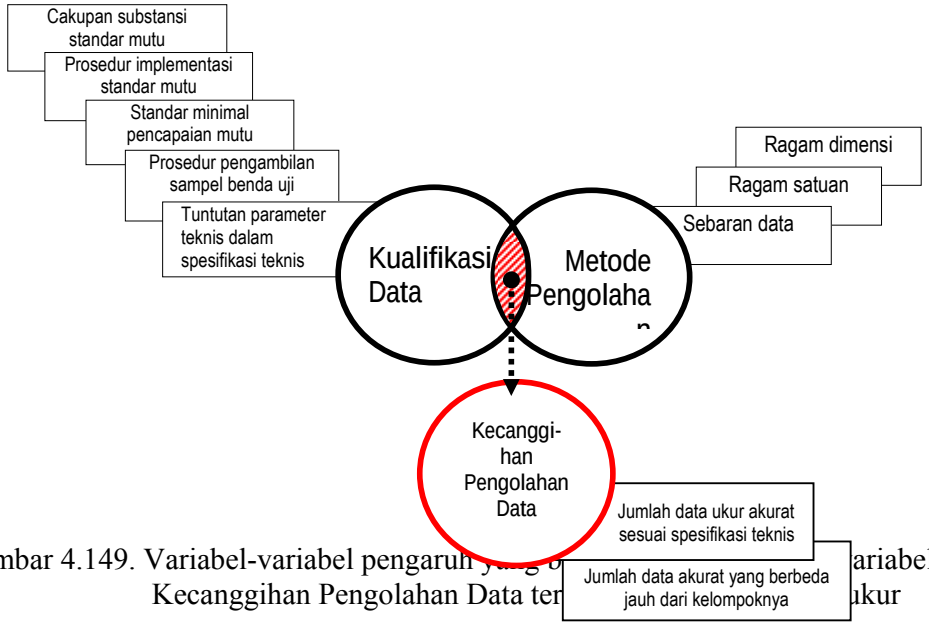
Dari uraian pembahasan tersebut dapat disimpulkan bahwa indikator untuk mengukur pengaruh variabel Kemudahan Kompilasi Data terhadap manajemen data dalam pemberlakuan standar mutu perkerasan jalan adalah persentase (%) jumlah ragam satuan data hasil pengujian mutu terhadap jumlah ragam satuan data dalam standar mutu yang sesuai dengan spesifikasi teknis. Logika mengukur kecenderungan pengaruh variabel Kemudahan Kompilasi Data terhadap manajemen data dapat ditunjukkan dalam Gambar 4.148.



$$\Sigma MDA\text{-}1 = \frac{\text{Jumlah ragam satuan data hasil pengujian mutu (ragam)}}{\text{Jumlah ragam data dalam standar mutu yang sesuai spesifikasi teknis (ragam)}}$$

Gambar 4.148. Logika mengukur kecenderungan pengaruh variabel Kemudahan Kompilasi Data terhadap manajemen data dalam pemberlakuan standar mutu perkerasan jalan

<u>b. Variabel kecanggihan pengolahan data</u> merupakan representasi dari variabel Akurasi atau Kualifikasi Data dan variabel Metode Pengolahan Data, kedua variabel ini memiliki karakter yang hampir sama satu sama lain yang tidak teramati. Gambar 4.149 menyajikan hubungan kedua variabel tersebut untuk berkorelasi membentuk variabel baru yang diberi nama variabel Kecanggihan Pengolahan Data.



Gambar 4.149. Variabel-variabel pengaruh yang b ariabel Kecanggihan Pengolahan Data ter ukur

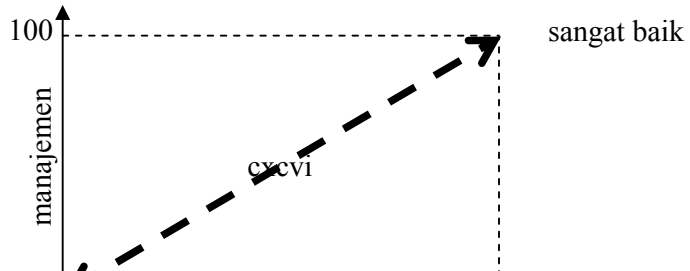
Hasil riset Bennett *et al*. (2007) tentang *data collection technologies for road management* yang dilakukan di 21 negara Asia Pasifik (termasuk Indonesia), menyebutkan bahwa banyak faktor yang harus diperhatikan untuk mendapatkan akurasi data yang berkaitan dengan pengelolaan jalan, antara lain: (i) tuntutan spesifikasi teknis terhadap parameter teknis yang harus dipenuhi oleh tiap data ukur pada pengujian mutu kinerja perkerasan jalan; (ii) ketepatan prosedur pengambilan sampel benda uji untuk mendapatkan data ukur yang tepat dan akurat; (iii) ketepatan prosedur implementasi standar mutu, semua pentahapan pekerjaan harus

memenuhi metode kerja yang ditetapkan dalam spesifikasi teknis sehingga standar minimal pencapaian mutu terlampaui; dan (iv) cakupan substansi standar mutu dapat diterapkan tanpa kesulitan. Selain itu, akurasi data menurut Biatna dkk. (2005) adalah kualifikasi atau tingkat ketelitian data yang dihasilkan pada tiap pengujian mutu, artinya data ukur yang dihasilkan masih dalam rentang batasan teknis yang disyaratkan. Goetsch & Davis (2002) menyimpulkan bahwa akurasi data lebih memfokuskan pada tingkat reliabilitas data artinya seberapa jauh ketersediaan dan pencatatan data yang dianggap benar, tepat dan akurat (dapat dipercaya). Akurasi data lebih ditekankan pada aspek kualitas dan legalitas pengujiannya. Pengalaman empirik Aly (2006) terhadap evaluasi hasil peningkatan jalan nasional, menyimpulkan bahwa dalam proses pengujian mutu perkerasan beraspal dan perkerasan berbutir, tidak semua data ukur mutu yang dihasilkan dapat memenuhi batasan spesifikasi teknis, hal ini disebabkan beberapa faktor yang mempengaruhi antara lain: (i) kesalahan analisis parameter teknis yang digunakan dalam standar mutu, lebih banyak kesalahan aritmatika; (ii) kesalahan pengambilan sampel benda uji yang tidak tepat lokasi dan waktu yang ditetapkan; (iii) kesalahan jumlah data ukur yang tidak sesuai dengan jumlah data yang disyaratkan dalam spesifikasi teknis sehingga sulit untuk menetapkan data ukur yang representasi dari kelompoknya; (iv) kesalahan prosedur kinerja pelaksanaan dan pengawasan sehingga hasil konstruksi jalan tidak mencapai mutu konstruksi yang benar; dan (v) kesalahan beberapa substansi standar mutu yang kurang mampu mengakomodasi tuntutan spesifikasi teknis. Dengan demikian indikator yang dapat diukur dari variabel Akurasi Data terhadap manajemen data adalah jumlah data ukur akurat hasil implementasi standar mutu yang memenuhi batasan spesifikasi teknis.

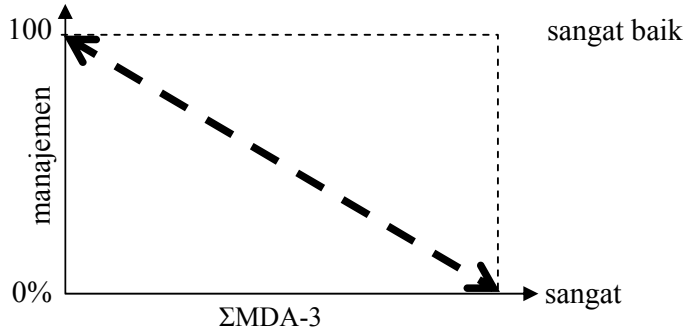
Senada dengan riset Bennett *et al*. (2007) dan Aly (2003.a & 2003.b), Mathis & Jackson (2002.b) menyatakan data ukur valid yang dihasilkan dari proses pengendalian mutu produk kerja belum dapat disimpulkan sebagai data representasi dari suatu kelompok data jika ada beberapa data yang memiliki rentang jauh dari kelompoknya, sehingga data ini harus dihilangkan. Demikian juga Biatna dkk. (2005) menyatakan bahwa ada dua aspek yang dipertimbangkan dalam pengolahan data, yaitu: (i) ragam satuan dan dimensi data; (ii) sebaran data, bersifat mengumpul atau menyebar. Contoh kasus untuk menjelaskan pendapat Mathis &

Jackson (2002.b) dan Biatna dkk. (2005) adalah pada pengujian mutu kepadatan perkerasan beraspal di lapangan. Spesifikasi teknisnya menyebutkan bahwa perkerasan beraspal yang diuji mutunya seluas 5.000 m^2, pengambilan sampel benda uji dilakukan tiap 500 m^2, sehingga total sampel benda uji sebanyak 10 (sepuluh) buah; tingkat kepadatan minimal 95%. Hasil pengujian tingkat kepadatan lapangan masing-masing: 96,5%; 94,7%; 92,6%; 98,7%; 95,8%; 90,1%; 89,5%; 98,2%; 95,6% dan 125,2%. Jika dibandingkan terhadap persyaratan tingkat kepadatan minimal 95%, maka empat data yang tidak akurat (tidak valid) dan ada enam data yang memenuhi spesifikasi teknis (data akurat). Dari enam data akurat ini belum dapat disimpulkan rerata nilai tingkat kepadatan yang mewakili luasan 5.000 m^2 karena ada satu data (tingkat kepadatan 125,2%) yang berbeda jauh dari lima data akurat lainnya, sehingga data tingkat kepadatan 125,2% tersebut sulit dievaluasi karena sebaran datanya bersifat menyebar (tidak mengumpul) dalam kelompok datanya. Uraian tersebut mengilustrasikan tentang kasus data valid yang sulit dievaluasi terhadap kelompoknya ketika harus menyimpulkan data ukur mutu yang representatif dari luasan konstruksinya. Dengan demikian indikator yang dapat diukur dari variabel Metode Pengolahan Data terhadap manajemen data ukur adalah jumlah data akurat yang berbeda jauh dari kelompok datanya.

Dari uraian pembahasan tersebut dapat disimpulkan bahwa antara variabel Akurasi Data dan variabel Pengolahan Data memiliki karakter yang hampir sama dalam hal pencapaian kualitas data ukur, sehingga dalam analisis faktor kedua variabel ini membentuk variabel baru yang diberi nama variabel Kecanggihan Pengolahan Data. Indikator untuk mengukur pengaruh variabel Kecanggihan Pengolahan Data terhadap manajemen data ukur dalam pemberlakuan standar mutu perkerasan jalan, adalah: (i) persentase (%) jumlah data yang akurat sesuai spesifikasi teknis terhadap jumlah data yang disyaratkan dalam spesifikasi teknis; (ii) persentase (%) jumlah data akurat yang berbeda jauh dari kelompoknya, dibandingkan terhadap jumlah data yang disyaratkan dalam spesifikasi teknis. Logika mengukur kecenderungan pengaruh variabel Kecanggihan Pengolahan Data terhadap manajemen data ukur dapat dilihat dalam Gambar 4.150.



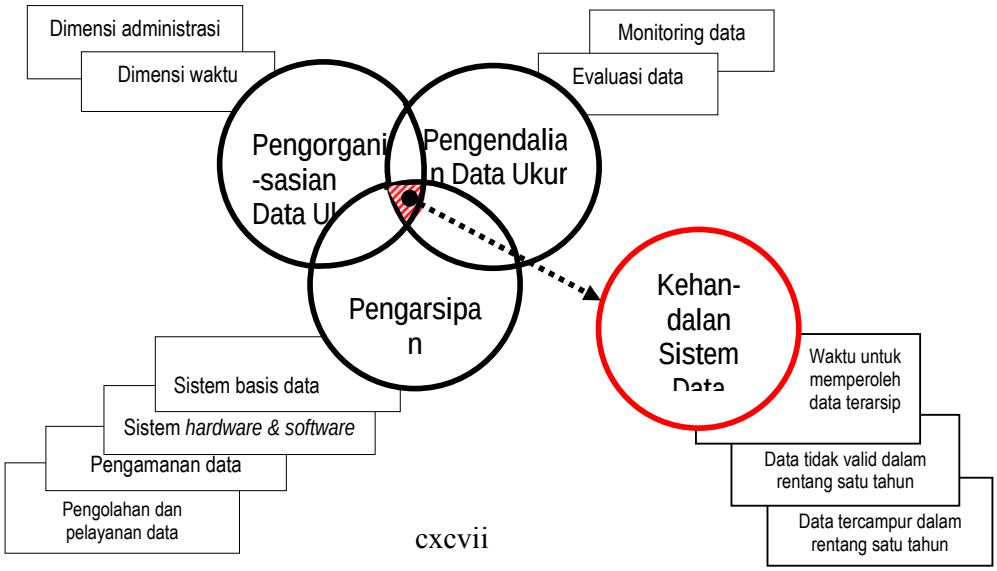
ΣMDA-2 =



$$\Sigma MDA\text{-}3 = \frac{\text{jumlah data akurat yang berbeda jauh dari kelompoknya (data)}}{\text{jumlah data yang disyaratkan dalam spesifikasi teknis (data)}}$$

Gambar 4.150. Logika mengukur kecenderungan pengaruh variabel Kecanggihan Pengolahan Data terhadap manajemen data dalam pemberlakuan standar mutu perkerasan jalan

c. Variabel kehandalan sistem basis data, berdasarkan hasil analisis faktor merupakan representasi dari beberapa variabel yang memiliki karakter yang hampir sama satu sama lain yang tidak teramati, yaitu: (i) Pengarsipan Data; (ii) Pengendalian Data; dan (iii) Pengorganisasian Data. Keterkaitan ketiga variabel tersebut ditunjukkan dalam Gambar 4.151.



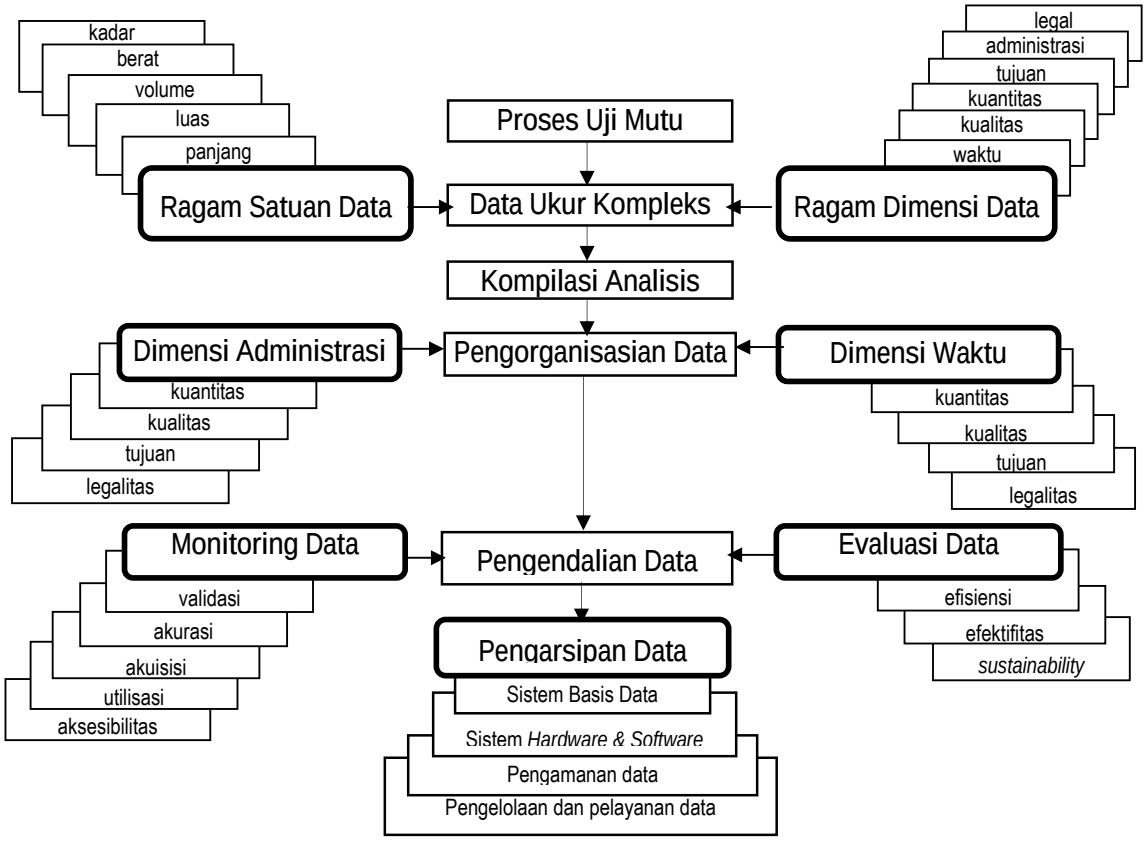
Gambar 4.151. Variabel-variabel pengaruh yang berkorelasi membentuk variabel Kehandalan Sistem Data terhadap manajemen data ukur

Mindell (2002) menyatakan dalam tiap pengujian mutu produk kerja selalu menghasilkan data ukur yang kompleks (beragam) sehingga diperlukan penyusunan sistem basis data yang sistematis, yang meliputi kegiatan mengolah, mengorganisasi, mengamankan, mengendalikan dan mengarsipkan data. Kasi (1995) menyatakan bahwa data merupakan sumber informasi yang memiliki dimensi waktu yang tidak terbatas sehingga sistem penyimpanannya harus mampu memberikan pelayanan yang cepat ketika data tersebut diperlukan kembali. Demikian pula Biatna dkk. (2005) menyatakan pada umumnya data ukur bersifat kompleks yang memiliki ragam dimensi dan ragam satuan parameter, yang menyimpan segala memori historikal suatu fenomena sehingga diperlukan pengarsipan data yang sistematis dan selalu hadir saat diperlukan kembali. Hasil riset Goetsch & Davis (2002) menyebutkan ada dua aktivitas pokok dalam penyusunan sistem basis data yang handal, yaitu:

1) pengendalian data, merupakan kegiatan untuk memonitor dan mengevaluasi performansi data dalam sistem basis data, yang setiap saat dapat menginformasikan data yang tidak valid atau rusak (tidak terpakai) karena mencapai batas waktu (kadaluarsa), pengaruh perubahan cuaca, pengaruh perubahan standar mutu dan kerusakan *hardware* dan *software* pengarsipan; dan
2) pengorganisasian data, merupakan pengelompokkan data berdasarkan dimensi waktu, tujuan, administrasi, kuantitas, kualitas dan legalitas agar tidak tercampur satu sama lain dan memudahkan perolehan kembali jika diperlukan.

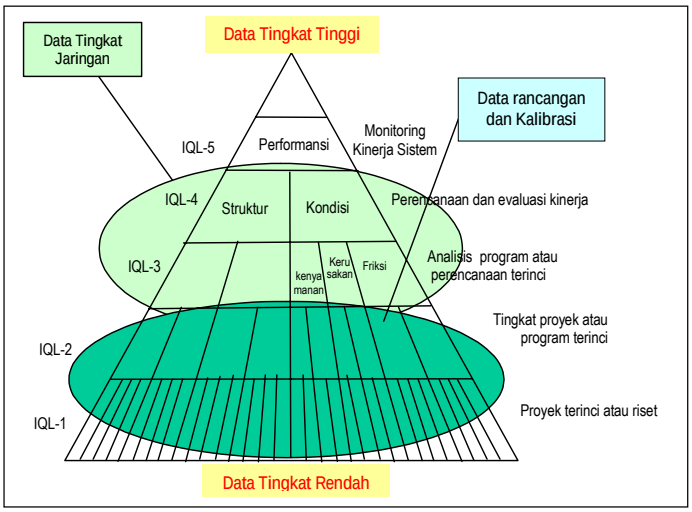
Mathis & Jackson (2002.b) melakukan survai kinerja pengarsipan data produktivitas industri obat di Amerika Serikat selama kurun waktu lima tahun (1993-1997) terhadap standar ukuran waktu yang diperlukan untuk mencari arsip data. Selanjutnya Mathis & Jackson (2002.b) menyimpulkan bahwa waktu maksimal untuk mendapatkan kembali informasi data yang telah diarsip adalah 5 (lima) menit sebagai tolok ukur kehandalan sistem basis data. Hubungan hierarki

vertikal antara pengarsipan, pengendalian dan pengorganisasian data dapat ditunjukkan dalam Gambar 4.152. Dari Gambar 4.152 dapat dijelaskan bahwa (i) pengarsipan data meliputi sistem *hardware* & *software*, pengelolaan dan pelayanan data, pengamanan data dan sistem basis data. (ii) pengendalian data meliputi monitoring dan evaluasi data; (iii) pengorganisasian data meliputi pengelompokkan data dalam dimensi waktu dan dimensi administrasi, yang masing-masing mempertimbangkan kuantitas, kualitas, tujuan (obyek) dan legalitas. Monitoring data dalam pengendalian dimaksudkan sebagai kegiatan validasi, akurasi, akuisisi, utilisasi dan aksesibilitas sumber data; sedangkan evaluasi data meliputi: efisiensi, efektivitas, *sustainability* terhadap fungsi data. Dengan demikian indikator yang dapat diukur dari variabel Pengarsipan Data Ukur adalah waktu yang diperlukan untuk memperoleh kembali data yang terarsip; indikator yang dapat diukur dari variabel Pengendalian Data Ukur adalah jumlah data yang tidak valid (rusak) dalam rentang satu tahun awal; indikator yang dapat diukur dari variabel Pengorganisasian Data Ukur adalah jumlah data yang tercampur dengan data dari sumber lain.



Gambar 4.152. Hierarki proses pengarsipan, pengendalian dan pengorganisasian data dalam manajemen data ukur mutu

Sistem basis data hasil pengujian mutu performansi perkerasan jalan pernah dikembangkan oleh Bennett & McPherson (2005) dan Bennett *et al*. (2007) dalam penelitiannya tentang teknik koleksi data untuk manajemen jalan yang dilakukan di 21 negara Asia Pasifik (termasuk Indonesia), yang menyebutkan bahwa hierarki vertikal sistem basis data dapat ditunjukkan dalam Gambar 4.153. Sistem basis data performansi jalan dibagi dalam 5 (lima) tingkatan dalam satuan IQL (*information quality level*), yaitu: (i) IQL-1, lebih memfokuskan kompilasi data ukur uji mutu di lapangan sebagai basis data untuk detail program berikutnya; (ii) IQL-2, lebih memfokuskan desain model pengolahan data ukur mutu untuk detail program; (iii) IQL-3, lebih memfokuskan uji model data ukur mutu dan analisis program untuk detail perencanaan jaringan jalan; (iv) IQL-4, lebih memfokuskan evaluasi kinerja dan perencanaan jaringan jalan; dan (v) IQL-5, lebih memfokuskan monitoring kinerja sistem jaringan jalan. Proses sistem basis data performansi jalan tersebut dapat berjalan baik jika didukung oleh kehandalan kompilasi, pengorganisasian, pengendalian, pengamanan dan pengarsipan data.

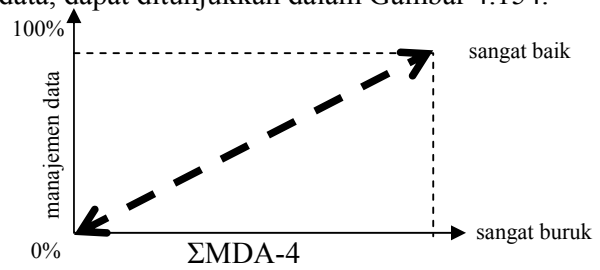


Sumber: Bennet &McPherson (2005); Bennet et al. (2007)

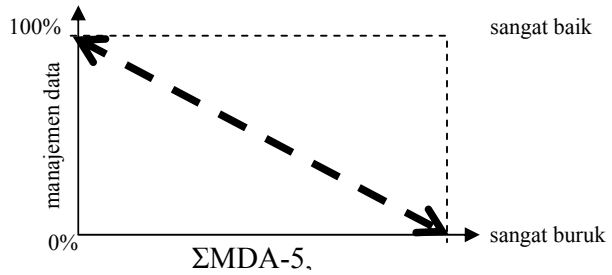
Gambar 4.153. Konsep hierarki IQL (*information quality level*) dalam sistem basis data performansi perkerasan jalan

Dari uraian pembahasan tersebut dapat disimpulkan bahwa antara variabel Pengorganisasian Data, variabel Pengendalian Data dan variabel Pengarsipan Data memiliki karakter yang hampir sama dalam hal pengamanan data dalam bentuk

sistem basis data, sehingga dalam analisis faktor ketiga variabel ini berkorelasi membentuk variabel baru yang diberi nama variabel Kehandalan Sistem Basis Data. Indikator untuk mengukur pengaruh variabel Kehandalan Sistem Basis Data terhadap manajemen data dalam pemberlakuan standar mutu perkerasan jalan, adalah: (i) persentase (%) jumlah data terarsip yang dapat diperoleh kembali dalam waktu kurang dari lima menit, terhadap jumlah data yang diarsip berdasarkan pengelompokkan jenis data tertentu; (ii) persentase (%) jumlah data yang tidak valid (rusak) dalam rentang waktu satu tahun terhadap jumlah data yang diarsip berdasarkan pengelompokkan jenis data tertentu; (iii) persentase (%) jumlah data yang tercampur dengan jenis data lain dalam rentang waktu satu tahun, terhadap jumlah data yang diarsip berdasarkan pengelompokkan jenis data tertentu. Logika mengukur kecenderungan pengaruh variabel Kehandalan Sistem Basis Data terhadap manajemen data, dapat ditunjukkan dalam Gambar 4.154.



$$\Sigma\text{MDA-4} = \frac{\text{jumlah data terarsip yang dapat diperoleh kembali dalam waktu kurang dari lima menit (data)}}{\text{jumlah data yang terarsip berdasarkan pengelompokkan jenis data tertentu (data)}}$$



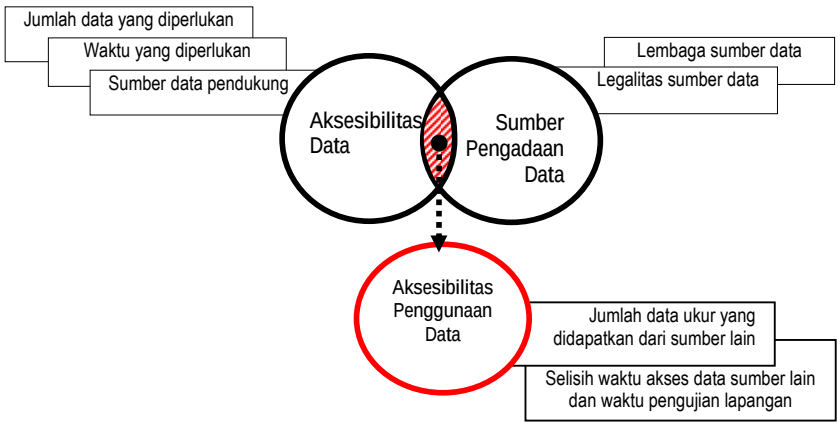
$$\Sigma\text{MDA-5} = \frac{\text{jumlah data yang tidak valid (rusak) dalam rentang waktu satu tahun (data)}}{\text{jumlah data yang diarsip berdasarkan pengelompokkan jenis data tertentu (data)}}$$

$$\Sigma\text{MDA-6} = \frac{\text{jumlah data yang tercampur dengan jenis data lain dalam rentang waktu satu tahun (data)}}{\text{jumlah data yang diarsip berdasarkan pengelompokkan jenis data tertentu (data)}}$$

Gambar 4.154. Logika mengukur kecenderungan pengaruh variabel Kehandalan Sistem Basis Data terhadap manajemen data dalam pemberlakuan standar mutu perkerasan jalan

d. Variabel aksesibilitas penggunaan data, berdasarkan hasil analisis faktor merupakan representasi dari variabel Aksesibilitas Data dan variabel Sumber Pengadaan Data, yang keduanya memiliki karakter yang hampir sama satu sama

lain yang tidak teramati. Gambar 4.155 menyajikan hubungan kedua variabel tersebut untuk berkorelasi membentuk variabel baru yang diberi nama variabel Aksesibilitas Penggunaan Data.



Gambar 4.155. Variabel-variabel pengaruh yang berkorelasi membentuk variabel Aksesibilitas Penggunaan Data terhadap manajemen data ukur

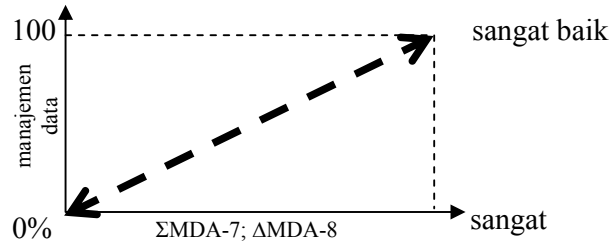
Hasil analisis faktor ini memperkuat pendapat Biatna dkk. (2005) yang menyatakan bahwa data merupakan sumber informasi yang memiliki karakter: kompleksitas, akurasi, aksesibilitas, validasi, verifikasi, kualifikasi, kuantifikasi dan keaslian. Aksesibilitas data adalah tingkat kemudahan untuk memperoleh (mengakses) data dari sumber data atau kemudahan mendapatkan data ukur hasil analisis, artinya makin mudah mendapatkan data ukur dari sumber data maka makin baik manajemen data dalam implementasi standar mutunya. Bennett (2000.b) dalam risetnya tentang *evaluating the quality of road survey data* yang dilakukan di New Zealand, menyebutkan bahwa aksesibilitas data dipengaruhi beberapa faktor, antara lain: (i) berapa jumlah data pendukung dari sumber lain yang diperlukan untuk mempercepat analisis data ukur lapangan; (ii) berapa lama waktu yang diperlukan untuk mendapatkan data ukur hasil analisis dan data pendukung dari sumber lain; (iii) jumlah ragam data yang diperlukan sesuai spesifikasi teknis. Beberapa standar mutu tertentu dalam implementasinya memerlukan informasi data pendukung yang sulit diakses dari sumbernya, misalnya standar mutu pengujian lendutan perkerasan jalan dengan alat *falling weight deflectometer* (FWD) yang memerlukan data suhu udara dan curah hujan yang akurat yang diambil dari legalitas lembaga pencatat meteorologi (klimatologi) yang dapat dipercaya. Contoh lain, misalnya implementasi SNI 03-6756-2002 untuk menguji tingkat kepadatan

perkerasan beraspal, memerlukan data berat jenis laboratorium (γ_{lab}) perkerasan aspal yang konstruksi sama dengan perkerasan aspal di lapangan, makin mudah mendapatkan data γ_{lab} maka makin cepat menghitung tingkat kepadatan perkerasan. Dengan demikian indikator yang dapat diukur dari variabel Asesibilitas Data terhadap manajemen data adalah selisih waktu akses data dari sumber lain dan waktu pengujian mutu di lapangan. Makin lama selisih antara waktu mendapatkan data pendukung dari sumber lain terhadap waktu pengujian, maka makin tidak baik manajemen data dalam implementasi standar mutunya.

Sumber pengadaan data merupakan tempat yang secara legal dapat mengeluarkan data, sumber ini dapat berupa perorangan atau lembaga (Anderson *et al.*, 1999). Sumber data dapat menyediakan data ukur lapangan atau data historikal yang terasip dalam sistem basis data. Beberapa standar mutu dalam pengujian mutu perkerasan aspal memerlukan data pendukung dari sumber legal lainnya (laboratorium di wilayah kerja atau lembaga independen) agar data ukur mutu hasil pengujian dapat dianalisis atau dievaluasi untuk mendapatkan kesimpulan (Sjahdanulirwan, 2006.b). Contoh kasus lapangan untuk menjelaskan pendapat Sjahdanulirwan (2006.b) adalah implementasi SNI 03-2828-1992 tentang pengujian tingkat kepadatan dan kadar air optimum lapisan tanah dasar (*subgrade*) sebagai badan jalan, yang memerlukan data ukur lain sebagai pendukung yaitu data kepadatan laboratorium dan kadar air optimum laboratorium yang masing-masing diakses dari sumber data lain (laboratorium atau lembaga independen) sebagai pembanding terhadap data ukur mutu yang duji langsung di lapangan. Dengan demikian indikator yang dapat diukur dari variabel Sumber Pengadaan Data adalah jumlah data ukur yang didapatkan dari sumber lain. Makin banyak dan makin cepat memperoleh data ukur dari sumber lain maka makin baik manajemen data dalam implementasi standar mutu.

Dari uraian pembahasan tersebut dapat disimpulkan bahwa antara variabel Aksesibilitas Data dan variabel Sumber Pengadaan Data memiliki karakter yang hampir sama dalam hal kemudahan akses data, sehingga dalam analisis faktor kedua variabel ini membentuk variabel baru yang diberi nama variabel Aksesibilitas Penggunaan Data. Indikator untuk mengukur pengaruh variabel Aksesibilitas Penggunaan Data terhadap manajemen data dalam pemberlakuan standar mutu perkerasan jalan, adalah: (i) persentase (%) jumlah data ukur yang

harus didapatkan dari sumber lain, terhadap jumlah data ukur yang diperlukan dalam implementasi standar mutu; (ii) persentase (%) selisih waktu antara waktu mengakses data pendukung dan waktu pengujian lapangan, dibandingkan terhadap waktu total pengujian mutu di lapangan sesuai standar mutu yang digunakan. Logika mengukur kecenderungan pengaruh variabel Aksesibilitas Penggunaan Data dapat ditunjukkan dalam Gambar 4.156.



$$\Sigma\text{MDA-7} = \frac{\text{jumlah data ukur yang harus didapatkan dari sumber lain (data)}}{\text{jumlah data ukur yang diperlukan dalam implementasi standar mutu (data)}}$$

$$\Delta\text{MDA-8} = \frac{\text{selisih waktu antara waktu mengakses data pendukung dan waktu pengujian lapangan (jam)}}{\text{waktu total pengujian mutu di lapangan sesuai standar mutu yang digunakan (jam)}}$$

Gambar 4.156. Logika mengukur kecenderungan pengaruh variabel Aksesibilitas Penggunaan Data terhadap manajemen data dalam pemberlakuan standar mutu perkerasan jalan

10. Validasi pengelompokan variabel yang mempengaruhi tingkat pencapaian mutu (TPM) dalam pemberlakuan standar mutu perkerasan jalan

Estimasi model faktor bagi aspek tingkat pencapaian mutu (TPM) pada mulanya dilakukan atas 8 (delapan) macam variabel, yaitu: (i) Ketepatan Implementasi Standar; (ii) Ketepatan Mutu Sesuai Standar; (iii) Ketepatan Waktu Uji Mutu; (iv) Ketepatan Tujuan/Sasaran; (v) Ketepatan Administrasi; (vi) Ketepatan Volume Pengujian; (vii) variabel Ketepatan Biaya Uji Mutu; dan (viii) Ketepatan Hukum. Proses analisis korelasi awal diperoleh hasil bahwa variabel Ketepatan Biaya Uji Mutu dan Ketepatan Hukum memiliki nilai MSA di bawah 0,5 sehingga kedua variabel terakhir ini tidak diikutkan dalam estimasi model faktor. Hasil analisis awal ini memperkuat hasil verifikasi 240 pakar terhadap kedua variabel tersebut karena tidak lebih dari 50% responden yang ada tidak menyetujui kedua variabel tersebut sebagai variabel penting yang mempengaruhi tingkat pencapaian mutu (lihat Gambar 4.59). Secara ringkas, model faktor yang dihasilkan pada aspek ini dijelaskan dalam Tabel 4.23.

Tabel 4.24. Nilai korelasi variabel tingkat pencapaian mutu (TPM) terhadap 3 (tiga) faktor yang terbentuk setelah dirotasi dengan metode *varimax*

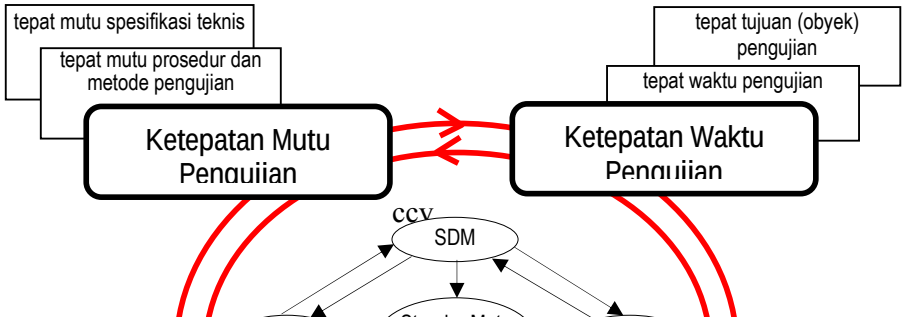
Variabel	Faktor			*Commonality*
	1	2	3	
Ketepatan implementasi standar	**0,595**	0,467	0,068	0,828
Ketepatan mutu sesuai standar	**0,659**	0,068	0,239	0,833
Ketepatan waktu uji mutu	0,460	**0,669**	0,082	**0,992**
Ketepatan tujuan/sasaran	0,046	**0,526**	0,298	0,879
Ketepatan administrasi	-0,194	0,158	**0,560**	0,893
Ketepatan volume pengujian	0,339	0,392	**0,540**	**0,784**
Nilai *eigen* faktor 1 = 5,245; faktor 2 = 3,058; faktor 3 = 1,423 Variansi total yang dapat dijelaskan dengan 4 faktor = **90,086%.**				

Dari Tabel 4.23 dapat dicermati 3 (tiga) faktor mampu menjelaskan 90,086% variansi total yang terdapat pada seluruh variabel. Nilai kebersamaannya (*commonality*) yang berkisar antara 0,784 hingga 0,992 sehingga model faktor di atas masih dapat diterima dengan kualitas baik.

Hampir seluruh variabel dapat ditentukan kecondongannya pada sebuah faktor tertentu secara jelas. Dengan membaca pola pengelompokan variabel-variabel terhadap faktor di atas, kiranya masih dapat diterima apabila Faktor ke-1 hingga ke-3 berturut-turut diinterpretasikan sebagai Faktor Ketepatan Mutu Pengujian, Faktor Ketepatan Waktu Pengujian dan Faktor Ketepatan Volume Pengujian.

Dengan demikian analisis faktor telah menyeleksi dan mengelompokkan variabel-variabel pengaruh terhadap tingkat pencapaian mutu dari semula 8 (delapan) variabel menjadi 3 (tiga) variabel, yang diilustrasikan dalam Gambar 4.157.

Hasil penelitian ini mempertegas pendapat Smith (1996) yang menyatakan terdapat 4 (empat) tepat yang harus dipertimbangkan untuk mencapai produk yang baik, yaitu: tepat mutu, tepat waktu, tepat biaya dan tepat volume. Pencapaian empat ”tepat” ini tidak terlepas dari keterkaitan antara SDM, peralatan, material dan fungsi kelembagaan terhadap pemahaman implementasi standar mutu (lihat Gambar 4.157).



Gambar 4.157. Proses pencapaian mutu dalam pemberlakuan standar mutu perkerasan jalan

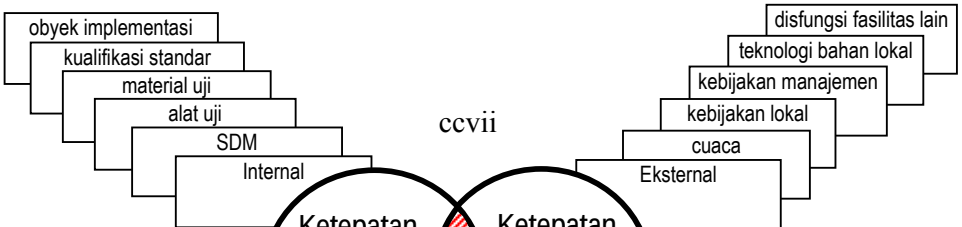
a. Variabel ketepatan mutu pengujian merupakan representasi dari variabel Ketepatan Implementasi Standar dan variabel Ketepatan Mutu sesuai Standar, kedua variabel ini memiliki karakter yang hampir sama satu sama lain yang tidak teramati. Hasil analisis faktor sangat mendukung hasil survai awal yang menyebutkan bahwa salah satu penyebab yang dominan terhadap kerusakan struktural dini adalah tidak tercapainya mutu pelaksanaan penghamparan dan pemadatan perkerasan berbutir dan perkerasan beraspal serta tidak tercapainya mutu material perkerasan (lihat Tabel 4.2).

Goetsch & Davis (2002) menyebutkan bahwa ketepatan mutu pengujian memiliki tiga dimensi penting, yaitu: (i) dimensi prosedur, artinya mutu pengujian didapatkan sesuai dengan sistem dan kronologis yang ditetapkan dalam standar mutu; (ii) dimensi metode, artinya mutu pengujian didapatkan sesuai metode pengujian yang mempertimbangkan ragam satuan dan dimensi dari parameter teknisnya; dan (iii) dimensi data ukur, artinya mutu pengujian didapatkan dengan analisis yang memenuhi ragam satuan yang tepat dan ragam dimensi waktu, mutu, kualitas dan legalitas. Dengan demikian dimensi prosedur dan metode pengujian lebih cenderung berpengaruh terhadap ketepatan implementasi standar; dimensi data ukur lebih cenderung berpengaruh terhadap ketepatan mutu sesuai standar yang digunakan. Berkaitan dengan uraian pendapat Goetsch & Davis (2002), Aly

(2003.a & 2003.b) memberi contoh kasus percepatan laju kerusakan struktural di awal umur pelayanan pada jalan Pantura Jawa dan Lintas Timur Sumatera disebabkan oleh ketidaktepatan prosedur dan metode implementasi standar mutu pelaksanaan di lapangan. Kerusakan tersebut diawali dengan terbentuknya *block cracking* dan *potholes* hampir 200 m^2 tiap km panjang jalan, penyebab kerusakan ini berawal dari kesalahan prosedur dan metode pelaksanaan dan pengendalian mutu yang didukung kurang harmonisnya komunikasi dan koordinasi antara pelaksana, pengawas dan direksi lapangan. Dampak kesalahan prosedur dan metode pengendalian mutu adalah ketidaktepatan data ukur yang diperoleh terhadap batasan spesifikasi teknis.

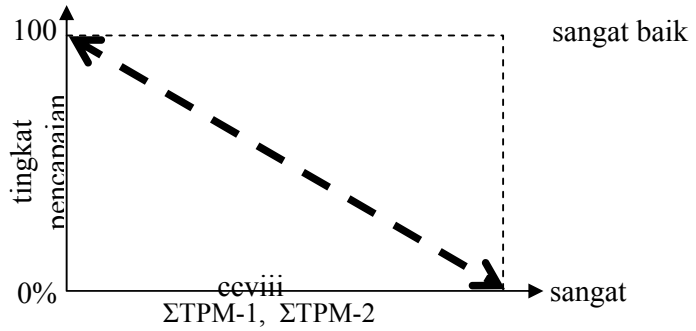
Berbeda dengan pendapat Aly (2003.a & 2003.b), Weston & Whiddett (1999) menyimpulkan bahwa tidak semua data ukur hasil analisis didapatkan melalui mutu pengujian yang tepat karena beberapa faktor eksternal yang mempengaruhinya, antara lain: (i) cuaca atau hujan yang menyebabkan beberapa langkah prosedur tidak sesuai metode pengujian; (ii) kebijakan lokal atau manajemen yang membatasi keleluasan pengujian; (iii) penggunaan sumber daya lokal yang dipaksakan menyesuaikan standar mutu yang digunakan; dan (iv) tidak berfungsinya fasilitas lain yang berdampak pada obyek implementasi yang akan diuji mutunya. Selain faktor ekternal, ada beberapa faktor internal yang mempengaruhi ketidaktepatan mutu pengujian, antara lain: (i) keterbatasan SDM, alat uji mutu dan kualitas material dalam implementasi standar mutu; dan (ii) keterbatasan kualifikasi standar mutu untuk mengakomodasi kepentingan obyek implementasi.

Haryono (2005) menyatakan tidak semua data ukur hasil pengujian mutu dapat memenuhi batasan spesifikasi teknis, walaupun prosedur dan metode pengujiannya sudah tepat. Ketidaktepatan mutu tersebut disebabkan oleh faktor-faktor internal yang berkaitan dengan keterbatasan sumber daya (SDM pengendali mutu, alat uji dan material) yang belum memenuhi persyaratan teknis, sehingga apapun metode standar mutu yang diimplementasikan akan tetap menghasilkan data ukur yang kurang valid. Hubungan kedua variabel tersebut dapat ditunjukkan dalam Gambar 4.158.



Gambar 4.158. Variabel-variabel pengaruh yang mengelompok membentuk variabel Ketepatan Mutu Pengujian

Dari uraian pembahasan tersebut, dapat disimpulkan bahwa antara variabel Ketepatan Implementasi Standar dan variabel Ketepatan Mutu memiliki karakter yang hampir sama dalam hal pencapaian mutu pengujian sehingga kedua variabel tersebut membentuk variabel baru yang diberi nama variabel Ketepatan Mutu Pengujian. Indikator untuk mengukur pengaruh variabel Ketepatan Mutu Pengujian terhadap tingkat pencapaian mutu dalam pemberlakuan standar mutu perkerasan jalan, adalah: (i) persentase (%) jumlah data ukur yang didapatkan dari mutu pengujian yang kurang tepat dibandingkan terhadap jumlah data ukur yang disyaratkan dalam spesifikasi teknis; (ii) persentase (%) jumlah data ukur hasil analisis yang tidak sesuai dengan prosedur analisis standar mutu, dibandingkan terhadap jumlah data ukur yang disyaratkan dalam spesifikasi teknis. Logika mengukur pengaruh variabel Ketepatan Mutu Pengujian terhadap tingkat pencapaian mutu dapat ditunjukkan dalam Gambar 4.159.



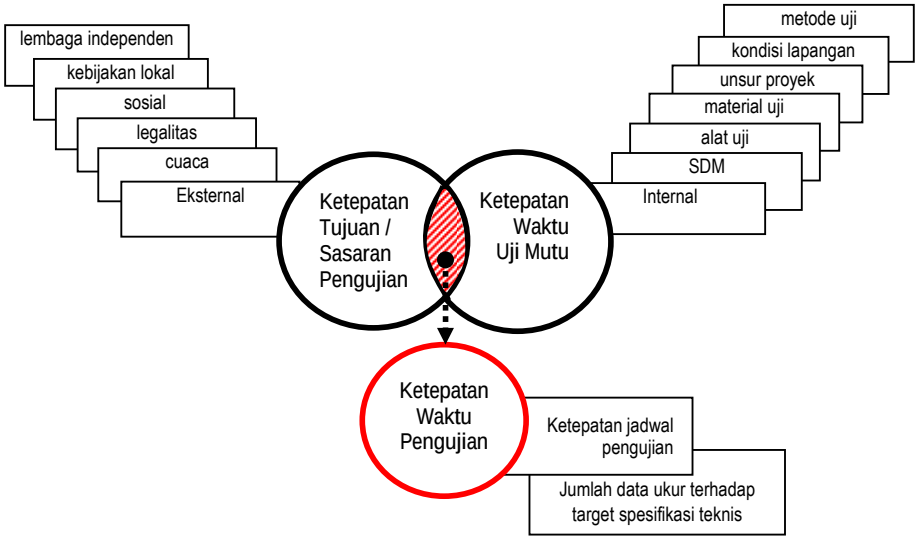
$$\Sigma TPM\text{-}1 = \frac{\text{jumlah data ukur yang didapatkan dari mutu pengujian yang kurang tepat (data)}}{\text{jumlah data ukur yang disyaratkan dalam spesifikasi teknis (data)}}$$

Gambar 4.159. Logika mengukur kecenderungan pengaruh variabel Ketepatan Mutu Pengujian terhadap tingkat pencapaian mutu dalam pemberlakuan standar mutu perkerasan jalan

b. Variabel ketepatan waktu pengujian merupakan representasi dari variabel Ketepatan Waktu Uji Mutu dan variabel Ketepatan Tujuan atau Sasaran. Kedua variabel ini memiliki karakter yang hampir sama satu sama lain yang tidak teramati. Bennett (2003) menyatakan bahwa dalam pengujian mutu di lapangan perlu mencermati antara target waktu yang ditetapkan dan jumlah data ukur yang harus didapatkan sesuai spesifikasi teknis. Target waktu yang pendek terhadap jumlah *sampling* yang banyak akan berdampak pada pencapaian mutu yang kurang baik, lebih-lebih kondisi ini diperparah dengan cuaca (hujan) yang tidak kondusif. Keterlambatan uji mutu dari jadwal yang sudah ditetapkan akan berpengaruh terhadap penurunan mutu pengujian sehingga data ukur yang dihasilkan tidak memenuhi spesifikasi teknis (Widjajanto & Maulana, 2006). Beberapa faktor ekternal yang menyebabkan keterlambatan pelaksanaan uji mutu perkerasan jalan, antara lain: (i) cuaca, kondisi hujan atau banjir tidak dapat dilaksanakan pengujian lapangan; (ii) proses legalitas yang berwenang, pengujian berlangsung jika ada ijin dari pihak terkait; (iii) kondisi sosial dan kebijakan yang tidak kondusif. Selain itu, faktor internal yang menyebabkan keterlambatan pengujian mutu perkerasan jalan, antara lain: (i) keterbatasan sumber daya, terutama SDM dan kesiapan alat uji mutu; (ii) kurangnya koordinasi antara unsur-unsur pengelola proyek; (iii) kesiapan lapangan tempat pelaksanaan pengujian mutu; (iv) ketidaktepatan metode uji mutu yang digunakan; dan (v) jumlah *sampling* yang tidak sesuai dengan target waktu yang ditetapkan.

Andriyanto (2005) menyatakan bahwa konstruksi jalan bersifat meluas (datar) dan memanjang (bukan menjulang tinggi), pencapaian keseragaman mutu

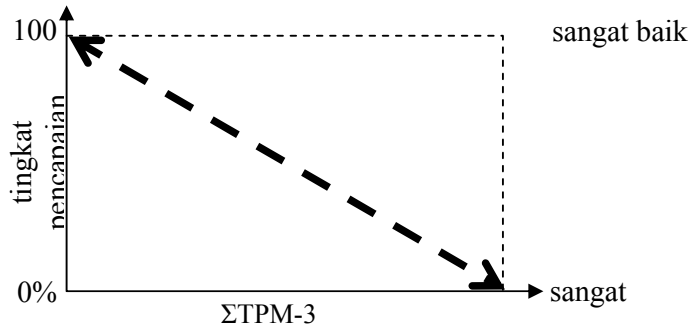
perkerasannya banyak menghadapi permasalahan sosial, *engineering*, cuaca, keterkaitan dengan fungsi fasilitas lainnya, sehingga pengujian mutunya harus memiliki ketepatan tujuan atau sasaran yang jelas. Contoh kasus untuk menjelaskan ketepatan tujuan adalah pengujian tingkat kepadatan lapisan perkerasan yang disyaratkan minimal 95%, artinya nilai daya dukung lapangan ≥95% daya dukung laboratorium. Tujuan dan sasaran pengujian adalah nilai daya dukung lapisan pertama memenuhi syarat, kemudian dapat dilanjutkan pekerjaan penghamparan dan pemadatan lapisan kedua. Jika hasil uji daya dukung lapis pertama tersebut lebih kecil dari 95% daya dukung laboratorium maka sasaran untuk mempercepat pekerjaan lapis kedua menjadi tertunda. Faktor-faktor eksternal yang mempengaruhi tidak tercapainya ketepatan tujuan atau sasaran pengujian mutu, misalnya jika terjadi hujan, maka pengujian mutu tertunda dan terjadi penurunan daya dukung lapangan, akibatnya tujuan pekerjaan berikutnya menjadi tertunda. Keterkaitan antara variabel Ketepatan Tujuan dan Ketepatan Waktu Pengujian Mutu dapat ditunjukkan dalam Gambar 4.160.



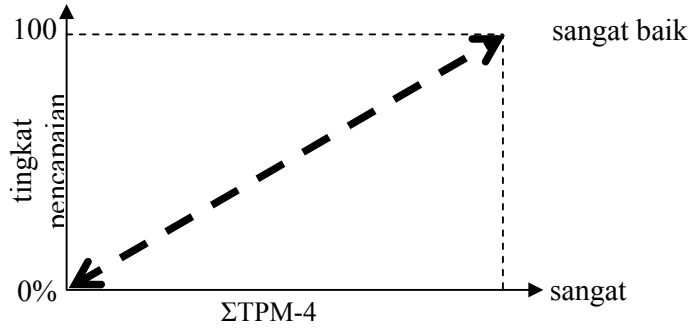
Gambar 4.160. Variabel-variabel pengaruh yang mengelompok membentuk variabel Ketepatan Waktu Pengujian

Dari uraian pembahasan tersebut dapat disimpulkan bahwa antara variabel Ketepatan Waktu Uji dan variabel Ketepatan Tujuan memiliki karakter yang sama dalam hal ketepatan waktu menguji mutu, sehingga kedua variabel tersebut membentuk variabel baru yang diberi nama variabel Ketepatan Waktu Pengujian.

Indikator mengukur kecenderungan pengaruh variabel Ketepatan Waktu Pengujian terhadap tingkat pencapaian mutu dalam pemberlakuan standar mutu perkerasan jalan, adalah: (i) persentase (%) keterlambatan waktu pengujian mutu terhadap batas akhir jadwal pengujian mutu, dibandingkan terhadap durasi waktu terjadwal yang ditetapkan untuk pengujian mutu; (ii) persentase (%) jumlah data ukur yang didapatkan dari uji mutu di lapangan terhadap jumlah sampel yang ditargetkan sesuai spesifikasi teknis. Logika mengukur kecenderungan pengaruh variabel Ketepatan Waktu Pengujian terhadap tingkat pencapaian mutu dapat ditunjukkan dalam Gambar 4.161.



$$\Delta\text{TPM-3} = \frac{\text{keterlambatan waktu pengujian mutu terhadap batas akhir jadwal pengujian mutu (jam)}}{\text{durasi waktu terjadwal yang ditetapkan untuk pengujian mutu (jam)}}$$



$$\Sigma\text{TPM-4} = \frac{\text{jumlah data ukur yang didapatkan dari uji mutu di lapangan (data)}}{\text{jumlah sampel yang ditargetkan sesuai spesifikasi teknis (data)}}$$

Gambar 4.161. Logika mengukur kecenderungan pengaruh variabel Ketepatan Waktu Pengujian terhadap tingkat pencapaian mutu dalam pemberlakuan standar mutu perkerasan jalan

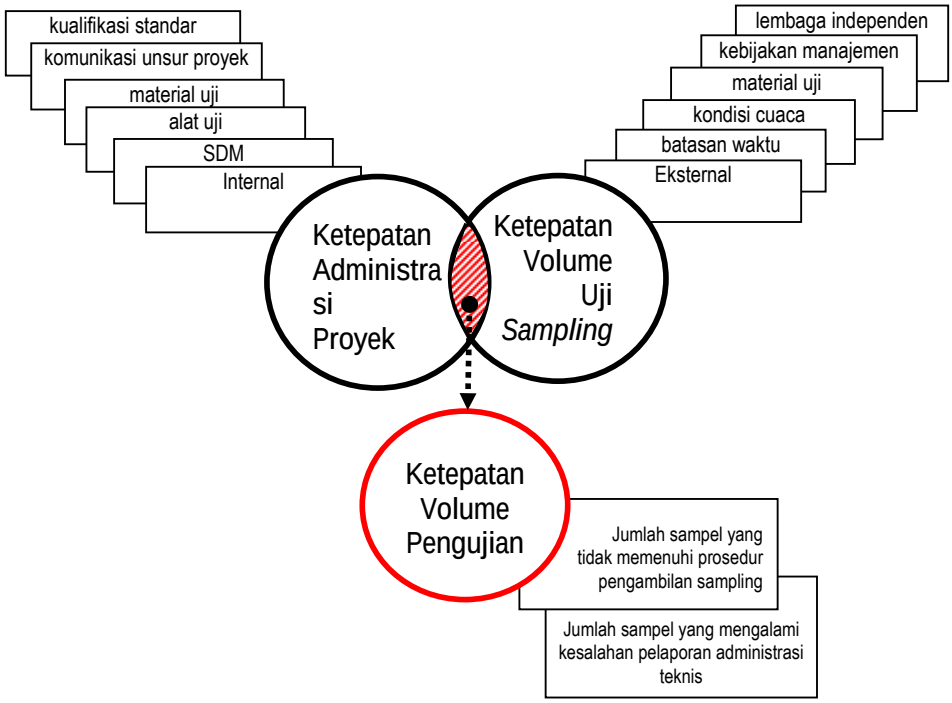
c. Variabel ketepatan volume pengujian merupakan representasi dari variabel Ketepatan Administrasi dan variabel Ketepatan Volume Pengujian, yang keduanya memiliki karakter yang hampir sama satu sama lain yang tidak teramati. Sebagaimana dikemukakan dalam pembahasan ketepatan mutu dan waktu

pengujian, disebutkan bahwa sering terjadi ketidaktepatan penyesuaian antara jumlah sampel benda uji yang ditetapkan dalam spesifikasi teknis dengan rentang waktu pengujian sehingga kondisi ini akan berdampak tidak tercapainya mutu pengujian yang tepat, yang pada akhirnya mengurangi mutu data ukur.

Smith (1996) juga menyatakan bahwa ketepatan volume (jumlah) sampel pengujian tidak hanya diukur dari jumlah atau frekuensi kejadiannya tetapi yang lebih mendasar lagi adalah proses pengambilan *sampling* tiap kali pengujian yang memenuhi metode *sampling*, selanjutnya dapat dievaluasi persentase sampel yang rusak terhadap kebutuhan total sampel. Soehartono (2006) memperkuat pendapat Smith (1996), yang menyatakan bahwa dalam pekerjaan perkerasan jalan sering terjadi jumlah volume uji mutu belum mewakili luasan atau volume pekerjaan fisik karena tidak semua volume *sampling* dapat memenuhi tuntutan jumlah dan pemenuhan prosedur metode *sampling*nya. Beberapa faktor eksternal yang mempengaruhi ketidaktepatan volume *sampling* pengujian mutu, antara lain: (i) batasan waktu penyelesaian pekerjaan yang tidak sesuai dengan volume pekerjaan yang ditangani sehingga pelaksanaan pengujian mutu sering tidak tepat volume *sampling*; (ii) cuaca atau hujan yang sering menghambat atau menunda pelaksanaan uji mutu sehingga pengambilan *sampling* tidak sesuai waktu yang ditargetkan dan prosedur pengambilannya tidak tepat sesuai metode *sampling*nya; (iii) kebijakan manajemen dari unsur-unsur proyek yang mengubah ketetapan jumlah *sampling* agar disesuaikan dengan batas waktu dan kondisi cuaca serta kesiapan lapangan; (iv) keterbatasan kemampuan teknis lembaga independen penguji mutu lapangan yang berada di wilayah kerja.

Selain faktor eksternal tersebut, banyak faktor internal menurut Aly (2003.a & 2003.b) yang mempengaruhi ketidaktepatan administrasi teknik terhadap penyusunan pelaporan pengujian mutu yang pada akhirnya berdampak pada ketidaktepatan volume pengujian mutu, antara lain: (i) keterbatasan kualitas sumberdaya yang terlibat langsung dalam pencapaian mutu pengujian yang meliputi SDM, peralatan uji mutu dan material perkerasan; (ii) tidak intensifnya komunikasi antara perencana, pelaksana, pemanfaat dan pengelola jalan sehingga terjadi perbedaan volume pengujian antara tuntutan laporan kualitas (*quality report*) dan spesifikasi teknisnya terhadap laporan kuantitas (*quantity report*); (iii)

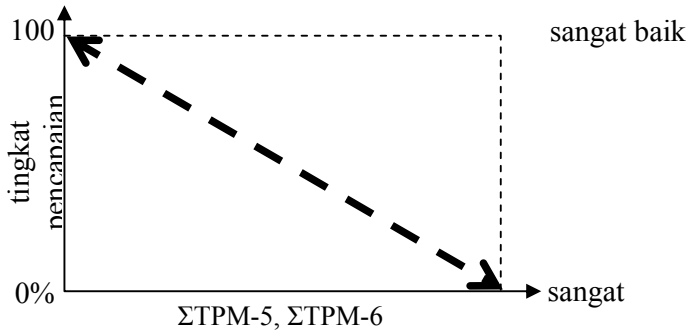
ketidakjelasan kualifikasi standar mutu terhadap spesifikasi teknis pekerjaan sehingga beberapa parameter teknis dalam metode *sampling* belum mampu mengakomodir obyek implementasi. Faktor-faktor internal tersebut yang menyebabkan beberapa data ukur mengalami perbedaan antara pelaporan dalam administrasi teknik dengan kondisi nyata di lapangan. Keterkaitan antara ketepatan administrasi teknik dan ketepatan volume uji *sampling* terhadap ketepatan volume pengujian dapat ditunjukkan dalam Gambar 4.162.



Gambar 4.162. Variabel-variabel pengaruh yang mengelompok membentuk variabel Ketepatan Volume Pengujian

Dari uraian pembahasan tersebut dapat disimpulkan bahwa antara variabel Ketepatan Administrasi dan variabel Ketepatan Volume Uji *Sampling* memiliki karakter yang hampir sama dalam hal ketepatan volume pengujian, sehingga kedua variabel ini membentuk variabel baru yang diberi nama variabel Ketepatan Volume Pengujian. Indikator untuk mengukur kecenderungan pengaruh variabel Ketepatan Volume Pengujian terhadap tingkat pencapaian mutu dalam pemberlakuan standar mutu perkerasan jalan, adalah: (i) persentase (%) jumlah sampel yang tidak memenuhi prosedur standar pengambilan *sampling* terhadap jumlah sampel yang dibutuhkan sesuai tuntutan spesifikasi teknis; (ii) persentase (%) jumlah sampel yang mengalami kesalahan pelaporan administrasi teknik terhadap jumlah sampel

yang dibutuhkan sesuai tuntutan spesifikasi teknis. Logika mengukur kecenderungan pengaruh variabel Ketepatan Volume Pengujian terhadap pemberlakuan standar mutu perkerasan dapat ditunjukkan dalam Gambar 4.163.



$$\Sigma\text{TPM-5} = \frac{\text{jumlah sampel yang tidak memenuhi prosedur standar pengambilan sampling (sampel)}}{\text{jumlah sampel yang dibutuhkan sesuai tuntuan spesifikasi teknis (sampel)}}$$

$$\Sigma\text{TPM-6} = \frac{\text{jumlah sampel yang mengalami kesalahan pelaporan adminsitrasi teknis (sampel)}}{\text{jumlah sampel yang dibutuhkan sesuai tuntutan spesifikasi teknis (sampel)}}$$

Gambar 4.163. Logika mengukur kecenderungan pengaruh variabel Ketepatan Volume Pengujian terhadap tingkat pencapaian mutu dalam pemberlakuan standar mutu perkerasan jalan

11. Validasi pengelompokan variabel yang mempengaruhi tingkat pencapaian sosialisasi (TPS) dalam pemberlakuan standar mutu perkerasan jalan

Analisis faktor terhadap variabel-variabel yang mempengaruhi aspek Tingkat Pencapaian Sosialisasi (TPS) pada mulanya dilakukan atas 7 (tujuh) macam variabel, yaitu: (i) Kelancaran Sosialisasi; (ii) Pemantapan Hubungan Institusi; (iii) Ketepatan Jadwal Sosialisasi; (iv) Kelengkapan Substansi Standar; (v) Penyebaran Informasi Standar; (vi) Keseragaman Penggunaan Standar Mutu; dan (vii) Kehandalan Organisasi Internal. Analisis korelasi awal antara variabel menunjukkan variabel Kehandalan Organisasi Internal memiliki nilai MSA di bawah 0,5; sehingga variabel ini tidak diikutkan dalam estimasi model faktor. Secara ringkas, hasil model faktor terhadap aspek Tingkat Pencapaian Sosialisasi dijelaskan dalam Tabel 4.24.

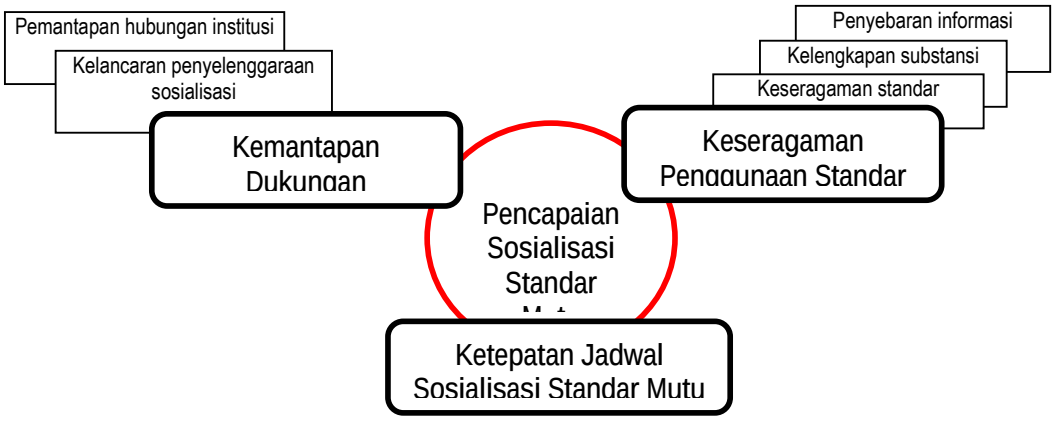
Tabel 4.25. Nilai korelasi variabel tingkat pencapaian sosialisasi (TPS) terhadap 3 (tiga) faktor yang terbentuk setelah dirotasi dengan metode *varimax*

Variabel	Faktor			*Commonality*
	1	2	3	
Kelancaran sosialisasi	**0,846**	0,136	0,224	0,784
Kelengkapan substansi standar	0,056	0,399	**0,562**	**0,615**
Penyebaran informasi standar	0,303	0,373	**0,575**	0,638
Keseragaman penggunaan standar mutu	0,273	0,400	**0,699**	0,804
Ketepatan jadwal sosialisasi	0,404	**0,658**	0,052	0,665
Pemantapan hubungan institusi	**0,652**	0,224	0,035	**0,927**
Nilai *eigen* faktor 1 = 4,062; faktor 2 = 2,170; faktor 3 = 1,676 Variansi total yang dapat dijelaskan dengan 4 faktor = **81,908%.**				

Dari Tabel 4.24 dapat dicermati bahwa estimasi model faktor telah menghasilkan 3 (tiga) faktor yang mampu menjelaskan 81,908% variansi total yang terdapat pada seluruh variabel. Nilai kebersamaannya (*commonality*) yang berkisar antara 0,615 hingga 0,927 sehingga model faktor di atas masih dapat diterima dengan kualitas baik. Rotasi nilai bobot dengan metode *varimax* menghasilkan koefisien korelasi antara tiap-tiap variabel dengan ketiga faktor yang terbentuk. Hampir seluruh variabel dapat ditentukan kecondongannya pada sebuah faktor tertentu secara jelas. Dengan membaca pola pengelompokan variabel-variabel terhadap faktor di atas, maka terbentuklah Faktor ke-1 hingga ke-3 berturut-turut diinterpretasikan sebagai Faktor Kemantapan Dukungan Institusi, Faktor Ketepatan Jadwal Sosialisasi dan Faktor Keseragaman Penggunaan Standar.

Dengan demikian analisis faktor telah menyeleksi dan mengelompokkan variabel-variabel pengaruh terhadap tingkat pencapaian sosialisasi dari semula 7 (tujuh) variabel menjadi 3 (tiga) variabel, yang diilustrasikan dalam Gambar 4.164.

Hasil analisis faktor mendukung pendapat Goetsch & Davis (2002) yang menyatakan tolok ukur untuk menilai keberhasilan diseminasi standar mutu produk kerja pabrik obat-obatan di Amerika Serikat harus mempertimbangkan: (i) kapan jadwal yang tepat penyelenggaraan diseminasi; (ii) jumlah supplier dan *customer* yang memanfaatkan produk; dan (iii) dukungan institusi pemerintah dan swasta yang mendukung pemasaran produk.



Gambar 4.164. Variabel-variabel dominan yang mempengaruhi pencapaian sosialisasi dalam pemberlakuan standar mutu perkerasan jalan

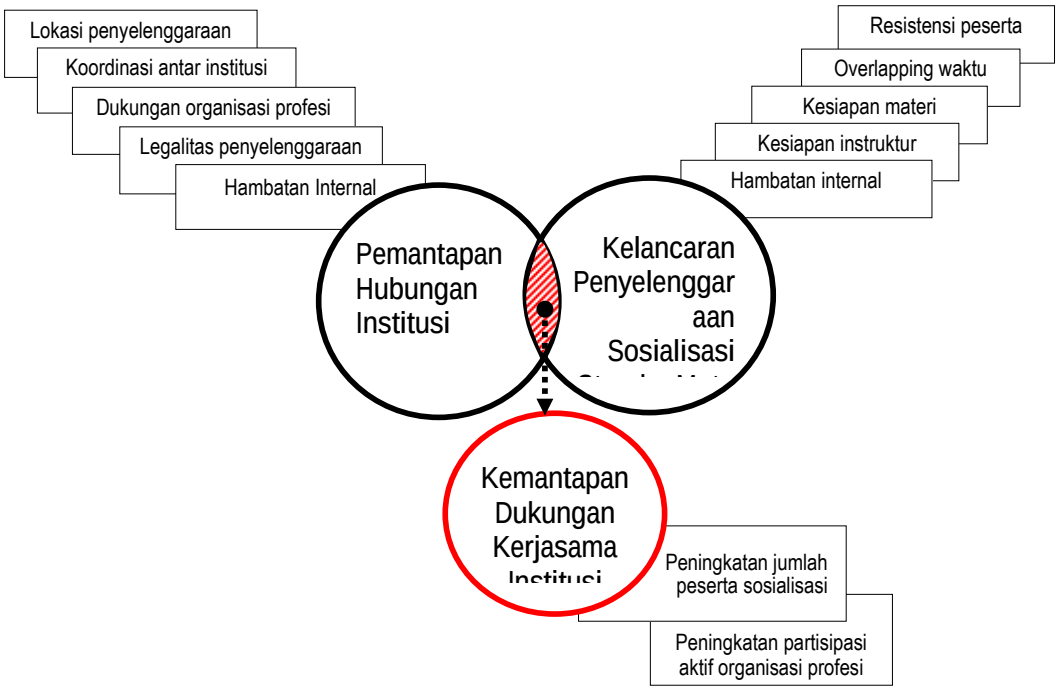
a. Variabel kemantapan dukungan institusi merupakan representasi dari variabel Kelancaran Penyelenggaraan Sosialisasi dan variabel Pemantapan Hubungan Institusi, yang keduanya memiliki karakter yang hampir sama satu sama lain yang tidak teramati.

Goetsch & Davis (2002) menyatakan bahwa keberhasilan penyelenggaraan diseminasi standar produk kerja sangat ditentukan oleh jumlah hambatan per kegiatan diseminasi. Hambatan terhadap penyelenggaraan sosialisasi (diseminasi) standar terhadap *stakeholder* lebih bersifat eksternal, artinya hambatan itu datang di luar sistem internal, antara lain: (i) proses legalisasi penyelenggaraan harus melewati aturan birokrasi yang panjang; (ii) kurangnya dukungan organisasi profesi; (iii) tidak adanya sinkronisasi penyelenggaraan diseminasi dengan jadwal mulai implementasi standar mutu; (iv) tidak intensifnya koordinasi dan kerjasama institusi pembina (pemerintah) kepada organisasi yang dibina (swasta, NGO dan organisasi profesi); (v) terfokusnya penyelenggaraan sosialisasi diibukota propinsi tertentu sehingga kurang merepresentasikan wilayah kerja; dan (vi) adanya resistensi yang tinggi terhadap kemauan untuk pemutakhiran kompetensi dari tim pengendali mutu. Hambatan eksternal ini yang menyebabkan jumlah peserta sosialisasi standar mutu mengalami penurunan dan resistensi yang tinggi (Bubshait & Al Atiq, 1999; Sylte, 1999). Agah (2005) melengkapi Goetsch & Davis (2002)

dan Sylte (1999), yang menyatakan bahwa kelancaran penyelenggaraan sosialisasi standar-standar mutu bidang kebinamargaan dapat diukur dari seberapa besar partisipasi peserta yang mewakili keahlian pribadi maupun kelembagaan terkait. Hambatan penyelenggaraan sosialisasi tidak hanya bersifat eksternal seperti yang dikemukakan oleh Bubshait & Al Atiq (1999) dan Sylte (1999) tetapi ada beberapa hambatan yang bersifat internal yang oleh Agah (2005) dan Palgunadi (2006) disimpulkan antara lain: (i) ketidaksiapan instruktur dan materi sosialisasi, sehingga resistensi peserta makin meningkat; (ii) terjadinya tumpang tindih (*overlapping*) waktu sosialisasi dan implementasi (tahap pembangunan) sehingga penyelenggaraan sosialisasi dinilai kurang menarik perhatian bagi pemutakhiran kompetensi. Dengan demikian dapat dicermati bahwa hambatan eksternal maupun internal terhadap penyelenggaran sosialisasi berdampak pada kecenderungan peningkatan resistensi pemutakhiran kompetensi peserta maupun institusi terkait. Selain itu, Palgunadi (2006) juga menyatakan bahwa resistensi peserta sosialisasi standar mutu sangat dipengaruhi oleh komitmen kerjasama kelembagaan yang mendukung penyelenggaraan sosialisasi, artinya kerjasama partisipasi institusi terkait dapat mempengaruhi kelancaran penyelenggaraan sosialisasi.

Pemantapan hubungan kerjasama antara institusi pemerintah sebagai pembina dan swasta sebagai pelaksana maupun organisasi profesi dan NGO sebagai pengawas (pengontrol) sangat menentukan keberhasilan pencapaian penyeragaman mutu konstruksi jalan. Soehartono (2006.a) dan Smith (1996) memiliki persepsi yang hampir sama terhadap kunci sukses keberhasilan pemantapan hubungan antar institusi dalam mendukung pencapaian sosialisasi atau diseminasi standar atau pedoman teknis pekerjaan di lapangan, antara lain: (i) peningkatan partisipasi aktif organisasi profesi terhadap program pemerintah; (ii) penyederhanaan birokrasi penyelenggaraan sosialisasi standar mutu oleh swasta atau organisasi profesi; dan (iii) peningkatan keterlibatan peranan organisasi profesi dan swasta dalam penyempurnaan standar mutu. Keterkaitan antara variabel Kelancaran Penyelenggaraan Sosialisasi dan variabel Pemantapan Hubungan Institusi dalam pencapaian keberhasilan sosialisasi standar mutu, dapat ditunjukkan dalam Gambar 4.165.

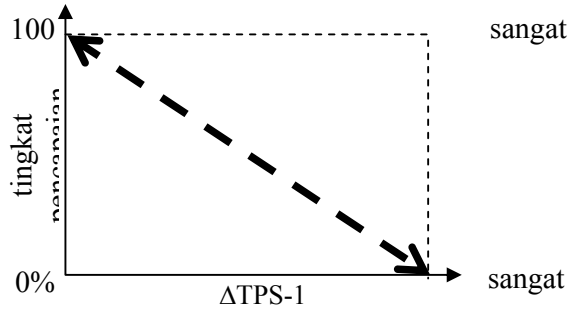
Dari uraian pembahasan tersebut dapat disimpulkan bahwa antara variabel Pemantapan Hubungan Institusi dan variabel Kelancaran Penyelenggaraan Sosialisasi memiliki karakter yang hampir sama dalam hal kemantapan peranan institusi yang terkait terhadap pencapaian sosialisasi standar mutu, sehingga kedua variabel ini membentuk variabel baru yang diberi nama variabel Kemantapan Dukungan Institusi.



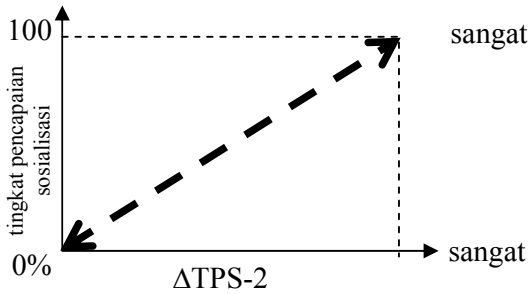
Gambar 4.165. Variabel-variabel pengaruh yang mengelompok membentuk variabel Kemantapan Dukungan Kerjasama Institusi

Indikator untuk mengukur pengaruh variabel Kemantapan Dukungan Kerjasama Institusi terhadap pencapaian sosialisasi standar mutu perkerasan jalan, adalah: (i) persentase (%) selisih antara jumlah peserta realisasi dan target pada tahun ini, dibandingkan terhadap selisih antara jumlah peserta realisasi dan target pada tahun sebelumnya; dan (ii) persentase (%) selisih antara jumlah organisasi profesi yang berpartisipasi aktif tahun ini dan tahun sebelumnya, dibandingkan terhadap jumlah

organisasi profesi yang berpartisipasi aktif tahun sebelumnya. Logika mengukur pengaruh variabel Kemantapan Dukungan Institusi terhadap pencapaian sosialisasi standar mutu dapat ditunjukkan dalam Gambar 4.166



$$\Delta TPS\text{-}1 = \frac{\text{selisih antara jumlah peserta realisasi dan target tahun ini (peserta)}}{\text{selisih antara jumlah peserta realisasi dan target tahun sebelumnya (peserta)}}$$



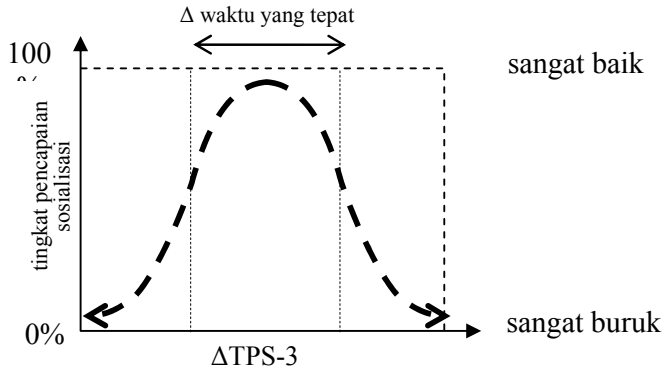
$$\Sigma TPS\text{-}2 = \frac{\text{jumlah organisasi profesi yang berpartisipasi aktif tahun ini terhadap tahun sebelumnya (organisasi)}}{\text{jumlah organisasi profesi yang berpartisipasi aktif tahun sebelumnya (organisasi)}}$$

Gambar 4.166. Logika mengukur kecenderungan pengaruh variabel Kemantapan Dukungan Institusi terhadap tingkat pencapaian sosialisasi dalam pemberlakuan standar mutu perkerasan jalan

<u>b. Variabel ketepatan jadwal sosialisasi.</u> Ketepatan waktu penyelenggaraan diseminasi standar produk kerja pernah diteliti oleh Goetsch & Davis (2002) terhadap 200 pekerja industri obat-obatan di Amerika Serikat, yang disimpulkan bahwa tingkat kesuksesan diseminasi standar mutu sangat ditentukan ketepatan waktu yang beriringan antara penyelenggaraan diseminasi dengan dimulainya implementasi, artinya antara waktu diseminasi dan implementasi tidak boleh *overlapping* atau berbeda terlalu jauh agar didapatkan pencapaian penyeragaman penggunaan standar produk kerja. Analogis dengan pemikiran Goetsch & Davis (2002), Rivai (2006) dan Bapekin (2003.b) menyatakan sering

terjadinya ketidaktepatan pencapaian sosialisasi standar mutu perkerasan jalan khususnya di Wilayah Kepulauan Timur, disebabkan antara lain: (i) pelaksanaan sosialisasi standar mutu berdekatan dengan pelaksanaan pembangunan jalan sehingga tidak ada kesempatan yang tepat untuk peningkatan kompetensi pelaksanaan dari pengendali mutu; (ii) materi sosialisasi tidak sesuai dengan obyek implementasi sehingga penyelenggarannya tidak efektif; (iii) tidak ada sosialisasi berkelanjutan untuk mengevaluasi kinerja implementasi standar mutu perkerasan jalan. Palgunadi (2006) menyatakan bahwa penyelenggaraan diseminasi NSPM sebaiknya tidak terlalu mendahului dan tidak terlalu mendekati terhadap waktu dimulainya implementasi standar mutu atau pedoman teknis tersebut, sehingga ada kesempatan bagi peserta atau *stakeholder* teknis untuk lebih memahami substansi NSPM sebelum diaplikasikan.

Dari uraian pembahasan tersebut dapat disimpulkan bahwa indikator untuk mengukur pengaruh variabel Ketepatan Jadwal Sosialisasi terhadap tingkat pencapaian sosialisasi standar mutu dalam pemberlakuan standar mutu perkerasan jalan, adalah persentase (%) selisih waktu antara penyelenggaraan sosialisasi dan dimulainya implementasi standar mutu terhadap durasi waktu terjadwal antara penyelenggaraan sosialisasi dan permulaan implementasi. Logika mengukur kecenderungan pengaruh variabel tersebut terhadap tingkat pencapaian sosialisasi dapat ditunjukkan dalam Gambar 4.167.



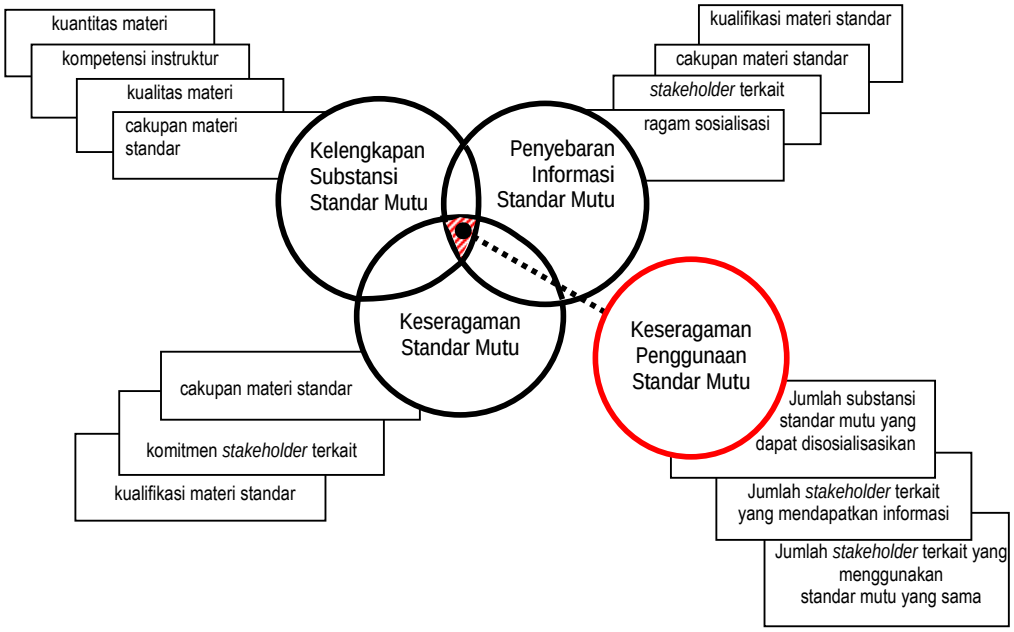
$$\Delta TPS\text{-}3 = \frac{\text{selisih waktu antara penyelenggaraan sosialisasi dan permulaan implementasi standar mutu (bulan)}}{\text{durasi waktu terjadwal antara penyelenggaraan sosialisasi dan permulaan impelementasi (bulan)}}$$

Gambar 4.167. Logika mengukur kecenderungan pengaruh variabel Ketepatan Jadwal Sosialisasi terhadap tingkat pencapaian sosialisasi dalam pemberlakuan standar mutu perkerasan jalan

c. Variabel keseragaman penggunaan standar merupakan variabel representasi dari beberapa variabel yang memiliki karakter yang hampir sama satu sama lain yang tidak teramati, yaitu: (i) Kelengkapan Substansi Standar; (ii) Penyebaran Informasi Standar; dan (iii) Keseragaman Penggunaan Standar Mutu.

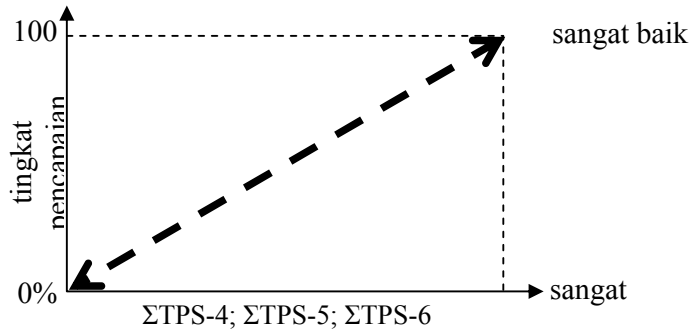
Kelengkapan substansi standar dalam kaitannya dengan tingkat pencapaian sosialisasi NSPM dapat diukur dari seberapa banyak peningkatan kuantitas dan kualitas materi serta cakupan materi yang diberikan kepada peserta dan *stakeholder* terkait. Kelengkapan substansi standar mutu akan dapat dicapai dengan baik jika didukung oleh kompetensi instruktur yang handal dan penyelenggaraan sosialisasi yang tidak banyak menemukan hambatan (Palgunadi, 2006). Kasi (1995) menyatakan ada tiga faktor penting untuk menilai keberhasilan pencapaian diseminasi pedoman atau norma-norma dalam suatu proses pekerjaan, yaitu: (i) performansi norma atau pedoman itu sendiri apakah mampu mengakomodasi kepentingan *stakeholder*; (ii) seberapa banyak orang atau *stakeholder* menerima informasi tentang norma; dan (iii) seberapa banyak orang atau *stakeholder* melaksanakan norma-norma sebagai standar kerja. Pendapat Kasi (1995) ini didukung oleh Goetsch & Davis (2002) dalam penelitiannya tentang manajemen mutu total dalam pengelolaan dan pelayanan industri obat-obatan di Amerika Serikat, yang menyimpulkan bahwa tolok ukur yang penting untuk menilai keberhasilan pelatihan (diseminasi) kepada seluruh cabang perusahaan adalah kesamaan dan keseragaman (*uniformity*) penerapan standar produk yang dimonitor dan dievaluasi secara berkala untuk mencermati kualitas standar tersebut. Dengan demikian *uniformity* menurut Goetsch & Davis (2002) sangat dipengaruhi beberapa faktor, antara lain: (i) komitmen *stakeholder* baik kebijakan manajemen maupun perorangan; (ii) kualifikasi materi pedoman atau norma mudah atau sulit dipahami dan diimplementasikan; dan (iii) frekuensi diseminasi (pelatihan) dalam kaitannya seberapa banyak cakupan materi yang diberikan kepada obyek diseminasi. Berkaitan dengan pendapat Kasi (1995) tersebut, Haryono (2005) telah meneliti model atau cara yang paling optimal untuk penyebaran informasi standar mutu

produk SNI yang dilakukan terhadap *stakeholder* dan pakar, yang menyimpulkan bahwa keberhasilan penyebaran informasi SNI sangat dipengaruhi banyak faktor, antara lain: (i) ragam cara sosialisasi disesuaikan sifat atau karakter *stakeholder*, berada di wilayah *urban* atau *rural*, wilayah kerja dapat diakses media elektronik (internet) atau tidak sehingga budaya tatap muka lebih efektif; (ii) cakupan materi standar dapat terjangkau pemahamannya oleh sumber daya yang ada di wilayah kerja. Berkaitan dengan pekerjaan peningkatan dan pemeliharaan perkerasan jalan, keseragaman penggunaan standar mutu dapat diukur dari peningkatan *performance* teknis permukaan jalan dan perubahan jumlah *stakeholder* yang memanfaatkan (menerapkan) standar mutu dari tahun ke tahun. Namun demikian, secara fakta menunjukkan peningkatan jumlah *stakeholder* tersebut belum tentu berdampak langsung terhadap peningkatan representasi mutu karena banyak faktor eksternal lain yang berpengaruh (Aly, 2006).



Gambar 4.168. Variabel-variabel pengaruh yang mengelompok membentuk variabel Keseragaman Penggunaan Standar Mutu

Dari uraian pembahasan tersebut dapat disimpulkan bahwa antara variabel Kelengkapan Substansi Standar, varaiabel Penyebaran Informasi Standar dan variabel Keseragaman Standar memiliki karakter yang hampir sama dalam hal keseragaman mengimplementasikan standar sehingga ketiga variabel ini membentuk variabel baru yang diberi nama variabel Keseragaman Penggunaan Standar Mutu. Indikator untuk mengukur pengaruh variabel Keseragaman Penggunaan Standar Mutu terhadap tingkat pencapaian sosialisasi standar mutu dalam pemberlakuan standar mutu perkerasan jalan, adalah: (i) persentase (%) jumlah bab (bagian) substansi standar mutu yang dapat disosialisasikan tahun ini terhadap tahun sebelumnya; (ii) persentase (%) jumlah *stakeholder* terkait yang mendapatkan informasi (dokumen) tahun ini terhadap tahun sebelumnya; dan (iii) persentase (%) *stakeholder* terkait yang menggunakan standar mutu yang sama sebagai acuan kualitas pada tahun ini terhadap tahun sebelumnya. Logika mengukur pengaruh variabel Keseragaman Penggunaan Standar Mutu terhadap tingkat pencapaian sosialisasi dapat ditunjukkan dalam Gambar 4.169.



$$\Sigma TPS\text{-}4 = \frac{\text{jumlah bab (bagian) substansi standar mutu yang dapat disosialisasikan pada tahun ini (bab)}}{\text{jumlah bab (bagian) substansi standar mutu yang dapat disosialisasikan pada tahun sebelumnya (bab)}}$$

$$\Sigma TPS\text{-}5 = \frac{\text{jumlah } \textit{stakeholder} \text{ terkait yang mendapatkan informasi (dokumen) pada tahun ini (}\textit{stakeholder}\text{)}}{\text{jumlah } \textit{stakeholder} \text{ terkait yang mendapatkan informasi (dokumen) pada tahun sebelumnya (}\textit{stakeholder}\text{)}}$$

$$\Sigma TPS\text{-}6 = \frac{\text{jumlah } \textit{stakeholder} \text{ terkait yang menggunakan standar mutu yang sama sebagai acuan kualitas pada tahun ini (}\textit{stakeholder}\text{)}}{\text{jumlah } \textit{stakeholder} \text{ teknis yang menggunakan standar mutu yang sama sebagai acuan kualitas pada tahun sebelumnya (}\textit{stakeholder}\text{)}}$$

Gambar 4.169. Logika mengukur kecenderungan pengaruh variabel Keseragaman Penggunaan Standar Mutu terhadap tingkat pencapaian sosialisasi dalam pemberlakuan standar mutu perkerasan jalan

12. Validasi pengelompokan variabel yang mempengaruhi tingkat kekuatan struktural (TKS) dalam pemberlakuan standar mutu perkerasan jalan

Analisis faktor terhadap variabel-variabel yang mempengaruhi aspek Tingkat Kekuatan Struktural (TKS) pada mulanya dilakukan atas 7 (tujuh) macam variabel, yaitu: (i) Daya Dukung Perkerasan; (ii) Stabilitas Perkerasan; (iii) Kerusakan Struktural Dini; (iv) Repetisi Beban Lalulintas; (v) Drainase Permukaan; (vi) *Overloading* Kendaraan Berat; dan (vii) Daya Guna Perkerasan. Hasil analisis korelasi awal menunjukkan variabel *Overloading* Kendaraan Berat dan Daya Guna Perkerasan memiliki nilai MSA di bawah 0,5; sehingga kedua variabel ini tidak diproses dalam analisis korelasi lanjutan dan rotasi faktor. Hasil analisis awal ini memperkuat hasil survai verifikasi kedua variabel tersebut, yang menyebutkan bahwa tidak lebih dari 55% responden tidak memilih dan tidak menyetujui kedua variabel tersebut sebagai variabel penting yang mempengaruhi tingkat kekutan struktural. Secara ringkas, model faktor yang dihasilkan pada aspek Tingkat Kekuatan Struktural dijelaskan dalam Tabel 4.25.

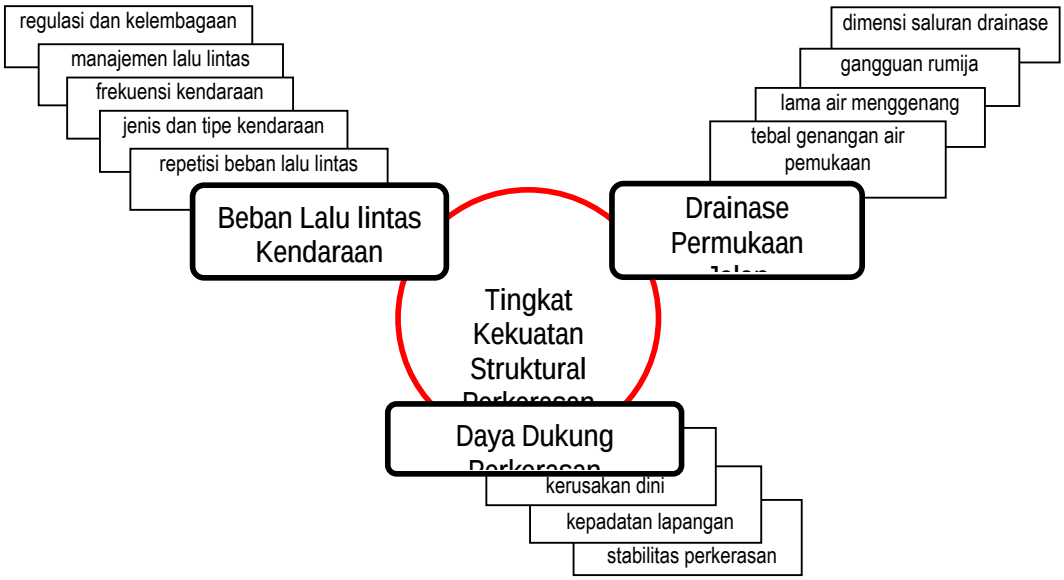
Tabel 4.26. Nilai korelasi variabel tingkat kekuatan struktural (TKS) terhadap 3 (tiga) faktor yang terbentuk setelah dirotasi dengan metode *varimax*

Variabel	Faktor			*Commonality*
	1	2	3	
Daya dukung perkerasan	**0,618**	0,392	0,017	**0,861**
Stabilitas perkerasan	**0,729**	0,468	-0,293	0,837
Repetisi beban lalulintas	0,432	**0,540**	0,239	0,846
Drainase permukaan	0,443	-0,297	**0,658**	0,802
Kerusakan struktural yang dini	**0,781**	-0,228	0,330	**0,771**
Nilai *eigen* faktor 1 = 4,153; faktor 2 = 2,013; faktor 3 = 1,639 Variansi total yang dapat dijelaskan dengan 4 faktor = **90,694%.**				

Hasil akhir rotasi menunjukkan ada 3 (tiga) faktor yang mampu menjelaskan 90,694% variansi total yang terdapat pada seluruh variabel. Ditinjau dari nilai kebersamaannya (*commonality*) yang berkisar antara 0,771 hingga 0,861 sehingga model faktor di atas masih dapat diterima dengan kualitas baik. Hampir seluruh variabel dapat ditentukan kecenderungannya pada sebuah faktor tertentu secara jelas, selanjutnya Faktor ke-1 hingga ke-3 berturut-turut diinterpretasikan sebagai Faktor Daya Dukung Perkerasan, Faktor Kondisi Beban Lalulintas dan Faktor Drainase Permukaan Jalan. Dengan demikian analisis faktor telah menyeleksi dan mengelompokkan variabel-variabel pengaruh terhadap tingkat kekuatan struktural dari semula 7 (tujuh) variabel menjadi 3 (tiga) variabel.

Hasil analisis faktor tersebut mendukung teori-teori tebal perkerasan jalan, yang menyimpulkan ada dua faktor pokok yang dipertimbangkan terhadap perencanaan kekuatan struktural jalan (Ditjen Bina Marga, 2006.a), yaitu: (i) beban lalulintas, jumlah repetisi beban ini dinyatakan sebagai jumlah beban sumbu berdasarkan kumulatif yang melewati jalan selama satu tahun; (ii) daya dukung (kekuatan) perkerasan jalan, yang dinyatakan dalam tingkat kepadatan lapangan. Jika ditinjau secara tipikal maka beban lalulintas merupakan faktor eksternal dan daya dukung perkerasan merupakan faktor internal. Repetisi beban lalulintas dipengaruhi oleh jenis dan tipe distribusi beban sumbu kendaraan; frekuensi dan jenis kendaraan yang melewati jalan; beban luar yang diangkut kendaraan; dan regulasi pengaturan perjalanan kendaraan. Daya dukung perkerasan dipengaruhi oleh banyak faktor baik internal maupun eksternal. Faktor internal (Sjahdanulirwan

& Nono, 2005.a) yang mempengaruhi daya dukung perkerasan adalah: (i) kerusakan struktural dini yang disebabkan ketidaktepatan pencapaian mutu pelaksanaan dan pengendalian mutu pada saat konstruksi perkerasan; dan (ii) penurunan stabilitas perkerasan karena umur pelayanan sudah terlampaui. Faktor eksternal yang mempengaruhi penurunan daya dukung perkerasan jalan (Aly, 2006; Ditjen Bina Marga, 2006.a) adalah: (i) repetisi beban lalulintas yang tidak terkendali, pertumbuhan jumlah kendaraan (16% per tahun) tidak sebanding terhadap pertumbuhan panjang jalan (3,8% per tahun); (ii) tidak berfungsinya fasilitas saluran drainase permukaan jalan sehingga tidak mampu mangalirkan air permukaan jalan dengan cepat akibatnya timbul genangan air yang cukup tebal (dapat mencapai lebih 5 cm jika banjir) yang berlangsung cukup lama (dapat mencapai lebih dari satu jam jika banjir). Genangan air di atas permukaan jalan ini mempercepat laju kerusakan struktural jalan. Hubungan ketiga variabel tersebut terhadap tingkat kekuatan struktural perkerasan jalan dapat ditunjukkan dalam Gambar 4.170.



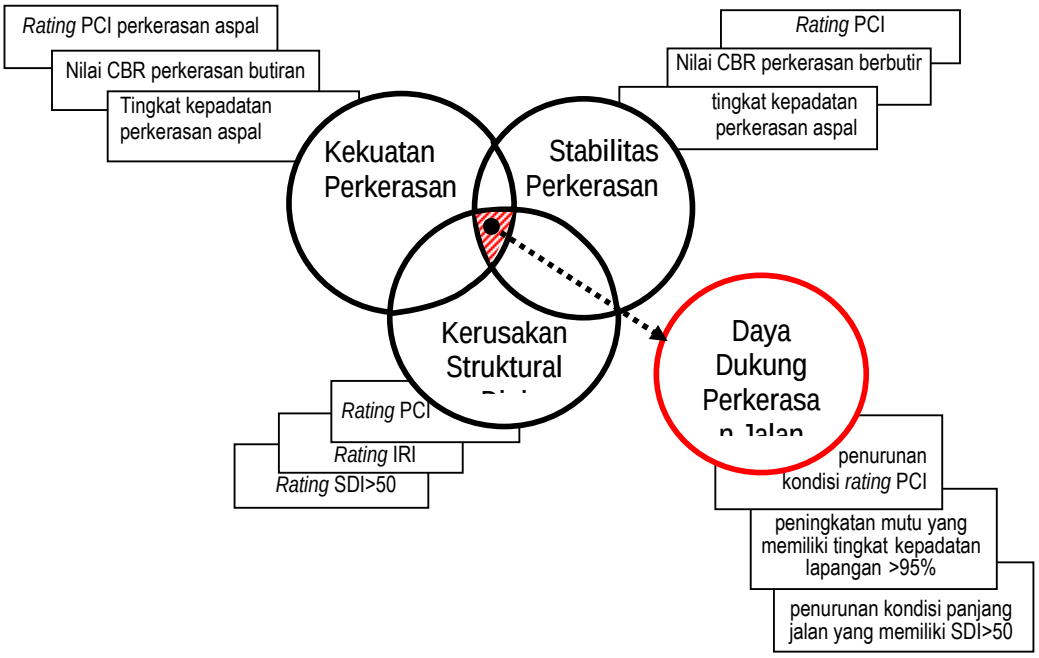
Gambar 4.170. Variabel-variabel dominan yang mempengaruhi Tingkat Kekuatan Struktural Perkerasan Jalan

<u>a. Variabel daya dukung perkerasan</u> merupakan representasi dari beberapa variabel yang memiliki karakter yang hampir sama satu sama lain yang tidak teramati, yaitu: (i) Daya Dukung Perkerasan; (ii) Stabilitas Perkerasan; dan (iii) Kerusakan Struktural dini. Daya dukung perkerasan (AASHTO, 1998.b)

merupakan tingkat kepadatan perkerasan. Nilai kepadatan ada dua macam, yaitu: (i) kepadatan laboratorium, merupakan perbandingan antara berat berat benda uji dengan volume benda uji yang dilakukan di laboratorium, artinya benda uji dibuat di laboratorium berdasarkan *mix design* campuran bahan susun perkerasan; (ii) kepadatan lapangan, merupakan perbandingan antara berat benda uji dengan volume benda uji yang dilakukan di lapangan, artinya benda uji diambil berdasarkan hasil implementasi di lapangan, dengan bentuk dan dimensi yang sama dengan laboratorium. Perbandingan antara kepadatan lapangan dengan kepadatan laboratorium dinamakan tingkat kepadatan. Dalam SNI 03-6756-2002 disebutkan bahwa daya dukung perkerasan jalan dikatakan layak secara teknis jika tingkat kepdatannya minimal 95%, artinya nilai kepadatan lapangan yang terjadi minimal 95% dari nilai kepadatan laboratorium. Pada SNI 03-1744-1989 disebutkan bahwa daya dukung perkerasan berbutir dikatakan memenuhi syarat teknis jika nilai CBR lapangan yang terjadi minimal 90% dari nilai CBR laboratorium. Sjahdanulirwan & Nono (2005.b) menyatakan dalam penelitiannya bahwa indikator untuk mengukur daya dukung perkerasan adalah nilai PCI (*pavement condition index*), makin besar nilai PCI maka perkerasan jalan diindikasikan makin baik daya dukungnya.

Stabilitas perkerasan secara mikro menggambarkan nilai kekuatan perkerasan yang diindikasikan dengan nilai stabilitas Marshall dengan cara mengambil sampel beton aspal ketika akan dihampar sesuai SNI 06-2489-1991. Pengertian stabilitas perkerasan secara makro (Yoder & Witchzak, 1975) adalah kakuatan perkerasan yang mengindikasikan tingkat kemantapan struktural jalan, dapat berupa: (i) nilai kepadatan lapangan untuk perkerasan aspal, perkerasan berbutir dan *subgrade*; (ii) nilai CBR lapangan untuk perkerasan berbutir dan *subgrade*; dan (iii) nilai *rating* PCI untuk perkerasan aspal. Kerusakan struktural dini (Ditjen Bina Marga, 2006.a) merupakan kerusakan struktural yang terjadi pada awal umur pelayanan jalan, umumnya kerusakan dini terjadi pada tahun pertama operasional jalan. Penelitian Mulyono (2007.a) terhadap 240 pakar bidang perkerasan jalan, telah menyimpulkan bahwa penyebab kerusakan struktural dini perkerasan jalan, adalah: (i) prosedur pelaksanaan di lapangan kurang memenuhi standar mutu; (ii) kesalahan memilih material perkerasan; dan (iii) saluran drainase permukaan yang ada tidak berfungsi dengan baik. Ketiga faktor ini merupakan

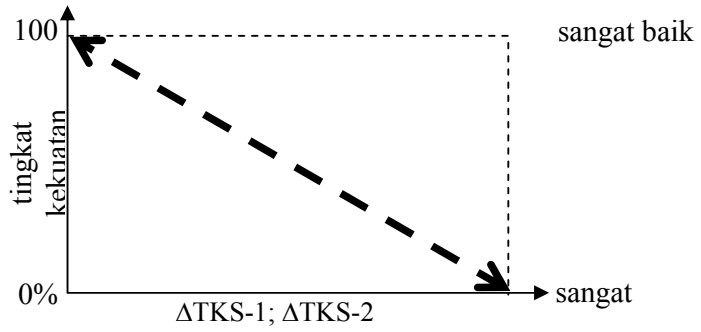
faktor-faktor dominan yang mempercepat laju kerusakan struktural dini, yang diindikasikan dengan: (i) nilai *rating* PCI makin rendah (lebih kecil dari 40%), artinya performansi struktural perkerasan memerlukan perbaikan yang serius dan intensif; (ii) nilai IRI makin naik (lebih besar dari 7,0 m/km), artinya performansi struktural perkerasan memberikan performansi yang makin buruk; (iii) nilai SDI>50 makin panjang (lebih besar dari 50 km), artinya jumlah dan jenis kerusakan struktural makin banyak terjadi pada tinjauan panjang ruas jalan tertentu. Ditjen Bina Marga (2006.a) lebih menekankan pada nilai SDI>50 untuk mengindikasikan tingkat kerusakan struktural dini daripada nilai IRI maupun PCI karena nilai SDI>50 menunjukkan indikator panjang ruas jalan rusak yang harus diperbaiki secara intensif. Hubungan antara ketiga variabel Daya Dukung, Stabilitas dan Kerusakan Struktural dapat ditunjukkan dalam Gambar 4.171.



Gambar 4.171. Variabel-variabel pengaruh yang mengelompok membentuk variabel Daya Dukung Perkerasan Jalan

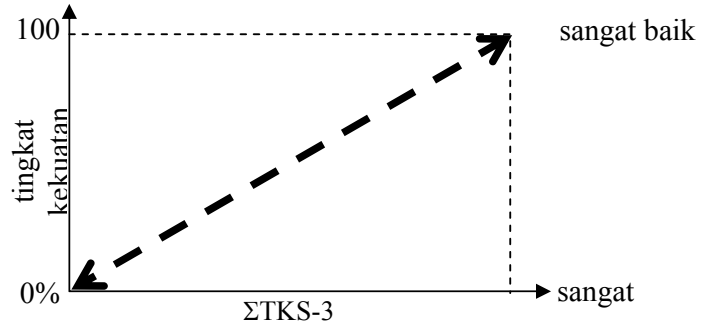
Dari uraian pembahasan tersebut dapat disimpulkan bahwa antara variabel Daya Dukung, Stabilitas dan Kerusakan Struktural memiliki karakteristik yang

hampir sama dalam hal daya dukung perkerasan, sehingga ketiga variabel tersebut membentuk variabel baru yang diberi nama variabel Daya Dukung Perkerasan. Indikator untuk mengukur kecenderungan pengaruh variabel Daya Dukung Perkerasan terhadap tingkat kekuatan struktural dalam pemberlakuan standar mutu perkerasan jalan, adalah: (i) persentase (%) perbedaan *rating* PCI antara kondisi sebelum dan satu tahun pertama sesudah peningkatan atau pemeliharaan berkala; (ii) persentase (%) jumlah data yang memiliki tingkat kepadatan lapangan >95%, terhadap jumlah data kepadatan lapangan yang disyaratkan dalam spesifikasi teknis; dan (iii) persentase (%) perbedaan panjang jalan yang memiliki SDI>50 antara kondisi sebelum dan satu tahun pertama sesudah peningkatan atau pemeliharaan berkala. Logika mengukur kecenderungan pengaruh variabel Daya Dukung Perkerasan terhadap tingkat kekuatan struktural, dapat ditunjukkan dalam Gambar 4.172.



$$\Delta\text{TKS-1} = \frac{\text{selisih jumlah } \textit{rating} \text{ PCI antara kondisi sebelum dan satu tahun pertama sesuah peningkatan atau pemeliharan berkala (\%)}}{\text{jumlah } \textit{rating} \text{ PCI pada kondisi sebelum peningkatan atau pemeliharan berkala (\%)}}$$

$$\Delta\text{TKS-2} = \frac{\text{selisih jumlah panjang jalan yang memiliki SDI>50 pada kondisi sebelum dan satu tahun pertama sesuah peningkatan atau pemeliharan berkala (km)}}{\text{jumlah panjang jalan yang memiliki SDI>50 pada kondisi sebelum peningkatan atau pemeliharan berkala (km)}}$$



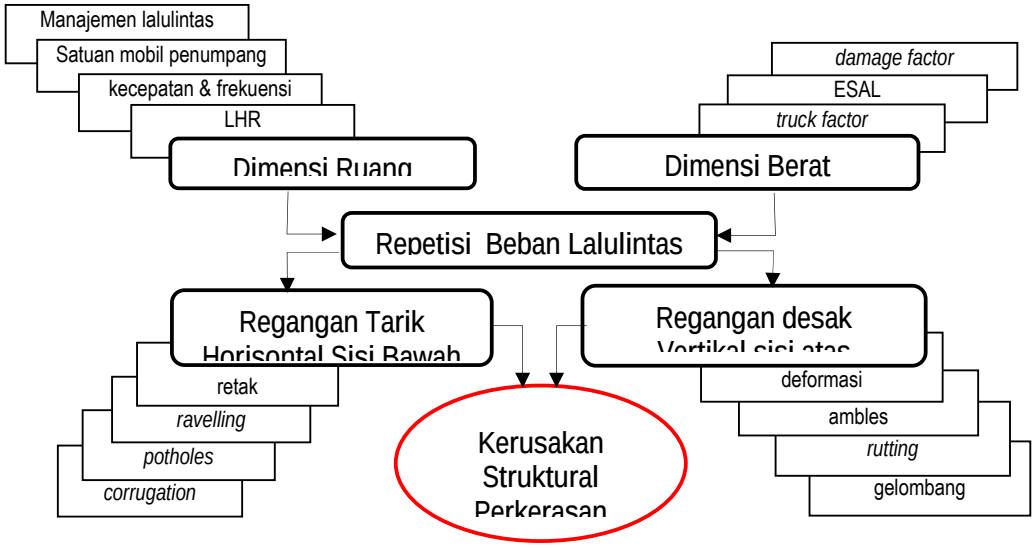
$$\Sigma\text{TKS-3} = \frac{\text{jumlah data yang memiliki tingkat kepadatan lapangan >95\% (data)}}{\text{jumlah data kepadatan lapangan yang disyaratkan dalam spesifikasi teknis (data)}}$$

Gambar 4.172. Logika mengukur kecenderungan pengaruh variabel Daya Dukung Perkerasan terhadap tingkat kekuatan struktural dalam pemberlakuan standar mutu perkerasan jalan

b. Variabel kondisi beban lalu lintas. Beberapa hasil penelitian menyimpulkan bahwa kerusakan struktural jalan dalam kategori gagal bangunan tidak semuanya disebabkan beban *overload*. Banyak faktor lain yang turut memberikan kontribusi kerusakan seperti faktor perencanaan, pelaksanaan, pengawasan dan lingkungan. Beberapa sumber menyebutkan penelitian kerusakan jalan di kawasan Lintas Timur Sumatera (Mustazir, 1999) hampir 60% kerusakan struktural disebabkan oleh beban kendaraan berlebih (*overloading*). Sementara Mulyono (2007.a) melakukan penelitian terhadap 240 pakar perkerasan jalan yang menyebutkan bahwa hampir 10% responden yang menyatakan pengaruh beban kendaraan *overload* terhadap kerusakan struktural perkerasan jalan, artinya beban kendaraan *overload* bukan merupakan faktor dominan yang merusak struktur perkerasan jalan. Hasil penelitian Mulyono (2007.a) ini memperkuat pendapat Sjahdanulirwan (2006.a) dan Ma'soem (2006) yang menyatakan beban kendaraan *overload* sering dijadikan biang keladi penyebab kerusakan struktural, sebenarnya yang perlu dicermati adalah banyaknya ruas jalan nasional yang ditingkatkan perkerasannya tanpa memperhatikan ketepatan mutu pelaksanaan di lapangan. Mulyono (2002) dalam penelitiannya tentang analisis biaya perbaikan kerusakan struktural jalan akibat kendaraan berat bermuatan lebih, menyimpulkan beberapa kinerja beban lalulintas berpengaruh terhadap kerusakan struktural jalan, adalah: (i) peningkatan besar dan repetisi beban lalulintas yang melebihi daya dukung perkerasan akan berdampak terjadinya distorsi seperti jalan ambles, alur bekas roda kendaraan dan permukaan bergelombang, serta disintegrasi seperti pelepasan butiran agregat dan lubang-lubang permukaan; (ii) lama pembebanan lalulintas, makin kecil kecepatan kendaraan maka makin lama waktu pembebanan terhadap perkerasan jalan. Pada beban lalulintas yang melebihi daya dukung perkerasan, makin kecil kecepatan berjalan maka makin cepat merusak struktur perkerasan.

Berkaitan dengan kajian tentang tingkat kekuatan struktural, repetisi beban lalulintas diidentifikasi sebagai jumlah beban sumbu kendaraan yang lewat dalam

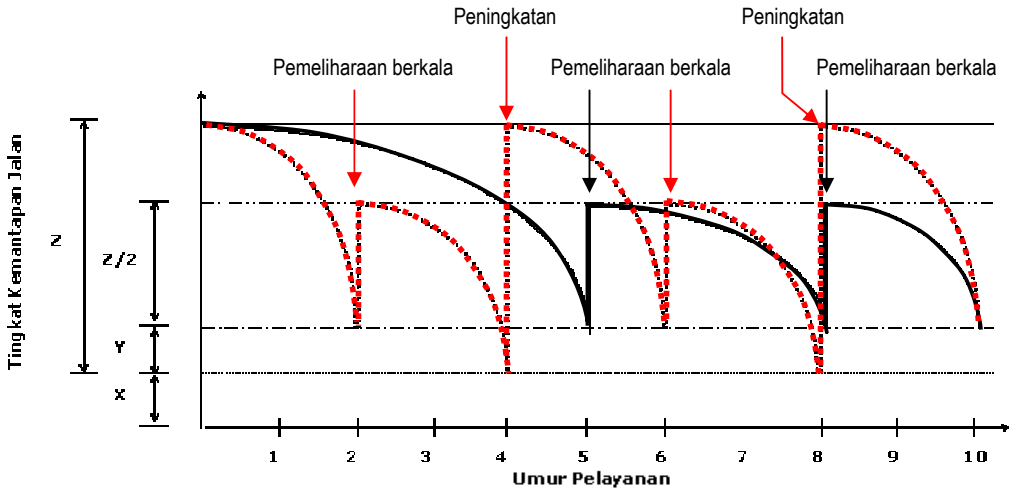
satu tahun pada ruas jalan tertentu. Beban lalulintas merupakan variabel eksternal yang mempengaruhi kekuatan struktural perkerasan, artinya variabel di luar mutu pelaksanaan perkerasan (Aly, 2006). Ditjen Bina Marga (1992) sendiri membuat indikator untuk menilai repetisi beban lalulintas yang melewati suatu ruas jalan tertentu berdasarkan besarnya nilai selisih lintas ekivalen akhir (LEA) dengan lintas ekivalen permulaan (LEP). LEP disini dimaksudkan jumlah lintas ekivalen harian rata-rata dari sumbu tunggal seberat 8,16 ton yang terjadi pada awal umur rencana atau pada kondisi jalan belum ditingkatkan daya dukung perkerasannya. Keterkaitan repetisi beban lalulintas terhadap kerusakan struktural perkerasan jalan dapat ditunjukkan dalam Gambar 4.173.



Gambar 4.173. Proses pengaruh repetisi beban lalu lintas terhadap kerusakan struktural perkerasan jalan

Dari uraian pembahasan tersebut dapat disimpulkan bahwa indikator untuk mengukur pengaruh variabel beban lalulintas kendaraan terhadap tingkat kekuatan struktural perkerasan jalan dalam pemberlakuan standar mutu perkerasan jalan, adalah: (i) persentase (%) perbedaan nilai TF (*truck factor*) antara kondisi sebelum dan satu tahun pertama sesudah peningkatan atau pemeliharaan berkala; (ii) persentase (%) perbedaan jumlah kumulatif ESAL (*equivalent single axle load*) antara kondisi sebelum dan satu tahun pertama sesudah peningkatan atau pemeliharaan berkala; (iii) jumlah LHR (lalulintas harian rata-rata) antara kondisi

sebelum dan satu tahun pertama sesudah peningkatan atau pemeliharaan berkala. Indikator LHR hanya mendeskripsikan jumlah kuantitatif kendaraan, belum menggambarkan berapa besar *damage factor* terhadap kinerja perkerasan jalan sehingga indikator LHR belum tepat untuk mengukur tingkat kekuatan struktural. Indikator ESAL memang menggambarkan *damage factor* terhadap kinerja perkerasan tetapi belum memfokuskan jenis beban kendaraan yang dominan pengaruhnya terhadap kerusakan struktural perkerasan jalan, sehingga indikator ESAL belum tepat untuk mengukur penurunan tingkat kekuatan struktural. Indikator TF merupakan perbandingan ESAL dengan jumlah truk yang lebih memfokuskan keterkaitan beban kendaraan bermuatan lebih jenis truk terhadap kerusakan struktural perkerasan jalan. Pengaruh nilai TF terhadap kerusakan struktural perkerasan akan diperparah oleh penurunan daya dukung perkerasan selama umur pelayanan. Sebagai gambaran bahwa alokasi anggaran penanganan jalan umumnya dilakukan untuk menangani suatu ruas jalan sedemikian rupa sehingga umur rencana ruas jalan tersebut mampu melayani beban lalu lintas selama 10 tahun. Namun demikian, kondisi *overloading* dan daya dukung perkerasan yang buruk mengakibatkan umur rencana jalan tersebut tidak tercapai atau umur pelayanannya lebih kecil dari umur yang direncanakan semula. Hal ini dapat mengakibatkan kerugian apabila ditinjau dari sisi investasi jalan, karena pemeliharaan berkala dilakukan lebih awal dari target tahun seharusnya, sehingga berdampak menambah pekerjaan pemeliharaan berkala sampai tiga kali selama umur rencana. Skema penurunan kemantapan jalan dapat ditunjukkan dalam Gambar 4.174.



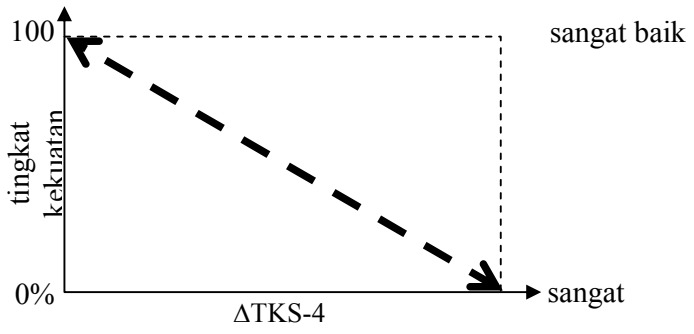
———	Kondisi Normal	PR	PR	PR	PR	PR	PB	PR	PR	PB	PR
.....	Kondisi Overload	PR	PR	PB	PR	TK	PR	PB	PR	TK	PR

Keterangan:

X : batas kemantapan jalan terendah dan diperlukan pekerjaan peningkatan
Y : batas kemantapan jalan terendah dan diperlukan pekerjaan pemeliharaan berkala
Z : besaran pertambahan kemantapan jalan karena pekerjaan peningkatan
Z/2 : besaran penambahan kemantapan jalan karena pekerjaan pemeliharaan berkala
PR : pekerjaan pemeliharaan rutin
PB : pemeliharaan berkala
TK : pekerjaan peningkatan

Gambar 4.174. Skema Penurunan Kemantapan Jalan

Demikian juga peningkatan jalan dilaksanakan dua kali, yaitu: (i) sebelum setengah umur rencana tercapai; dan (ii) menjelang umur rencana tercapai. Pada kondisi normal seharusnya pemeliharaan rutin dilakukan setiap tahun sedangkan pemeliharaan berkala dilakukan pada tahun ke-6 dan tahun ke-9. Pada saat dilakukan pemeliharaan berkala secara otomatis pemeliharaan rutin tidak dilakukan. Pemeliharaan berkala mempunyai efek meningkatkan kemantapan jalan sebesar setengah dari pekerjaan peningkatan jalan, sedangkan pemeliharaan rutin tidak menimbulkan efek peningkatan kemantapan jalan. Oleh karenanya indikator TF lebih sesuai digunakan untuk mengukur pengaruh repetisi beban lalulintas terhadap tingkat kekuatan struktural perkerasan jalan dan sekaligus dapat memprediksi solusi program perbaikannya terutama pada kinerja perkerasan yang buruk. Logika mengukur kecenderungan pengaruh variabel Kondisi Beban Lalulintas terhadap tingkat kekuatan struktural perkerasan jalan dapat ditunjukkan dalam Gambar 4.175.



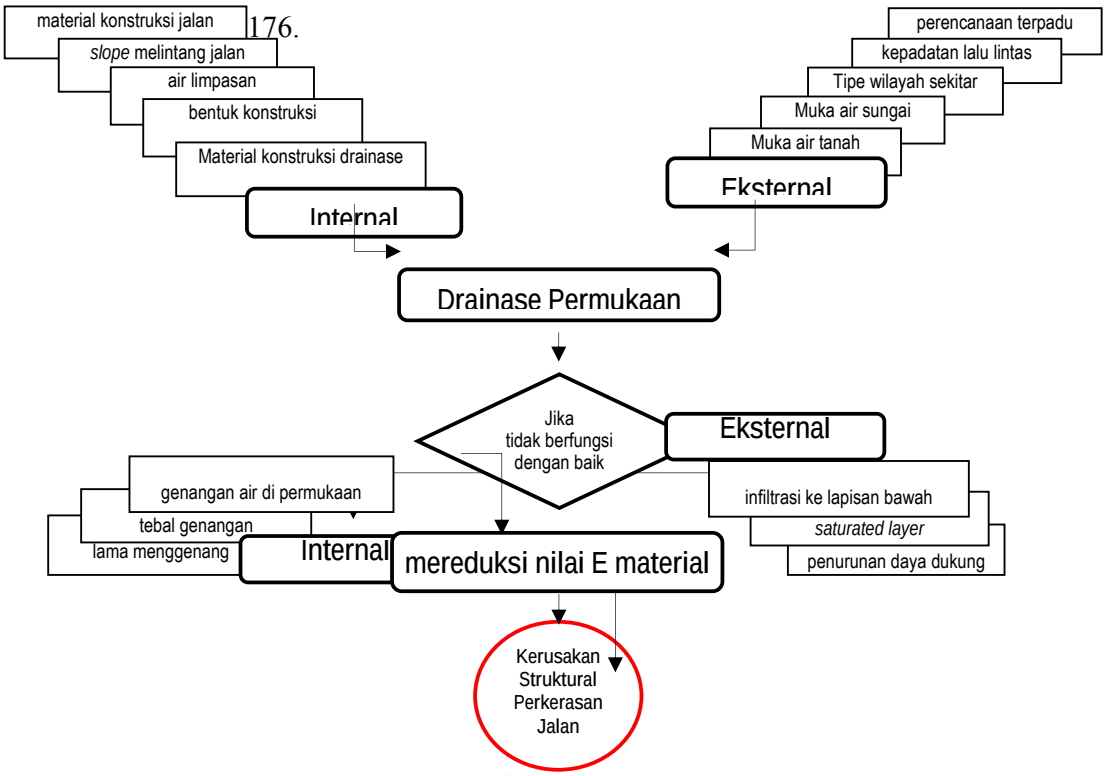
$$\Delta TKS\text{-}4 = \frac{\text{selisih nilai TF antara kondisi sebelum dan satu tahun pertama sesudah peningkatan atau pemeliharaaan (\%)}}{\text{nilai TF pada kondisi sebelum peningkatan atau pemeliharaan berkala (\%)}}$$

Gambar 4.175. Logika mengukur kecenderungan pengaruh variabel Kondisi Beban Lalulintas terhadap tingkat kekuatan struktural dalam pemberlakuan standar mutu perkerasan jalan

c. Variabel drainase permukaan jalan merupakan variabel penting yang mempengaruhi tingkat kekuatan struktural perkerasan jalan. Seperti halnya pengaruh repetisi beban lalulintas, pengaruh air yang menggenang di atas permukaan jalan merupakan faktor eksternal yang sangat berpengaruh terhadap kinerja mutu perkerasan jalan. Hal ini diperkuat dengan hasil penelitian Mulyono (2007.a) yang melakukan verifikasi terhadap 240 pakar perkerasan jalan yang tersebar di 28 propinsi, yang menyebutkan hampir 100% responden (pakar) menyimpulkan bahwa variabel Drainase Permukaan Jalan merupakan variabel penting yang menyebabkan kerusakan struktural jalan. Hasil penelitian Mulyono (2007.a) ini memperkuat penelitian Aly (2006) yang menyatakan air adalah kawan sekaligus musuh bagi konstruksi jalan, dalam arti kawan karena sangat diperlukan ketika kegiatan konstruksi jalan berlangsung dan dalam arti musuh karena air merupakan perusak utama konstruksi jalan. Hasil penelitian yang dilakukan Watmove (2007) dalam kajian penelitian tentang *Drainage Systems in European Road Construction* disebutkan kata kuncinya, yaitu: *poor drainage reduce pavement performance*, artinya sistem drainase yang buruk akan mereduksi kinerja (performansi) perkerasan jalan.

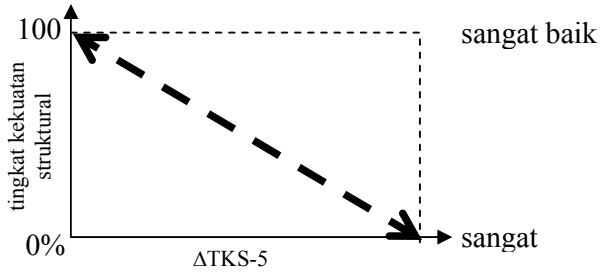
Aly (2006) menyimpulkan dalam penelitiannya tentang pengaruh air hujan terhadap laju kerusakan struktural jalan, disebutkan tidak berfungsinya sistem drainase permukaan, antara lain: (i) saluran drainase permukaan (terbuka maupun tertutup) tidak mampu menerima air limpasan dari permukaan jalan sehingga terjadi genangan air hujan di atas permukaan jalan; (ii) sistem saluran drainase permukaan tidak terpadu dengan sistem permukaan sungai, sehingga aliran air dari saluran drainse tidak lancar yang berdampak air menggenang makin lama di atas permukaan jalan. Berkaitan dengan genangan air limpasan di permukaan jalan, Santhaligam (1999) meneliti tentang *Highway Drainage System* yang menyimpulkan ada dua parameter penting untuk mengukur kegagalan fungsi drainase permukaan jalan, yaitu: (i) tebal genangan air hujan di permukaan jalan;

dan (ii) lama genangan air limpasan di permukaan jalan. Kedua parameter ini sama-sama penting, tetapi jika dikaitkan dengan pengaruh air terhadap penurunan nilai modulus elastisitas (E) material perkerasan jalan maka parameter waktu (lama air menggenang) lebih berpengaruh daripada tebal genangan. Artinya genangan air limpasan yang tebal dan cepat dialirkan, lebih penting daripada genangan air hujan yang tipis tetapi lama dialirkan. Genangan air yang lama dialirkan akan memberikan kesempatan air untuk menerobos pori-pori pada permukaan jalan yang semi mantap dan atau menerobos rongga-rongga kecil pada permukaan yang sudah mengalami *cracking.* Terobosan air akan memperlebar dan memperdalam lubang-lubang tersebut, air akan merembes sampai lapisan perkerasan berbutir sehingga mengubah kondisi yang kering (*unsoaked)* menjadi kondisi jenuh air (*soaked*). Kondisi yang demikian akan berdampak pada penurunan kohesivitas campuran bahan perkerasan dan pereduksian nilai modulus elastisitas (E) material konstruksi, yang pada akhirnya bermuara pada penurunan daya dukung perkerasan berbutir di bawahnya. Seiring dengan jumlah repetisi beban kendaraan yang makin besar, maka konstruksi perkerasan berbutir makin tidak mampu menerima beban transfer dari konstruksi permukaan, sehingga terjadi deformasi dan distorsi yang selanjutnya diikuti terjadinya *depression, rutting* dan *potholes.* Pengaruh disfungsi sistem drainase permukaan jalan terhadap kerusakan struktural jalan, dapat diilustrasika 176.



Gambar 4.176. Disfungsi drainase permukaan jalan terhadap kerusakan struktural jalan

Dari uraian pembahasan tersebut dapat disimpulkan bahwa indikator untuk mengukur pengaruh Drainase Permukaan Jalan terhadap tingkat kerusakan struktural jalan dalam pemberlakuan standar mutu perkerasan jalan, adalah: persentase (%) perbedaan waktu (lama) air limpasan menggenang di atas permukaan jalan antara kondisi sebelum dan satu tahun pertama sesudah peningkatan atau pemeliharaan berkala. Logika untuk mengukur kecenderungan pengaruh variabel Drainase Permukaan Jalan terhadap tingkat kekuatan struktural jalan dapat ditunjukkan dalam Gambar 4.177.



$$\Delta TKS\text{-}5 = \frac{\text{selisih waktu (lama) air limpasan menggenang di atas permukaan jalan pada kondisi sebelum dan satu pertama sesudah peningkatan atau pemeliharaan berkala (jam)}}{\text{waktu (lama) air limpasan menggenang di atas permukaan jalan pada kondisi sebelum peningkatan atau pemeliharaan berkala (jam)}}$$

Gambar 4.177. Logika mengukur kecenderungan pengaruh variabel Drainase Permukaan Jalan terhadap tingkat kerusakan struktural jalan dalam pemberlakuan standar mutu perkerasan jalan

13. Validasi pengelompokan variabel yang mempengaruhi tingkat kekuatan fungsional (TKF) dalam pemberlakuan standar mutu perkerasan jalan

Analisis faktor terhadap variabel-variabel yang mempengaruhi aspek Tingkat Kekuatan Fungsional (TKF) pada mulanya dilakukan atas 6 (enam) macam variabel, yaitu: (i) Kondisi Permukaan Hasil Pemeliharaan Rutin; (ii) Kondisi Permukaan Hasil Pemeliharaan Berkala; (iii) Faktor Regional; (iv) Kondisi Permukaan Hasil Pembangunan Jalan Baru; (v) Kondisi Permukaan Hasil

Peningkatan Jalan; dan (vi) Perubahan Fungsi Jalan. Hasil analisis korelasi awal menunjukkan pemeriksaan variabel Perubahan Fungsi Jalan memiliki nilai MSA di bawah 0,5; sehingga variabel ini tidak diikutkan dalam estimasi model faktor. Secara ringkas, model faktor yang dihasilkan pada aspek tingkat kekuatan fungsional dijelaskan dalam Tabel 4.26.

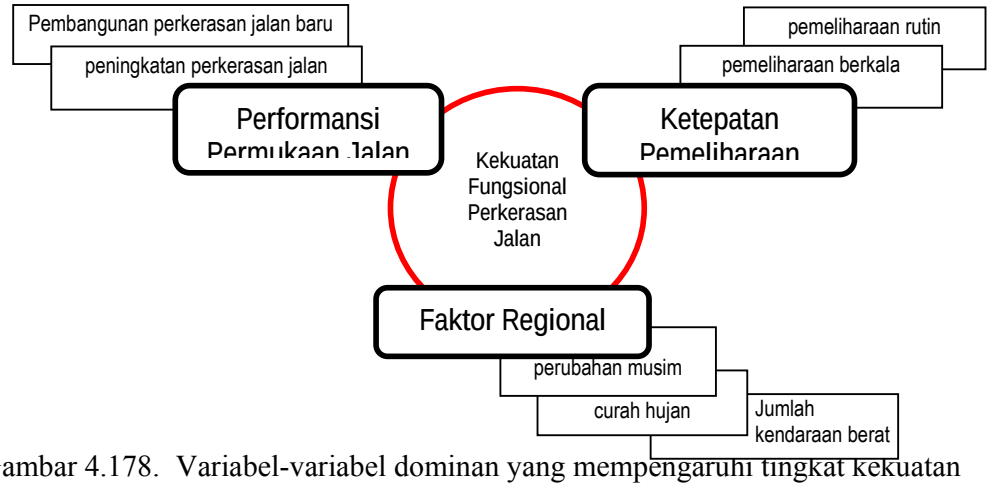
Tabel 4.27. Nilai korelasi variabel tingkat kekuatan fungsional (TKF) terhadap 3 (tiga) faktor yang terbentuk setelah dirotasi dengan metode *varimax*

Variabel	Faktor			*Commonality*
	1	2	3	
Kondisi permukaan hasil pembangunan jalan baru	0,307	-0,252	**0,667**	0,932
Kondisi permukaan hasil peningkatan jalan	0,487	-0,140	**0,550**	**0,829**
Kondisi permukaan hasil pemeliharaan rutin	**0,646**	-0,206	-0,326	0,864
Kondisi permukaan hasil pemeliharaan berkala	**0,853**	0,147	-0,442	0,866
Faktor Regional	0,424	**0,886**	0,137	**0,984**
Nilai *eigen* faktor 1 = 3,061; faktor 2 = 1,932; faktor 3 = 1,483 Variansi total yang dapat dijelaskan dengan 4 faktor = **89,512%.**				

Sebagaimana disajikan pada Tabel 4.26, hasilk rotasi dengan 3 (tiga) faktor mampu menjelaskan 89,512% variansi total yang terdapat pada seluruh variabel. Ditinjau dari nilai kebersamaannya (*commonality*) yang berkisar antara 0,829 hingga 0,984; model faktor di atas masih dapat diterima dengan kualitas baik. Dengan membaca pola pengelompokan variabel-variabel terhadap faktor di atas, kiranya masih dapat diterima apabila Faktor ke-1 hingga ke-3 berturut-turut diinterpretasikan sebagai Faktor Ketepatan Pemeliharaan Jalan, Faktor Regional dan Faktor Performasi Permukaan Jalan. Dengan demikian analisis faktor telah menyeleksi dan mengelompokkan variabel-variabel pengaruh terhadap tingkat kekuatan fungsional perkerasan jalan dari semula 6 (enam) variabel menjadi 3 (tiga) variabel. Keterkaitan ketiga variabel baru tersebut ditunjukkan dalam Gambar 4.178.

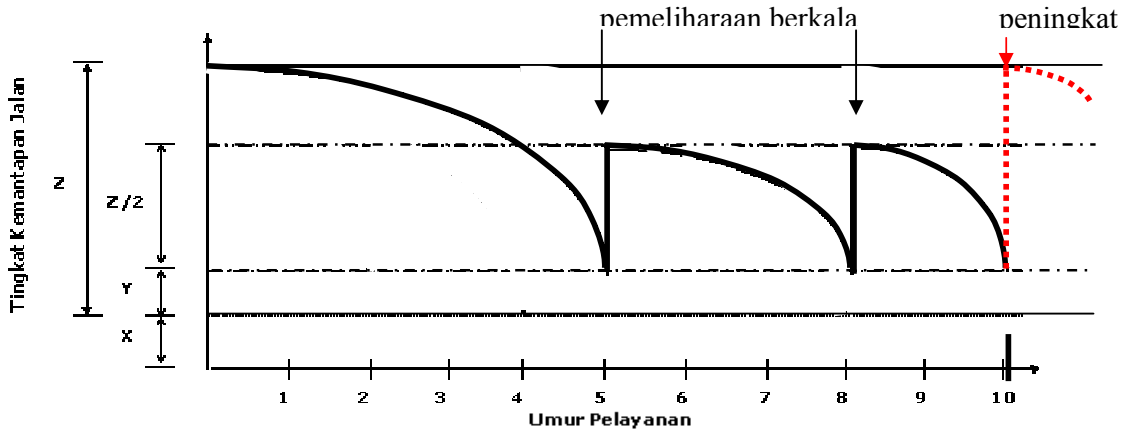
Hasil analisis faktor ini mendukung hasil penelitian Gedafa (2006) dan Scott *et al*. (2004) yang menyebutkan 2 (dua) faktor penting yang harus dipertimbangkan untuk mempertahankan kondisi kemantapan perkerasan jalan, yaitu: (i) ketepatan pemeliharaan jalan terhadap program penjadwalannya sesuai prediksi performansi jalan ketika indeks pelayanan sudah mulai menunjukkan laju penurunan; dan (ii)

kondisi cuaca (faktor regional), perubahan musim dan suhu udara serta curah hujan yang sering *overlapping* dengan waktu pemeliharaan jalan. Selain kedua faktor tersebut, kekuatan fungsional perkerasan jalan dipengaruhi performansi permukaan jalan hasil pembangunan perkerasan jalan baru dan peningkatan perkerasan jalan lama, artinya makin mantap kondisi permukaannya maka tingkat kekuatan fungsionalnya makin baik (Ditjen Bina Marga, 2006.a). Kondisi permukaan hasil pembangunan maupun peningkatan jalan yang makin mantap akan mengurangi defisiensi pemeliharaan rutin dan berkala, artinya pemeliharaan berkala tidak akan dilakukan di awal umur pelayanannya tetapi tepat pada saat terjadinya kecenderungan penurunan indek permukaan mendekati nilai 2,0 (tingkat pelayanan rendah bagi jalan yang masih mantap).



Gambar 4.178. Variabel-variabel dominan yang mempengaruhi tingkat kekuatan fungsional perkerasan jalan

<u>a. Variabel ketepatan pemeliharaan jalan</u> merupakan representasi dari variabel Kondisi Permukaan Hasil Pemeliharaan Rutin dan variabel Kondisi Permukaan Hasil Pemeliharaan Berkala, yang kedua variabel ini memiliki karakter yang hampir sama satu sama lain dalam hal mempertahankan kemantapan jalan agar tetap berfungsi tanpa melakukan perbaikan struktural yang intensif. Kunci sukses untuk tetap mempertahankan kondisi mantap adalah ketepatan jadwal pemeliharaan rutin dan berkala sesuai program pengelolaan jalan, yang dapat ditunjukkan dalam Gambar 4.179.



Program	PR	PR	PR	PR	PR	PB	PR	PR	PB	PR

Keterangan:

X : batas kemantapan jalan terendah dan diperlukan pekerjaan peningkatan
Y : batas kemantapan jalan terendah dan diperlukan pekerjaan pemeliharaan berkala
Z : besaran pertambahan kemantapan jalan karena pekerjaan peningkatan
Z/2 : besaran penambahan kemantapan jalan karena pekerjaan pemeliharaan berkala
PR : pekerjaan pemeliharaan rutin
PB : pemeliharaan berkala

Gambar 4.179. Kondisi empirik program pemeliharaan jalan pada kondisi normal

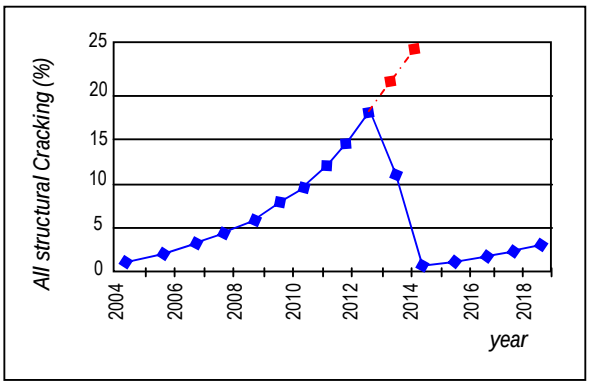
Beberapa skenario pemeliharaan jalan yang dilakukan di Indonesia menurut Ditjen Bina Marga (2005), adalah: (i) pemeliharaan rutin (*routine maintenance)* yang dilakukan setiap tahun, penanganan yang dilakukan sifatnya meningkatkan kualitas berkendaraan (*riding quality)*, tanpa meningkatkan struktural dan dilakukan sepanjang tahun; (ii) pemeliharaan berkala (*periodic maintenance)* yang dilakukan pada waktu tertentu (tidak menerus sepanjang tahun) dan sifatnya meningkatkan kemampuan struktural. Hasil penelitian empirik pada beberapa ruas jalan nasional di Indonesia (Ditjen Bina Marga, 2005) menunjukkan pemeliharaan berkala mempunyai efek peningkatkan kemantapan jalan sebesar setengah dari tingkat kemantapan jalan yang ditargetkan, sedangkan pemeliharaan rutin tidak menimbulkan efek peningkatan kemantapan jalan tetapi mampu menjaga dan mempertahankan kondisi fungsional permukaan yang ada tanpa mereduksi kerusakan yang terjadi. Kondisi empirik pada Gambar 4.179 menjelaskan kondisi normal, artinya tidak terjadi penurunan umur pelayanan secara mendadak akibat kendaraan berat *overloading.* Umur pelayanan jalan 10 (sepuluh) tahun sejak jalan mulai beroperasi, selanjutnya pada tahun kelima dijadwalkan pemeliharaan berkala

untuk mencapai kondisi setengah mantap dari yang ditargetkan. Beberapa penelitian empirik di Ditjen Bina Marga menunjukkan pemeliharaan berkala berikutnya tidak pada akhir umur pelayanan tetapi pada tiga tahun setelah tahun kelima. Kondisi yang demikian terjadi karena daya dukung perkerasan jalan hasil pemeliharaan berkala tahun kelima tersebut sudah tidak mampu lagi mendukung peningkatan beban lalu lintas untuk mencapai kondisi setengah kemantapan jalan yang ditargetkan, sehingga dilakukan pemeliharaan berkala yang kedua dalam masa umur pelayanannya. Program aksi ini dilakukan dengan pertimbangan keterbatasan anggaran peningkatan jalan yang tidak dapat direalisasikan berdasarkan hasil penelitian performasi permukaan perkerasan jalan, yang mudah dilakukan adalah pemeliharaan berkala jalan dengan target setengah kemantapan jalan selama umur pelayanan belum tercapai sehingga diharapkan efisiensi anggaran daripada harus peningkatan konstruksi jalan pada setengah umur pelayanan. Beberapa batasan teknis minimal sebagai indikator untuk menetapkan suatu ruas jalan perlu diprogramkan pemeliharaan berkala yang tepat waktu, antara lain: (i) kondisi jalan dalam kategori sedang, jika 4<IRI≤7 atau 50<SDI≤100 (Ditjen Bina Marga,2005); (ii) *rating* PCI dalam kategori sedang, jika 55<PCI≤70 (Road Note,1999; dan AASHTO, 1998.a); (iii) nilai IP=2,0 yang berarti tingkat pelayanan rendah bagi jalan yang masih mantap (Ditjen Bina Marga,1992); dan (iv) nilai PSI dalam kategori sedang, jika 40<PSI<=60 (Scott *et al*., 2004).

Penelitian yang mendukung Ditjen Bina Marga (2005) tersebut pernah dilakukan oleh Gedafa (2006) yang mengkaji pemantauan pengaruh ketepatan pemeliharaan jalan terhadap penurunan *rating, cracking* dan *roughness* seperti yang ditunjukkan dalam Gambar 4.180 dan Gambar 4.181, dengan menggunakan model HDM-4 untuk merencanakan program pemeliharaan ruas jalan *Mumbai Metropolitan Region* di India dalam jangka waktu 15 tahun ke depan.

Gambar 4.180 mendeskripsikan hubungan antara jadwal pemeliharaan rutin dan berkala terhadap perubahan kondisi *cracking* perkerasan jalan, yang menunjukkan bahwa: (i) dari pertengahan tahun 2004 sampai pertengahan tahun 2012 (selama sembilan tahun) diprogramkan pemeliharaan rutin dengan menggunakan *crack sealing* yang berdampak *pavement deterioration* tetap ada tetapi tidak setajam jika peningkatannya linier; (ii) pada tahun 2012, *cracking rating* mencapai hampir 20%

sehingga harus diprogramkan pemeliharaan berkala dengan menggunakan *overlay*, yang berdampak penurunan *cracking rating* yang amat tajam sampai tahun 2015 seperti kondisi permukaan jalan baru; (iii) selanjutnya dari tahun 2015 sampai 2018 diprogramkan pemeliharaan rutin agar kenaikan *cracking rating* dapat ditekan lebih rendah daripada kondisi sebelum pemeliharaan berkala.



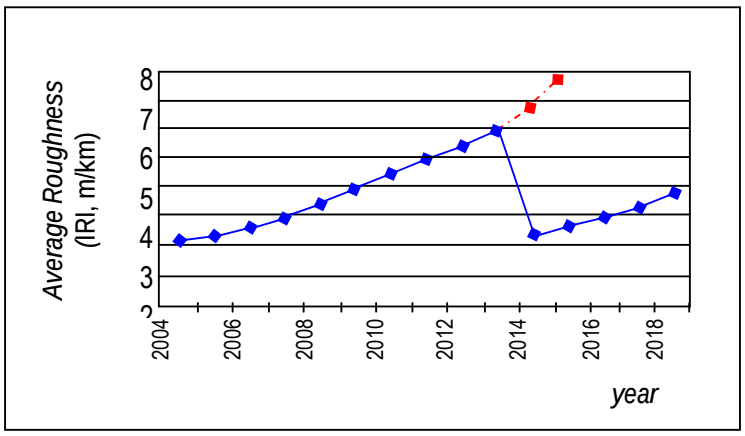
Keterangan: -·-·-◆ jika ketepatan jadwal pemeliharaan berkala tidak terealisasi

Sumber: Gedafa (2006)

Gambar 4.180. Jadwal pemeliharaan jalan untuk mereduksi *cracking* Perkerasan jalan Mumbai Metropolitan Region-India

Selain itu, Gedafa (2006) juga merencanakan program penjadwalan pemeliharaan rutin dan berkala berdasarkan batasan nilai *roughness* sebagaimana ditunjukkan dalam Gambar 4.181. Sejak tahun 2005 diprogramkan pemeliharaan rutin sampai mencapai nilai IRI 6 m/km tahun 2013, selanjutnya dijadwalkan pemeliharaan berkala tahun 2013 dengan menggunakan *overlay*, selanjutnya diindikasikan penurunan nilai IRI secara tajam sampai tahun 2015. Setelah tahun 2015 dilakukan penjadwalan pemeliharaan rutin sampai tahun 2018. Dari dua kasus implementasi model HDM-4, Gedafa (2006) menyatakan bahwa jadwal pemeliharaan jalan harus ditepati sesuai program penelitian karena akan berdampak pada upaya mempertahankan kondisi kemantapan dan kenyamanan jalan. Model HDM-4 yang dikembangkan Gedafa (2006) meyakinkan bahwa ketepatan program pemeliharaan sangat membantu dalam perencanaan anggaran pemeliharaan dan pengaturan beban lalu lintas selama umur pelayanan. Namun apa yang disampaikan Gedafa (2006) sangat berbeda dengan pendapat Sugiri (2006) dan Aly (2006). Sugiri (2006) menyebutkan bahwa beberapa pemeliharaan berkala belum

didasarkan atas hasil penelitian kinerja pemeliharaan rutin tahunan sehingga penjadwalan pemeliharaan berkala sering tidak tepat karena: (i) pengaruh cuaca dan lingkungan sosial; (ii) kebijakan alokasi anggaran pemeliharaan berkala yang tidak jelas karena tidak didukung hasil prediksi laju kerusakan jalan yang akurat; dan (iii) sistem monitoring dan evaluasi pencapaian mutu pengujian dan pelaksanaan yang belum berjalan dengan baik. Berkaitan dengan kondisi tersebut, Sugiri (2006) lebih memfokuskan pemeliharaan rutin dan berkala perkerasan jalan sebaiknya dilakukan dengan kontrak kerja berbasis kinerja (*performance based contract)* dan *multiyears.* Secara singkat, Aly (2003.a & 2003.b) sangat mendukung pendapat Sugiri (2006) yang menyimpulkan keterlambatan pelaksanaan pemeliharaan jalan dapat mempercepat laju kerusakan jalan sehingga dapat berdampak terhadap defisiensi biaya pemeliharaan serta peningkatan jalan yang tidak tepat pada program atau jadwal yang sebenarnya. Model HDM-4 yang digunakan Gedafa (2006) mensyaratkan beberapa batasan parameter teknis sebagai indikator dalam menetapkan strategi pemeliharaan rutin (*routine maintenance*) atau pemeliharaan berkala (*periodic maintenance*) pada suatu ruas jalan yang diteliti dan direncanakan program pemeliharaannya untuk 15 tahun ke depan. Batasan parameter teknis tersebut dapat ditunjukkan dalam Tabel 2.27. Gedafa (2006) lebih mengutamakan pada indikator mikro tiap jenis dan tipe kerusakan pada pengamatan per km panjang jalan sehingga perbaikan teknis dilakukan dengan diagnosa yang berbeda-beda tiap ruas jalan, sedangkan Ditjen Bina Marga (2006.a) mendasarkan pada indikator makro untuk memudahkan perbaikan atau pemeliharaan suatu ruas jalan tanpa melihat kondisi khusus pada suatu ruas jalan tertentu.

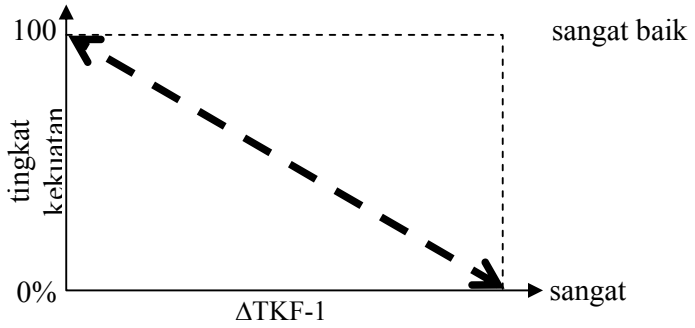


Keterangan: ----◆ jika ketepatan jadwal pemeliharaan berkala tidak terealisasi

Sumber: Gedafa (2006)

Gambar 4.181. Jadwal pemeliharaan jalan untuk mereduksi *roughness* perkerasan

Dari uraian pembahasan tersebut dapat disimpulkan bahwa indikator untuk mengukur pengaruh variabel Ketepatan Pemeliharaan Jalan terhadap tingkat kekuatan fungsional jalan dalam pemberlakuan standar mutu perkerasan jalan, adalah: persentase (%) waktu keterlambatan pelaksanaan pemeliharaan berkala terhadap jadwal akhir pemeliharaan berkala (ditetapkan berdasarkan hasil penelitian performansi permukaan jalan), selanjutnya dibandingkan terhadap jumlah waktu yang diperlukan untuk melaksanakan pemeliharaan berkala. Logika untuk mengukur kecenderungan pengaruh variabel Ketepatan Pemeliharaan Jalan terhadap tingkat kekuatan fungsional perkerasan jalan dapat ditunjukkan dalam Gambar 4.182.



$$\Delta TKF\text{-}1 = \frac{\text{selisih waktu antara pelaksanaan pemeliharaan berkala dengan jadwal akhir pemeliharaan berkala (bulan)}}{\text{jumlah waktu yang diperlukan dalam pelaksanaan pemeliharaan berkala (bulan)}}$$

Gambar 4.182. Logika mengukur kecenderungan pengaruh variabel Ketepatan Pemeliharaan Jadwal terhadap tingkat kekuatan fungsional perkerasan jalan dalam pemberlakuan standar mutu perkerasan jalan

b. Variabel performansi permukaan jalan. Performansi permukaan jalan mendeskripsikan kondisi permukaan perkerasan jalan yang dibedakan dalam empat kategori dengan batasan parameter teknis yang beragam sesuai pertimbangan teknis yang dipilih, sebagaimana ditunjukkan dalam Tabel 4.27.

Tabel 4.28. Kategori performansi permukaan jalan

Kategori performansi	Indikator pengukuran					
	IRI *)	RCI *)	PCI **)	SDI *)	IP *)	PSI ***)

permukaan perkerasan jalan	(m/km)	(*rating*)	(*rating*)	(*rating*)	(*rating)*	(*rating)*
Baik	≤4	≥8	≥70	≤50	2,5	≥60
Sedang	4<IRI≤7	6≤RCI<8	55≤PCI<70	50<SDI≤100	2,0	40≤PSI<60
Rusak ringan	7<IRI≤12	4≤RCI<6	25≤PCI<55	100<SDI≤250	1,5	20≤PSI<40
Rusak berat	>12	<4	<25	>250	1,0	<19

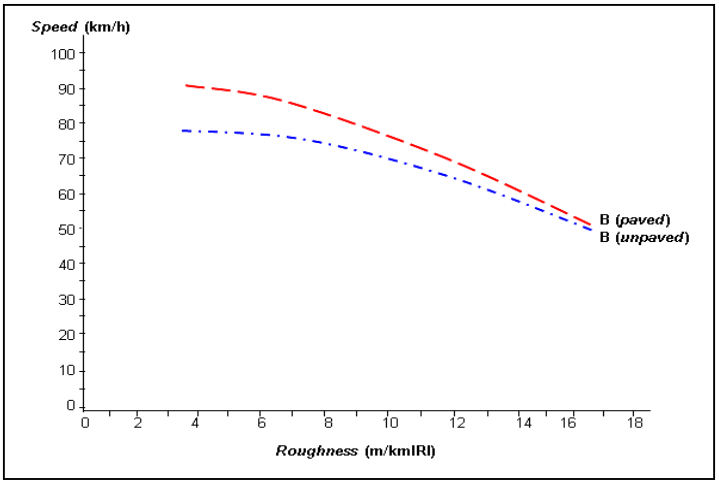
*Sumber: *) Ditjen Bina Marga (2005); **) Road Note (1999); AASHTO (1998.a);*
****) Scott et al.(2004); Gedafa (2006)*

Dari Tabel 4.27 dapat dicermati bahwa dari keempat indikator pengukuran performasi permukaan perkerasan jalan yang ada, nilai IRI dapat diakuisisi dengan cepat di lapangan daripada indikator lainnya. Nilai IRI diukur langsung di atas permukaan jalan dengan alat NAASRA meter dengan tingkat ketelitian pembacaan data ukur 0,01. PCI mendeskripsikan rating kondisi performansi permukaan jalan yang lebih bersifat struktural karena analisisnya harus didukung dengan pengukuran jenis dan tipe kerusakan yang dilengkapi dengan pendetailan dimensi dan klasifikasi kerusakan tiap jenis kerusakan yang diamati pada tiap luasan sekitar 500 m^2 (satu *feature*). Kendala dalam pengukuran nilai PCI di lapangan, adalah: (i) pemahaman untuk memutuskan jenis dan tipe kerusakan perkerasan hampir tidak sama antar pakar (tenaga ahli); dan (ii) pengukuran detail dimensi (panjang, lebar, kedalaman) tiap jenis kerusakan memerlukan waktu yang lama (lebih dari satu jam untuk tiap jenis kerusakan). Namun demikian, hasil pengukuran nilai PCI memiliki kelebihan dalam hal penyajian data pendukung lebih detail dan lengkap untuk memutuskan perlunya perbaikan berkala atau peningkatan jalan karena dapat ditelusuri jenis kerusakan struktural apa yang dominan di luasan perkerasan jalan yang diteliti (Road Note, 1999). Sedangkan nilai SDI (*surface distress index)* mendeskripsikan tingkat kerusakan struktural jalan yang dinyatakan dalam *rating* kerusakan jalan. SDI=30, artinya jumlah kerusakan jalan sebanyak 30 kerusakan dalam tiap km panjang jalan. SDI >50 mengindikasikan perlunya perbaikan kerusakan jalan secara intensif. Untuk menghitung SDI diperlukan data jenis dan tipe kerusakan per km panjang jalan sehingga akuisisi data ukur memerlukan waktu yang cukup lama.

Ditjen Bina Marga (2006.a) telah menetapkan parameter untuk mengukur kondisi jalan secara struktural dengan nilai IRI dan SDI yang klasifikasinya dapat

ditunjukkan dalam Tabel 4.27, sedangkan parameter yang digunakan untuk mengukur kondisi jalan secara fungsional adalah nilai IRI dan AADT (lihat Gambar 2.22). Dari Gambar 2.22 dapat dicermati bahwa kondisi AADT amat menentukan kategori kondisi kemantapan jalan. Contoh kasus dua ruas jalan A dan B, masing-masing memiliki nilai IRI=9,2 m/km tetapi kondisi AADT ruas jalan A sebesar 250 kendaraan per hari dan AADT ruas jalan B sebesar 3.250 kendaraan per hari, berdasarkan kondisi fungsional ruas jalan A dikategorikan Sedang dan kondisi fungsional ruas jalan B dikategorikan Rusak Ringan.

Harrison (1987) dalam Watanatada *et al.* (1987) menghasilkan hubungan empiris antara nilai IRI permukaan perkerasan jalan dengan kecepatan maksimum perjalanan kendaraan yang diijinkan melewati jalan yang diteliti, yang dapat ditunjukkan dalam Gambar 4.183. Makin besar nilai IRI permukaan perkerasan jalan menggambarkan performansi permukaan perkerasan jalan makin bergelombang sehingga kecepatan kendaraan makin rendah. Hal ini menunjukkan bahwa makin besar nilai IRI maka tingkat fungsional jalan makin rendah, artinya kondisi yang demikian menunjukkan makin tidak nyaman untuk berkendaraan.

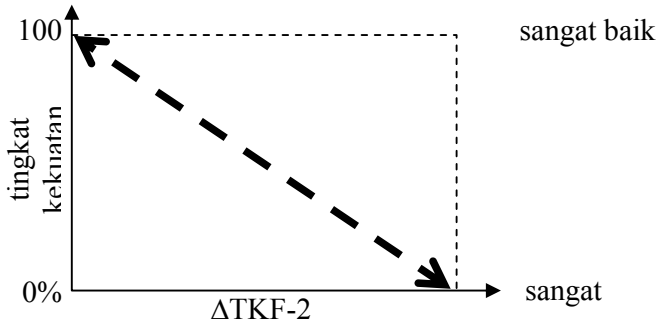


Sumber : Harrison (1987) dalam Watanatada et al (1987)

Gambar 4.183. Hubungan empirik pengaruh perubahan nilai IRI perkerasan jalan terhadap kecepatan maksimum perjalanan kendaraan

Dari uraian pembahasan tersebut dapat disimpulkan bahwa indikator untuk mengukur pengaruh variabel Performansi Permukaan Jalan terhadap tingkat

kekuatan fungsional perkerasan jalan dalam pemberlakuan standar mutu perkerasan jalan, adalah: persentase (%) perbedaan nilai IRI permukaan perkerasan jalan pada kondisi sebelum dan satu tahun pertama sesudah peningkatan atau pemeliharaan berkala perkerasan jalan. Logika mengukur kecenderungan pengaruh variabel Performansi Permukaan Jalan terhadap tingkat kekuatan fungsional perkerasan jalan dapat ditunjukkan dalam Gambar 4.184.



$$\Delta TKF\text{-}2 = \frac{\text{selisih nilai IRI permukaan perkerasan jalan antara kondisi sebelum dan satu tahun pertama sesudah peningkatan atau pemeliharaan berkala (m/km)}}{\text{nilai IRI permukaan perkerasan jalan pada kondisi sebelum peningkatan atau pemeliharaan berkala (m/km)}}$$

Gambar 4.184. Logika mengukur kecenderungan pengaruh variabel Performansi Permukaan Jalan terhadap tingkat kekuatan fungsional perkerasan jalan dalam pemberlakuan standar mutu perkerasan jalan

c. Variabel faktor regional. Ditjen Bina Marga (1987) merumuskan faktor regional adalah aspek keadaan lapangan yang mendukung dan mempengaruhi kinerja mutu perkerasan jalan, yang meliputi antara lain: (i) bentuk alinyemen geometrik (kelandaian dan tikungan); (ii) persentase (%) kendaraan berat dan berhenti; dan (iii) iklim (curah hujan). Besaran faktor regional menurut metode Ditjen Bina Marga (1987) telah disertifikasi dalam SNI 03-1732-1989, secara ringkas dapat ditunjukkan dalam Tabel 4.28. Kelandaian dan tikungan menggambarkan bentuk topografi yang dilalui trase jalan dan *workability* pengaliran air limpasan permukaan jalan menuju saluran drainase permukaan. Ikilim menggambarkan tinggi rendahnya curah hujan yang terjadi yang melewati luasan permukaan perkerasan jalan, sehingga air hujan ini memiliki peluang untuk menerobos pori-pori permukaan jalan yang pada akhirnya air dapat merembes

dalam lapisan berbutir (*base course*). Persentase (%) kendaraan berat dan berhenti menggambarkan waktu (lama) pembebanan kendaraan terhadap daya dukung perkerasan jalan. Ketiga faktor tersebut yang secara bersama-sama mempengaruhi kekuatan fungsional jalan. Salah satu indikator untuk menyatakan perkerasan jalan mengalami kerusakan fungsional adalah banyaknya material susun perkerasan yang berlepasan karena pengaruh beban lalu lintas, genangan air hujan dan terbawa air menuju selokan drainase, dan bentuk kelandaian yang mendorong air mengikis material permukaan perkerasan.

Berkaitan dengan kehilangan material susun perkerasan, Watanatada *et al*. (1987) telah meneliti pengaruh curah hujan (mm per bulan) terhadap kehilangan material perkerasan (mm per tahun) pada berbagai kondisi beban lalu lintas dan klasifikasi geometrik, sebagaimana ditunjukkan dalam Gambar 4.185 dan Gambar 4.186. Dari Gambar 4.185 dapat dicermati bahwa makin tinggi curah hujan yang terjadi pada trase jalan dan sekitarnya, maka akan memperbesar kehilangan material perkerasan yang pada akhirnya akan menurunkan kekuatan fungsional perkerasan jalan. Dari Gambar 4.186 juga dapat dicermati bahwa pada tinjauan curah hujan tertentu, geomtrik jalan kategori pegunungan lebih cepat memberikan kehilangan material perkerasan daripada geometrik datar.

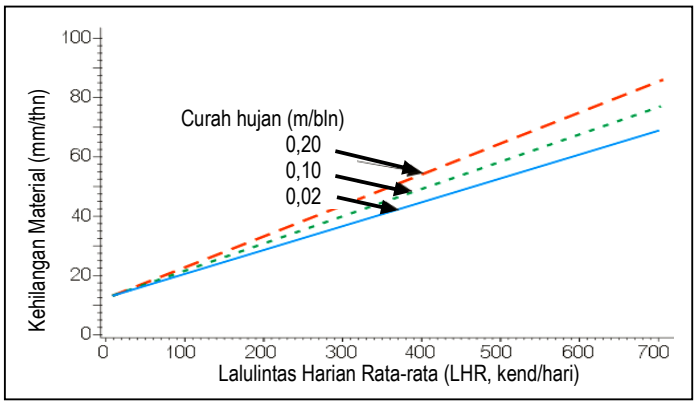
Watanatada *et al*. (1987) juga meneliti tentang perubahan kurva alinyemen vertikal geometrik jalan terhadap kekuatan fungsional (yang dinyatakan dalam kecepatan kendaraan) di negara Brasil, Kenya, Karibia dan India, yang menunjukkan makin besar derajad lengkung (*curvature*) alinyemen vertikalnya maka makin rendah kecepatan kendaraan, sebagaimana ditunjukkan dalam Gambar 4.187. Pada rentang tinjauan terhadap derajad lengkung alinyemen vertikal yang sama, ternyata derajad penurunan kecepatan di negara Karibia lebih besar daripada India, artinya faktor regional di Kenya lebih buruk daripada di India.

Tabel 4.29. Faktor regional yang dipertimbangkan dalam menilai kinerja mutu perkerasan jalan

Faktor Regional	Kelandaian I (<6%)		Kelandaian II (6-10%)		Kelandaian III (>10%)	
	% kendaraan berat		% kendaraan berat		% kendaraan berat	
	≤30%	>30%	≤30%	>30%	≤30%	>30%
Iklim I <900 mm/th	0,5	1,0-1,5	1,0	1,5-2,0	1,5	2,0-2,5
Iklim II	1,5	2,0-2,5	2,0	2,5-3,0	2,5	3,0-3,5

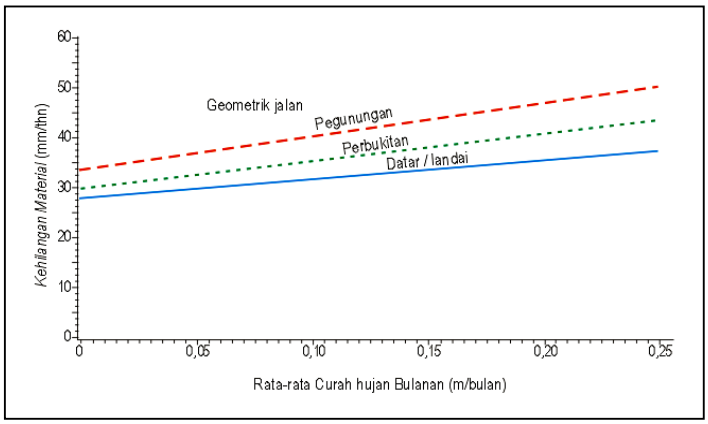
>900 mm/th						

Sumber : Ditjen Bina Marga (1987) dalam SNI 03-1732-1989



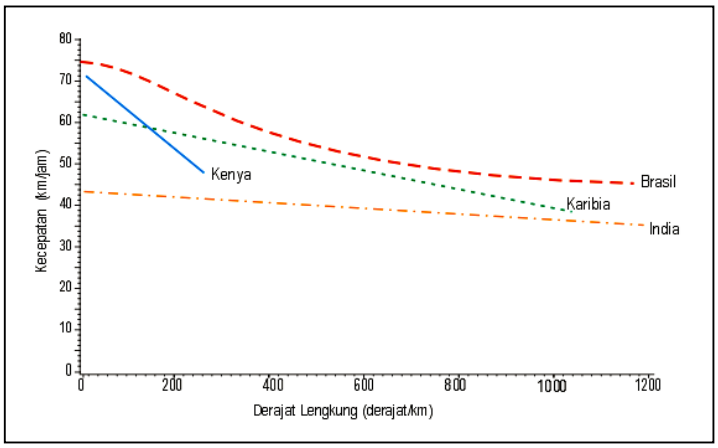
Sumber : Watanatada et al. (1987)

Gambar 4.185.Hubungan empirik pengaruh curah hujan terhadap kehilangan material perkerasan pada berbagai kondisi beban lalu lintas harian



Sumber : Watanatada et al. (1987)

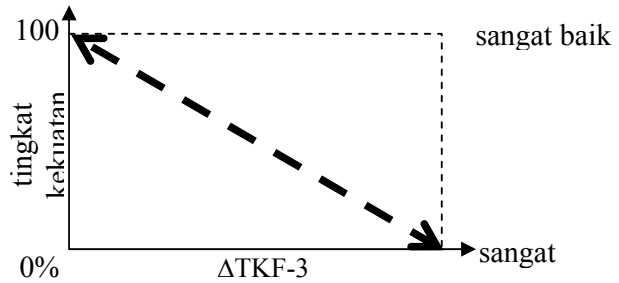
Gambar 4.186.Hubungan empirik pengaruh curah hujan terhadap kehilangan material perkerasan pada berbagai kondisi geometrik jalan



Sumber : Watanatada et al. (1987)

Gambar 4.187. Pengaruh perubahan derajad lengkung alinyemen vertikal terhadap kekuatan fungsional (yang dinyatakan dengan kecepatan kendaraan)

Jika ditinjau tiap aspek yang mempengaruhi besar kecilnya nilai faktor regional, aspek iklim hampir pasti tidak banyak mengalami perubahan karena periode perubahannya sudah terjadwal pasti pada suatu wilayah tertentu, seperti halnya Indonesia tidak banyak mengalami perubahan iklim makro, artinya curah hujan tidak signifikan perbedaan besarannya dari tahun ke tahun pada suatu wilayah. Faktor kelandaian mengindikasikan alinyemen vertikal suatu ruas jalan yang disesuaikan dengan kondisi topografi dan keselamatan perjalanan serta sistem drainase permukaan jalan. Perubahan kelandaian tidak banyak dilakukan selama pelayanan jalan masih mantap, nyaman, tidak banyak berdampak terjadinya kecelakaan lalu lintas dan manajemen lalu lintas masih dapat diterapkan di lapangan. Jumlah kendaraan dari tahun ke tahun mengalami pertumbuhan seiring dengan kemajuan perekonomian regional, salah satu ciri peningkatan ekonomi wilayah adalah terjadinya pertumbuhan kendaraan berat untuk distribusi barang kebutuhan sehari-hari dan perdagangan industri. Dari ketiga aspek yang mempengaruhi faktor regional tersebut, maka aspek persentase (%) kendaraan berat lebih mudah berubah dari tahun ke tahun daripada faktor iklim dan perubahan geometrik (kelandaian jalan). Oleh karena itu, indikator untuk mengukur pengaruh variabel Faktor Regional terhadap tingkat kekuatan fungsional perkerasan jalan dalam pemberlakuan standar mutu perkerasan jalan, adalah: persentase (%) perbedaan jumlah kendaraan berat pada kondisi sebelum dan satu tahun pertama sesudah peningkatan atau pemeliharaan berkala perkerasan jalan. Logika mengukur kecenderungan pengaruh variabel Faktor Regional terhadap tingkat kekuatan fungsional perkerasan jalan dapat ditunjukkan dalam Gambar 4.188.



$$\Sigma TKF\text{-}3 = \frac{\text{jumlah kendaraan berat antara kondisi sebelum dan satu tahun pertama sesudah pekerjaan peningkatan atau pemeliharaan berkala perkerasan jalan } (10^3 \text{ kend})}{\text{jumlah kendaraan berat pada kondisi sebelum pekerjaan peningkatan atau pemeliharaan berkala perkerasan jalan } (10^3 \text{ kend})}$$

Gambar 4.188. Logika mengukur kecenderungan pengaruh varibel Faktor Regional terhadap tingkat kekuatan fungsional dalam pemberlakuan standar mutu perkerasan jalan

14. Validasi pengelompokan variabel yang mempengaruhi tingkat kemantapan jalan (TMJ) dalam pemberlakuan standar mutu perkerasan jalan

Analisis faktor terhadap variabel-variabel yang mempengaruhi aspek Tingkat Kemantapan Jalan (TMJ) pada mulanya dilakukan atas 7 (tujuh) macam variabel, yaitu: (i) *Cracking*; (ii) *Rutting*; (iii) *Corrugation*; (iv) *Deformation*; (v) *Potholes*; (vi) *Ravelling*; dan (vii) *Patching*. Hasil analisis korelasi awal menunjukkan variabel *Patching* memiliki nilai MSA di bawah 0,5; sehingga variabel tersebut tidak diikutkan dalam estimasi model faktor. Secara ringkas, model faktor yang dihasilkan pada aspek tingkat kemantapan jalan dalam Tabel 4.29.

Tabel 4.30. Nilai korelasi variabel tingkat kemantapan jalan (TMJ) terhadap 3 (tiga) faktor yang terbentuk setelah dirotasi dengan metode *varimax*

Variabel	Faktor			*Commonality*
	1	2	3	
Retak permukaan (*cracking*)	**0,873**	0,051	0,265	0,834
Bekas alur roda kendaraan (*rutting*)	**0,681**	0,280	0,423	**0,962**
Lubang permukaan (*potholes*)	0,492	0,092	**0,594**	0,842
Penurunan permukaan (*deformation*)	0,235	**0,887**	0,332	0,952
Pelepasan butiran permukaan (*ravelling*)	0,126	0,359	**0,563**	0,815
Permukaan keriting (*corrugation*)	**0,800**	0,329	0,165	**0,776**
Nilai *eigen* faktor 1 = 3,688; faktor 2 = 1,217; faktor 3 = 1,075 Variansi total yang dapat dijelaskan dengan 4 faktor = **86,352%.**				

Dari Tabel 4.29 dapat dicermati bahwa ada 3 (tiga) faktor yang terbentuk mampu menjelaskan 86,352% variansi total yang terdapat pada seluruh variabel. Nilai kebersamaannya (*commonality*) yang berkisar antara 0,776 hingga 0,962 sehingga model faktor di atas masih dapat diterima dengan kualitas baik. Rotasi

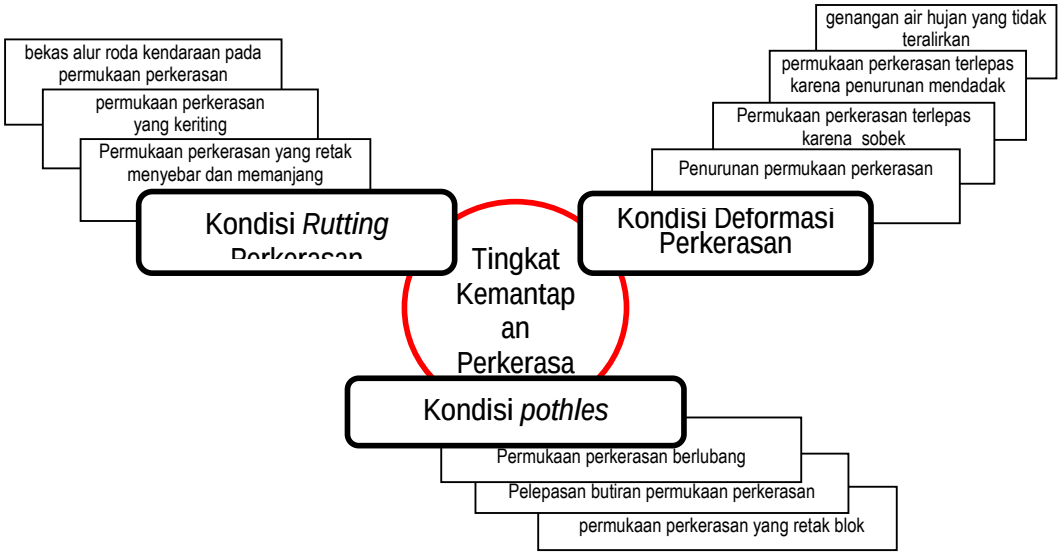
nilai bobot dengan metode *varimax* menghasilkan koefisien korelasi tiap-tiap variabel terhadap ketiga faktor yang terbentuk. Hampir seluruh variabel dapat ditentukan kecondongannya pada sebuah faktor tertentu secara jelas. Pengelompokan variabel-variabel terhadap faktor yang terbentuk menunjukkan Faktor ke-1 hingga ke-3 berturut-turut diinterpretasikan sebagai Faktor Kondisi *Rutting* Perkerasan, Faktor Kondisi Deformasi Perkerasan dan Faktor Kondisi *Potholes* Perkerasan. Dengan demikian analisis faktor telah menyeleksi dan mengelompokkan variabel-variabel pengaruh terhadap tingkat kemantapan jalan dari semula 7 (tujuh) variabel menjadi 3 (tiga) variabel. Keterkaitan ketiga faktor tersebut ditunjukkan dalam Gambar 4.189.

Hasil analisis faktor tersebut sesuai dengan beberapa teori pengelompokkan jenis dan tipe kerusakan struktural perkerasan jalan yang ada, seperti Ditjen Bina Marga (2006.a); Gedafa (2006); B.C. *Ministry of Transportation* (2007); Bennett *et al*. (2007); Drakos (2007); *Road Note* (1999); Sjahdanulirwan & Nono (2005.a); Watanatada *et al*. (1987).

Ditjen Bina Marga (2006.a) mengelompokkan kerusakan struktural perkerasan jalan dalam 3 (tiga) kelompok, yaitu: (i) *rutting* (bekas alur roda kendaraan pada permukaan perkerasan jalan), yang terjadinya diawali dengan timbulnya retak-retak memanjang jalur roda kendaraan pada permukaan perkerasan selanjutnya diperparah oleh beban lalu lintas; (ii) *potholes* (permukaan perkerasan jalan yang berlubang), yang terjadinya diawali dengan timbulnya retak-retak blok pada permukaan perkerasan selanjutnya diperparah oleh genangan air limpasan hujan; dan (iii) *deformation* (permukaan perkerasan jalan yang mengalami penurunan dan bergelombang) yang selanjutnya diikuti distorsi atau *depression* dan *shoving*. *Rutting, potholes,* dan *deformation* merupakan data *inputing* penting ke dalam model IRMS untuk mendapatkan data analisis mutu perkerasan dan program alokasi anggaran untuk pemeliharaan berkala maupun peningkatan daya dukungnya. Penelitian lainnya yang hampir sama dilakukan oleh Gedafa (2006) yang menyebutkan ada 3 (tiga) jenis kerusakan yang paling berpengaruh terhadap kekuatan struktural perkerasan, yaitu: (i) *potholing,* yang dinyatakan dalam satuan jumlah lubang per kilometer panjang jalan; (ii) *rutting,* yang dinyatakan dalam

satuan kedalaman (mm) alur bekas roda kendaraan; (iii) *texture depth,* yang dinyatakan kedalaman (mm) penurunan permukaan perkerasan.

B.C. *Ministry of Transportation* (2007) dan Archilla & Madanat (2000) mengelompokkan kerusakan struktural dalam beberapa kelompok, antara lain: (i) kelompok *cracking;* (ii) kelompok *potholes;* dan (iii) kelompok *deformation* dan *distortion.* Sedangkan Watanatada *et al*. (1987) membuat 4 (empat) kelompok kerusakan struktural perkerasan jalan sebagai masukan dalam model HDM-III, yaitu: (i) *cracking* dan *rutting;* (ii) *potholes;* (iii) *distortion;* dan (iv) *ravelling.* Sjahdanulirwan & Nono (2005) mengelompokkan 3 (tiga) tipe kerusakan perkerasan jalan, yaitu: (i) kelompok retak, yang meliputi: retak kulit buaya, retak memanjang, retak melintang, retak tidak beraturan; retak map, dan retak blok; (ii) kelompok disintegrasi, yang meliputi: pelepasan butiran, lubang, dan kerusakan tepi; dan (iii) kelompok deformasi, yaitu meliputi: alur, depresi, jendulan (*mound*), bukit (*ridge),* keriting, gelombang, dan ketidakrataan. Drakos (2007) mengelompokkan jenis kerusakan struktural dalam 3 (tiga) jenis kerusakan utama, yaitu: (i) *rutting;* (ii) *pothole;* dan (iii) *depression.* Pengelompokkan jenis kerusakan struktural menurut Bennett *et al*. (2007) adalah: (i) *alligator cracking*; (ii) *rutt depth*; (iii) *shoving*; dan (iv) *pothole*. Dari uraian tersebut dapat disimpulkan bahwa ada 3 (tiga) kelompok kerusakan struktural perkerasan jalan yang signifikan berpengaruh terhadap kemantapan jalan, yaitu: (i) kelompok *rutting;* (ii) kelompok *deformation;* dan (iii) kelompok *potholes*.

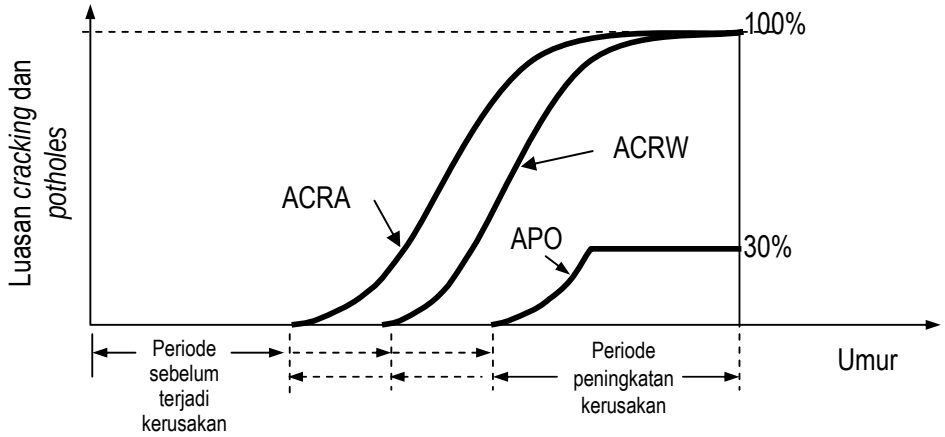


Gambar 4.189. Variabel dominan yang mempengaruhi tingkat kemantapan jalan

a. Variabel kondisi *rutting* perkerasan, merupakan representasi dari beberapa variabel yang memiliki karakter yang hampir sama satu sama lain yang tidak teramati, yaitu: (i) variabel Retak Permukaan (C*racking*), (ii) variabel Bekas Alur Roda Kendaraan (*Rutting*), dan (iii) variabel Permukaan Keriting (*Corrugation*). Gedafa (2006) telah mengaplikasikan HDM-4 pada ruas jalan *Mumbai Metropolitan Region* di India, yang menyimpulkan bahwa kerusakan perkerasan yang paling awal terjadi adalah retak, sehingga evaluasi program pemeliharaan dan rehabilitasi perkerasan jalan dipantau melalui perubahan kondisi *rating* retak (lihat Gambar 4.180). Retak permukaan diawali dari yang paling kecil sampai yang besar, dari yang paling sempit sampai sangat luas, dari yang paling dangkal sampai dalam. Permukaan perkerasan yang retak lebih banyak disebabkan ketidaktepatan pencapaian mutu pada pelaksanaan peningkatan atau pemeliharaan berkala perkerasan terutama yang berkaitan dengan prosedur pencapaian mutu pelaksanaan yang tidak diimplementasikan dengan benar (Mulyono, 2007.a; Aly, 2006). Proses penghamparan dan pemadatan beton aspal yang kurang memenuhi standar mutu akan mempercepat proses terbentuknya pori-pori yang dibarengi peningkatan beban lalu lintas kendaraan yang lewat dan diperparah lagi oleh infiltrasi air limpasan hujan yang menggenang di atas permukaan, kemudian air menerobos pori-pori sambil merusak ikatan antar butiran agregat sehingga diameter pori-pori ini menjadi lebih lebar membentuk celah (retak). Proses tersebut berlangsung secara terus menerus yang dibarengi dengan tidak berfungsinya

saluran drainase permukaan yang ada sehingga memperbesar tebal dan waktu genangan air limpasan di atas permukaan. Selanjutnya air ini menerobos celah retak-retak menuju lapisan perkerasan berbutir (*subbase* dan *base course*) yang mengubah kondisi awal kering (*unsoaked*) menjadi kondisi basah jenuh air (*soaked saturated*), sehingga terjadi ketidakstabilan konstruksi perkerasan jalan yang berlangsung secara terus menerus seiring dengan pertumbuhan beban lalu lintas dan ketidakfungsian sistem drainase permukaan. Kondisi tersebut makin lama menyebabkan penurunan daya dukung pada jalur roda kendaraan sehingga terbentuklah alur-alur (*rutting*) bekas roda kendaraan yang akhirnya menjadi tampungan air. Alur-alur (*rutting)* ini memberikan performansi permukaan jalan yang buruk yang mengindikasikan penurunan kemantapan dan kenyamanan perkerasan jalan. Uraian tersebut menggambarkan bahwa antara retak permukaan (*cracking*) dengan alur-alur bekas roda kendaraan (*rutting)* saling melengkapi, artinya *rutting* terbentuk diawali terjadinya retak. Watanatada *et al*. (1987) meneliti tentang hubungan antara estimasi kecenderungan kerusakan perkerasan jalan tipe *cracking* (retak permukaan) dan waktu mulai terjadinya penurunan kemantapan jalan sebagaimana ditunjukkan dalam Gambar 4.190. *Rutting,* selain diawali terjadinya dari retak (Gedafa, 2006) juga disebabkan oleh faktor-faktor internal pada saat pelaksanaan peningkatan dan pemeliharaan berkala dan faktor-faktor eksternal seperti *loading time* yang panjang dari repetisi beban kendaraan berat. Berkaitan dengan penelitian Gedafa (2006), Watanatada *et al*. (1987) menyimpulkan kerusakan perkerasan jalan tipe *rutting* dapat terjadi di awal operasional sebelum terjadinya *cracking* yang disebabkan ketidaktepatan mutu konstruksi pondasi jalan dan perkerasan permukaan, sebagaimana diilustrasikan dalam Gambar 4.191. Scott *et al*. (2004) dalam Gedafa (2006) mengkombinasikan dua hasil penelitian Watanatada *et al*. (1987) tersebut tentang model estimasi laju kerusakan perkerasan tipe *rutting* pada kondisi tanpa atau dibarengi terjadinya *cracking* yang disebabkan. Dari Gambar 4.192 dapat dicermati bahwa *cracking* memperbesar dan mempercepat proses *rutting*, kedua kerusakan ini (*cracking* dan *rutting*) terjadi bersamaan kira-kira sepertiga umur pelayanan tercapai. Scott *et al*. (2004) menyimpulkan bahwa penyebab utama terjadinya permukaan perkerasan berbentuk keriting bergelombang (*corrugation),* berawal dari kesalahan suhu

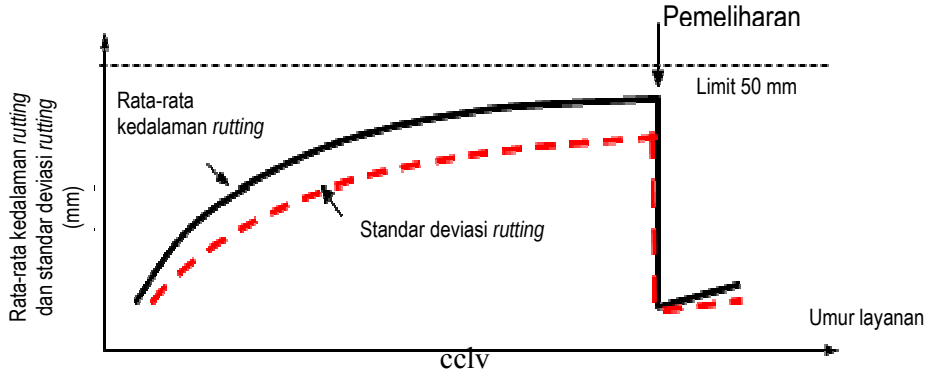
pencampuran yang tidak memenuhi standar mutu dan ketidaktepatan gradasi campuran agregat batuan serta ketidaktepatan penentuan kadar aspal optimum. Watanatada *et al*. (1987) dalam Gedafa (2006) menyimpulkan hubungan pengaruh kerusakan jalan tipe *corrugation* (dinyatakan dalam m^2/km panjang jalan) terhadap kemantapan jalan (dinyatakan dengan kecepatan kendaraan dalam km/jam), yang diilustrasikan dalam Gambar 4.193. Dari Gambar 4.193 dapat dicermati bahwa makin luas (m^2) *corrugation* dalam tiap kilometer panjang jalan yang ditinjau maka makin besar luasan *rise plus fall* sehingga berdampak makin rendah kecepatan kendaraan. *Rise plus fall* menggambarkan jumlah luasan tinggi rendahnya gelombang keriting permukaan jalan yang ditinjau, artinya makin luas *rise plus fall* maka makin buruk tingkat kemantapan perkerasan jalan yang dinyatakan makin rendah kecepatan berkendaraan (lihat Gambar 4.193).



Keterangan: ACRA = *the total area of all cracking, in percent of the total carriageway area* (luas retak permukaan dinyatakan persentase terhadap luas lajur perkerasan total); ACRW = *the total area of all wide cracking, in percent of the total carriageway wide* (jumlah lebar retak permukaan dinyatakan persentase terhadap lebar lajur perkerasan); APOT = *the total area of potholing, in percent of the total carriageway area* (luas lubang permukaan dinyatakan persentase terhadap luas lajur perkerasan total).

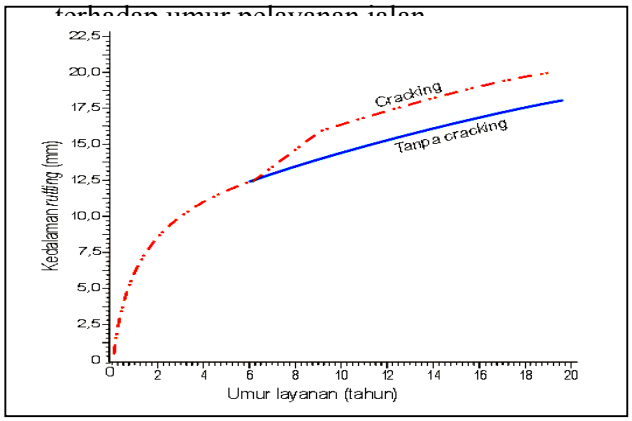
Sumber: Watanatada et al. (1987)

Gambar 4.190. Estimasi kecenderungan kerusakan perkerasan jalan tipe *cracking* terhadap umur pelayanan jalan



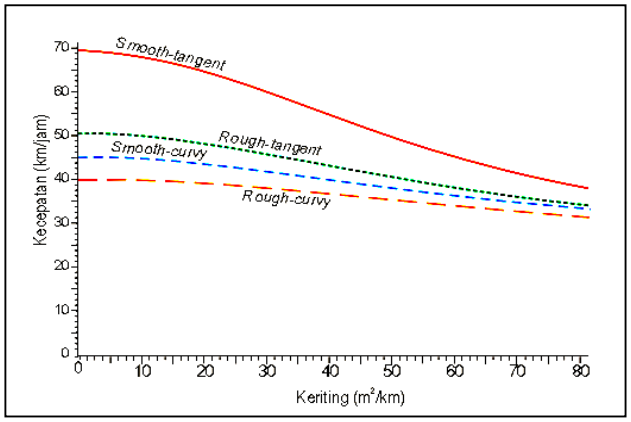
Sumber: Watanatada et al. (1987)

Gambar 4.191. Estimasi kecenderungan kerusakan perkerasan jalan tipe *rutting* terhadap umur pelayanan jalan



Sumber: Watanatada et al. (1987)

Gambar 4.192. Estimasi pengaruh kerusakan jalan tipe *rutting* dengan atau tanpa terhadap umur pelayanan jalan



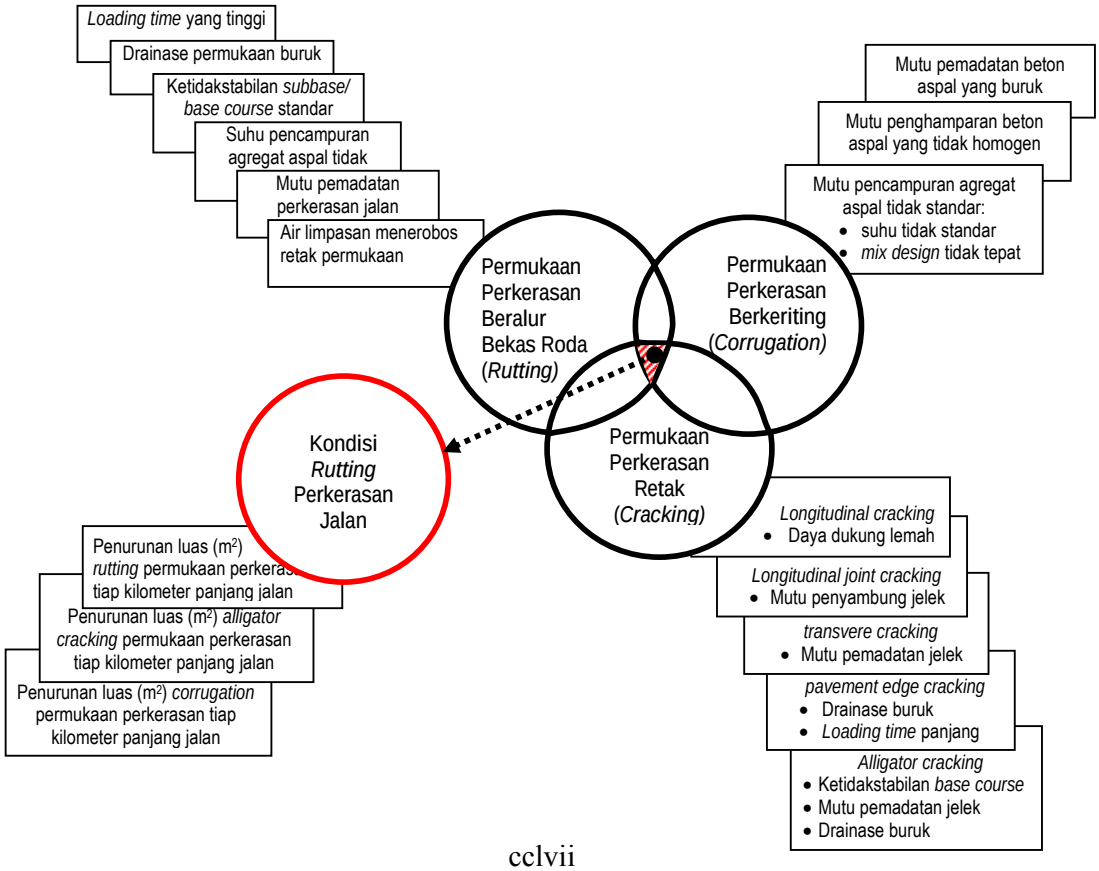
Sumber: Watanatada et al. (1987)

Gambar 4.193. Pengaruh kerusakan perkerasan jalan tipe *corrugation* terhadap kemantapan jalan (dinyatakan dengan kecepatan kendaraan)

Selanjutnya, Mulyono (2007.a) dan Aly (2006) meneruskan pendapat Scott *et al*. (2004) yang menyatakan bahwa hasil campuran agregat aspal yang kurang memenuhi standar mutu jika dihampar di lapangan akan berdampak homogenitas dan kohesivitas campuran agregat aspal menjadi rendah karena: (i) suhu campuran sudah turun (lebih kecil dari 100°C) sehingga aspal sudah tidak berfungsi lagi sebagai bahan ikat yang baik antar butiran agregat; (ii) suhu campuran sangat tinggi

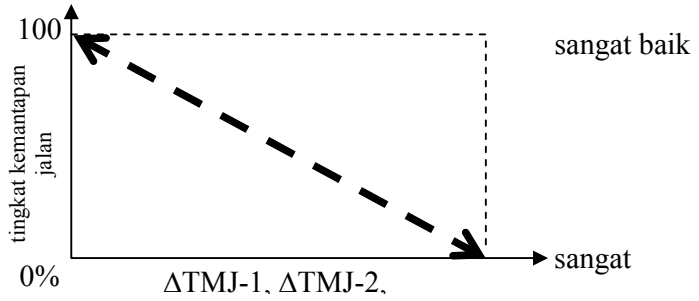
(lebih tinggi dari titik nyala aspal, sekitar 280°C) sehingga aspal akan kehilangan sifat-sifat *rheologic* dan *thermoplastic* yang berdampak aspal tidak berfungsi lagi sebagai bahan ikat yang baik antara butiran agregat; (iii) penggunaan gradasi batuan yang tidak memenuhi standar mutu walaupun suhunya terpenuhi tetapi sulit dipadatkan karena *internal friction* campuran tidak pernah tercapai sempurna; dan (iv) demikian pula penggunaan kadar aspal optimum yang kurang tepat akan berdampak campuran kekurangan aspal atau kelebihan aspal, jika kekurangan aspal maka antar butiran agregat tidak ada ikatan yang kuat, jika kelebihan aspal maka aspal sebagai lapisan licin yang berada antar butiran agregat.

Kondisi penghamparan campuran agregat aspal yang tidak homogen akan berdampak tidak tercapainya mutu pelaksanaan pemadatan campuran agregat aspal di lapangan. Hasil pemadatan yang kurang memenuhi standar mutu akan menunjukkan performansi permukaan perkerasan keriting bergelombang ketika menerima repetisi beban lalu lintas kendaraan, selanjutnya pada spot atau lintasan kendaran yang sama akan terbentuk alur bekas roda. Secara ringkas faktor-faktor penyebab terjadinya *rutting*, *cracking* dan *corrugation* permukaan perkerasan jalan dapat ditunjukkan dalam Gambar 4.194.



Gambar 4.194. Variabel-variabel yang berpengaruh dan mengelompok membentuk variabel Kondisi *Rutting* Perkerasan Jalan

Dari uraian pembahasan tersebut dapat disimpulkan bahwa antara variabel *Rutting*, variabel *Corrugation* dan variabel *Cracking* dalam faktanya di lapangan saling mendukung terhadap kerusakan struktural perkerasan atau ketidakmantapan jalan sehingga dalam analisis faktor ketiga variabel ini berkorelasi kuat membentuk variabel baru, yang selanjutnya diberi nama variabel Kondisi *Rutting* Perkerasan. Indikator untuk mengukur pengaruh variabel Kondisi *Rutting* Perkerasan terhadap tingkat kemantapan jalan dalam pemberlakuan standar mutu perkerasan jalan, adalah: (i) persentase (%) perbedaan luas (m^2) *rutting* permukaan perkerasan tiap kilometer panjang jalan antara kondisi sebelum dan satu tahun pertama setelah pelaksanaan peningkatan atau pemeliharaan berkala; (ii) persentase (%) perbedaan luas (m^2) *alligator cracking* permukaan perkerasan tiap kilometer panjang jalan antara kondisi sebelum dan satu tahun pertama setelah pelaksanaan peningkatan atau pemeliharaan berkala; (iii) persentase (%) perbedaan luas (m^2) *corrugation* permukaan perkerasan tiap kilometer panjang antara kondisi sebelum dan satu tahun pertama setelah pelaksanaan peningkatan atau pemeliharaan berkala. Logika untuk mengukur kecenderungan pengaruh ketiga variabel tersebut terhadap tingkat kemantapan jalan dapat ditunjukkan dalam Gambar 4.195.



$$\Delta TMJ\text{-}1 = \frac{\text{selisih luas } \textit{rutting} \text{ permukaan perkerasan tiap kilometer panjang jalan antara kondisi sebelum dan satu tahun pertama setelah pelaksanaan peningkatan atau pemeliharaan berkala } (m^2)}{\text{luas } \textit{rutting} \text{ permukaan perkerasan tiap kilometer panjang jalan pada kondisi sebelum pelaksanaan peningkatan dan pemeliharaan berkala } (m^2)}$$

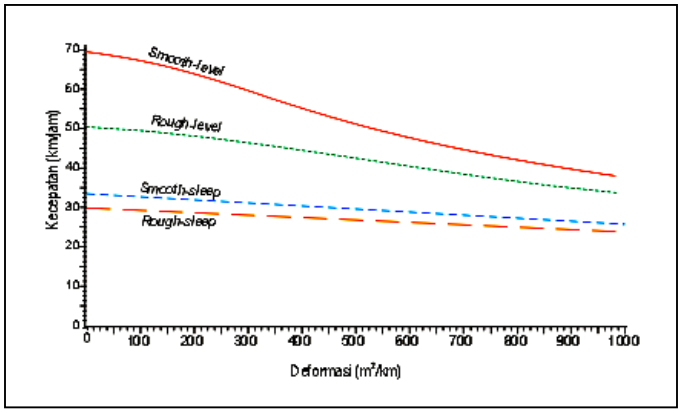
$$\Delta TMJ\text{-}2 = \frac{\text{selisih luas } \textit{alligator cracking} \text{ permukaan perkerasan tiap kilometer panjang jalan antara kondisi sebelum dan satu tahun pertama setelah pelaksanaan peningkatan atau pemeliharaan berkala } (m^2)}{\text{luas } \textit{alligator cracking} \text{ permukaan perkerasan tiap kilometer panjang jalan pada kondisi sebelum pelaksanaan peningkatan dan pemeliharaan berkala } (m^2)}$$

$$\Delta TMJ\text{-}3 = \frac{\text{selisih luas } \textit{corrugation} \text{ permukaan perkerasan tiap kilometer panjang jalan antara kondisi sebelum dan satu tahun pertama setelah pelaksanaan peningkatan atau pemeliharaan berkala } (m^2)}{\text{luas } \textit{corrugation} \text{ permukaan perkerasan tiap kilometer panjang jalan pada kondisi sebelum pelaksanaan peningkatan dan pemeliharaan berkala } (m^2)}$$

Gambar 4.195. Logika mengukur kecenderungan pengaruh varibel Kondisi *Rutting* Perkerasan terhadap tingkat kemantapan jalan dalam pemberlakuan standar mutu perkerasan jalan

b. variabel kondisi deformasi perkerasan. Ditjen Bina Marga (2006.a) merumuskan bahwa deformasi perkerasan jalan merupakan fenomena penurunan perkerasan yang sering terjadi pada perkerasan jalan baru yang harus melayani lalu lintas padat di awal umur pelayanan. Watanatada *et al*. (1987) dalam Gedafa (2006) menyimpulkan dari hasil penelitiannya bahwa ada beberapa faktor internal dan eksternal yang mempengaruhi deformasi permukaan jalan. Faktor internal berkaitan dengan penyimpangan implementasi standar mutu atau pedoman teknis pelaksanaan, antara lain: (i) ketidaktepatan mutu pelaksanaan penghamparan dan pemadatan lapisan tanah dasar sehingga performansi permukaan perkerasan akan mengikuti bentuk perubahan permukaan subgrade; (ii) ketidaktepatan mutu pelaksanaan pencampuran, penghamparan dan pelaksanaan perkerasan berbutir pada lapis pondasi sehingga terjadi penurunan daya dukungnya ketika menerima transfer beban lalu lintas dari permukaan di atasnya, kondisi ini berdampak pada penurunan permukaannya; (iii) kesalahan memilih mutu bahan susun yang sesuai spesifikasi teknis. Selain itu Scott *et al*. (2004) juga menambahkan kesimpulan Watanatada *et al*. (1987) yang menyatakan bahwa penurunan permukaan dapat terjadi ketika air limpasan hujan menggenang lama di atas permukaan jalan kemudian merembes ke dalam lapisan pondasi berbutir (menjadi *saturated*) sehingga daya dukung konstruksinya terganggu, yang akhirnya berdampak terjadinya penurunan permukaan perkerasan. Faktor eksternal menurut Gedafa (2006) dan B.C. *Ministry of Transportation* (2007) disebutkan sebagai faktor yang berkaitan dengan beban lalu lintas dan kondisi regional, antara lain: (i) repetisi beban lalu lintas kendaraan berat (truk) yang melewati dalam kurun waktu satu tahun, pengaruh beban truk dapat mempercepat laju penurunan permukaan perkerasan terutama bagi perkerasan yang sejak awal sudah mengalami ketidaktepatan mutu pelaksanaannya; (ii) adanya potensi longsor tanah dasar yang mendukung badan jalan atau kerusakan kemiringan timbunan tanah badan jalan; (iii) curah hujan yang tinggi dapat mempercepat laju kerusakan *cracking* dan *roughness*. Sjahdanulirwan & Nono (2005.b) menyimpulkan dalam penelitiannya

bahwa deformasi perkerasan jalan diidentifikasi dari performansi depresi (cekungan) pada lapis permukaan di satu sisi dan jembul (peninggian lokal) pada lapis permukaan pada sisi lain yang lain secara berurutan sehingga berbentuk seperti gelombang yang berupa penurunan reguler melintang dengan jarak lima meter. Penyebab terjadinya deformasi (Sjahdanulirwan & Nono, 2005.b) adalah tidak tercapainya homogenitas mutu pencampuran dan pemadatan perkerasan jalan ketika pelaksanaan pekerjaan berlangsung di lapangan, yang selanjutnya diperparah dengan repetisi beban lalu lintas. Paterson (1987.a & 1987.b) dan Gedafa (2006) telah melakukan penelitian tentang hubungan antara laju kerusakan perkerasan tipe *deformation* dan kecepatan kendaraan truk ditunjukkan dalam Gambar 4.196. Makin luas (m^2) deformasi permukaan perkerasan dalam tiap kilometer panjang jalan, maka makin rendah kecepatan kendaraan truk. Hal ini dapat djelaskan bahwa makin luas deformasi permukaan maka makin besar derajad lengkung gelombang antara depresi dan jembul, yang mengindikasikan makin buruk kemantapan perkerasan jalan sehingga berdampak makin rendah kecepatan kendaraan truk. Makin rendah kecepatan truk maka makin panjang *loading time* (Brown & Brunton, 1987) yang berdampak pada makin lama perkerasan menerima repetisi beban, yang pada akhirnya akan mempercepat laju penurunan daya dukungnya.



Sumber: Watanatada et al.(1987) dalam Gedafa (2006)

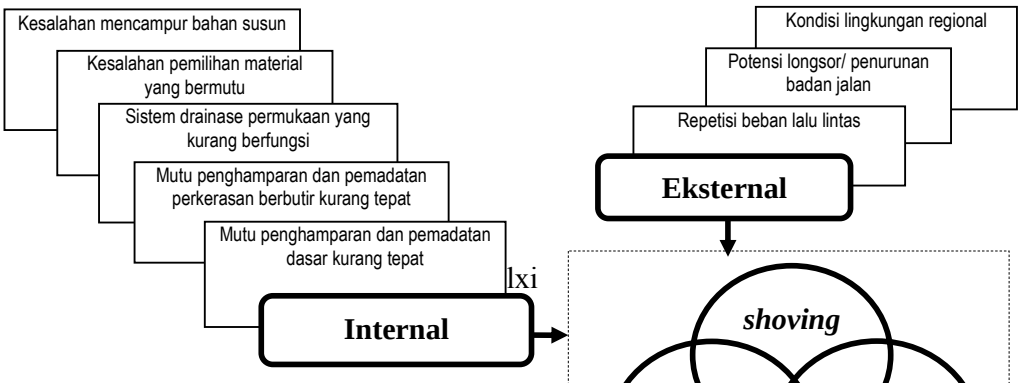
Gambar 4.196. Pengaruh kerusakan perkerasan jalan tipe *deformation* terhadap kemantapan jalan (dinyatakan dengan kecepatan kendaraan)

Dari uraian pembahasan tersebut dapat disimpulkan bahwa faktor internal dan eksternal yang mempengaruhi deformasi permukaan perkerasan jalan akan

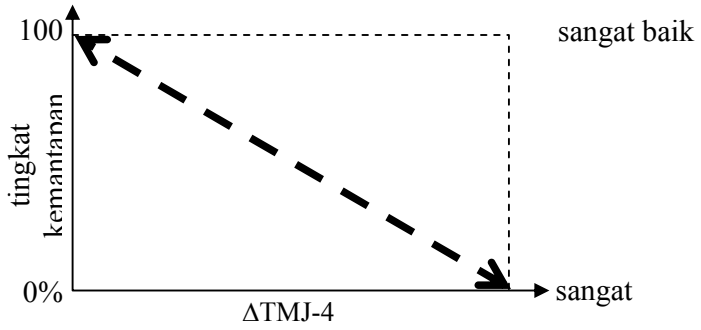
bermuara pada tiga tipe kerusakan yang penting sebagaimana ditunjukkan dalam Gambar 4.197, yaitu:

1) *depression,* terbentuknya cekungan atau lengkungan permukaan perkerasan yang disebabkan:
   a) penurunan daya dukungnya akibat repetisi beban lalu lintas kendaraan berat;
   b) penurunan permukaan lapis pondasi jalan;
2) *shoving*, berbentuk jembul (peninggian lokal) atau permukaan sobek yang disebabkan:
   a) stabilitas rendah pada campuran beton aspal yang diperparah oleh gaya impasan roda kendaraan berat yang melaju dengan cepat;
   b) ikatan yang lemah antara lapis permukaan yang baru dengan yang lama (lapisan *tack coat* tidak berfungsi);
   c) beban kendaraan berhenti terutama di lokasi simpang berlampu lalu lintas.
3) *distortion*, terlepasnya luasan permukaan perkerasan karena penurunan permukaan yang mendadak, yang disebabkan:
   a) *settlement* lapisan tanah dasar (*subgrade*) atau lapisan pondasi jalan (*subbase* dan *base course*);
   b) kelongsoran badan jalan dan kerusakan kemiringan timbunan tanah badan jalan;
   c) drainase permukaan yang memotong melintang badan jalan.

Indikator untuk mengukur pengaruh variabel Kondisi Deformasi Perkerasan terhadap tingkat kemantapan jalan dalam pemberlakuan standar mutu perkerasan jalan adalah: persentase (%) perbedaan luas (m^2) *deformation* permukaan perkerasan tiap kilometer panjang jalan antara kondisi sebelum dan satu tahun pertama setelah peningkatan atau pemeliharaan berkala. Logika mengukur kecenderungan pengaruh variabel Kondisi Deformasi Perkerasan terhadap tingkat kemantapan perkerasan jalan dapat ditunjukkan dalam Gambar 4.198.



Gambar 4.197. Variabel-variabel yang mengelompok membentuk variabel Deformasi Permukaan Perkerasan Jalan



$$\Delta\text{TMJ-4} = \frac{\text{selisih luas (m}^2\text{) deformasi permukaan perkerasan tiap km panjang jalan antara kondisi sebelum dan satu tahun pertama setelah pelaksanaan peningkatan atau pemeliharaan berkala}}{\text{luas (m}^2\text{) deformasi permukaan perkerasan tiap km panjang jalan pada kondisi sebelum pelaksanaan peningkatan atau pemeliharaan berkala}}$$

Gambar 4.198. Logika mengukur kecenderungan pengaruh variabel Kondisi Deformasi Perkerasan terhadap tingkat kemantapan jalan dalam pemberlakuan standar mutu perkerasan jalan.

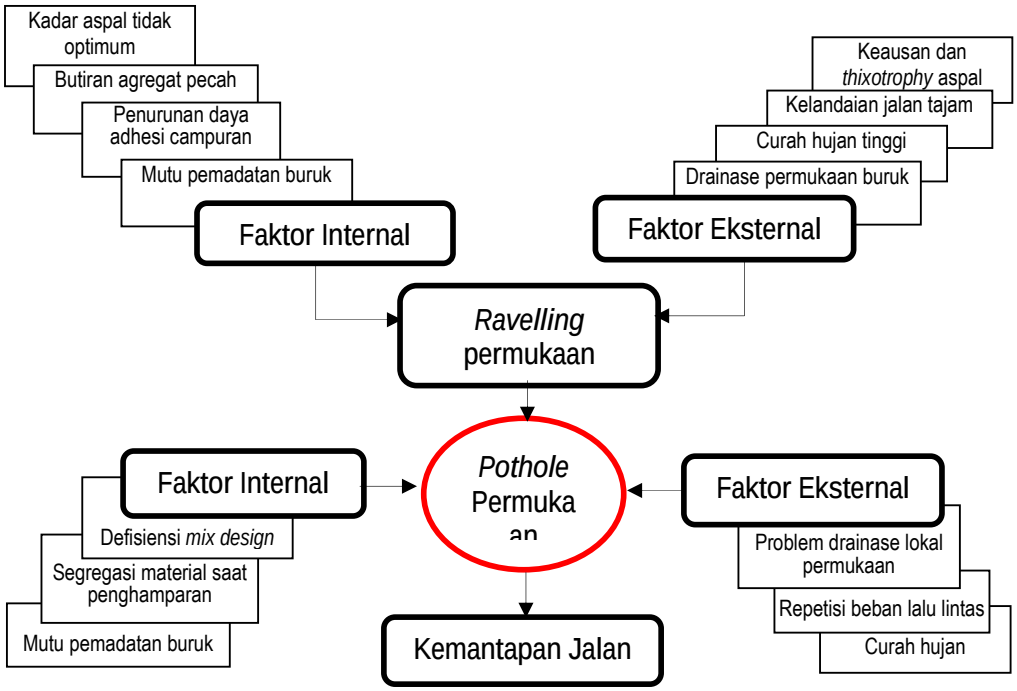
c. variabel kondisi *pothole* perkerasan, merupakan representasi antara variabel Permukaan Berlubang (*Pothole*) dan variabel Pelepasan Butiran Agregat Perkerasan (*Ravelling*) memiliki karakter yang hampir sama satu sama lain yang tidak teramati.

Ravelling (Syahdanulirwan & Nono, 2005.b) merupakan peristiwa pelepasan (disintegrasi) butiran agregat batuan dari permukaan perkerasan karena

faktor internal (aspek implementasi standar mutu perkerasan) dan faktor eksternal (aspek faktor regional). Beberapa penyebab internal (lihat Gambar 4.199) terhadap terjadinya *ravelling* permukaan perkerasan, antara lain: (i) penurunan daya adhesi antara agregat dan aspal dan penurunan daya kohesi antar butiran agregat karena kadar aspal tidak cukup menyelimuti permukaan butiran agregat, permukaan agregat basah dan butiran agregat terselimuti oleh *clay* (B.C. *Ministry of Transportation*, 2007; *Road Note,* 1999); (ii) butiran agregat pecah karena keausan dan *thixotrophy* aspal serta beban lalu lintas kendaraan berat (B.C. *Ministry of Transportation*, 2007); (iii) proses pemadatan beton aspal yang buruk (tidak memenuhi standar mutu) karena suhu pemadatan lebih rendah dari persyaratan minimalnya dan diperparah lagi oleh jumlah lintasan pemadatan alat pemadat yang tidak sesuai dengan hasil *trial spreeding*, sehingga tidak terjadi ikatan yang kuat antara butiran agregat dan aspal dan akhirnya hasil pemadatan masih meninggalkan rongga udara yang besar (lebih dari 4% terhadap volume perkerasan) yang mudah dilalui oleh infiltrasi atau air limpasan permukaan (Watanatada *et al*., 1987 dalam Gedafa, 2006; *B.C. Ministry of Transportation*, 2007); dan (iv) segregasi bahan susun ketika mencampur bahan susun beton aspal di lapangan selama masa konstruksi (Paterson, 1987 dalam Scott *et al*., 2004). Selain faktor internal, beberapa faktor eksternal (lihat Gambar 4.199) yang menyebabkan terjadinya *ravelling* permukaan perkerasan, antara lain: (i) sistem drainase permukaan jalan yang tidak berfungsi dengan baik untuk menampung air limpasan dari permukaan jalan sehingga menyebabkan terjadinya infiltrasi ke dalam lapisan permukaan, selanjutnya infiltrasi ini merusak ikatan aspal dan agregat atau antar agregat (B.C. *Ministry of Transportation*, 2007; Watanatada *et al*., 1987 dalam Gedafa, 2006); (ii) repetisi beban lalu lintas kendaraan berat yang bersifat lebih memperburuk pelepasan material permukaan perkerasan pada kondisi mutu pelaksanaan pemadatannya tidak tercapai (Paterson, 1987 dalam Scott *et al*., 2004); (iii) curah hujan yang tinggi dibarengi dengan beban lalu lintas yang tinggi dan kelandaian jalan yang makin besar maka berdampak terhadap kehilangan material permukaan perkerasan jalan makin besar (Watanatada *et al*., 1987 dalam Gedafa, 2006). Watanatada *et al*. (1987) meneliti tentang hubungan antara estimasi kecenderungan kerusakan perkerasan jalan tipe *ravelling* dan waktu mulai terjadinya penurunan

kemantapan jalan sebagaimana dapat ditunjukkan dalam Gambar 4.200. Penelitian Watanatada *et al*. (1987) tersebut menunjukkan bahwa *ravelling* tidak terjadi langsung pada awal umur pelayanan jalan, sejalan dengan proses pelayanan repetisi beban lalu lintas kendaraan berat dan bersamaan dengan infiltrasi air limpasan ke dalam lapisan perkerasan maka *ravelling* biasanya mulai terjadi minimal sepertiga dari umur pelayanan yang ditargetkan. Pada saat bersamaan dengan sepertiga dari umur pelayanan tersebut, terjadi tipe kerusakan yang lain seperti *cracking* dan *pothole* sehingga makin memperparah kemantapan jalan.

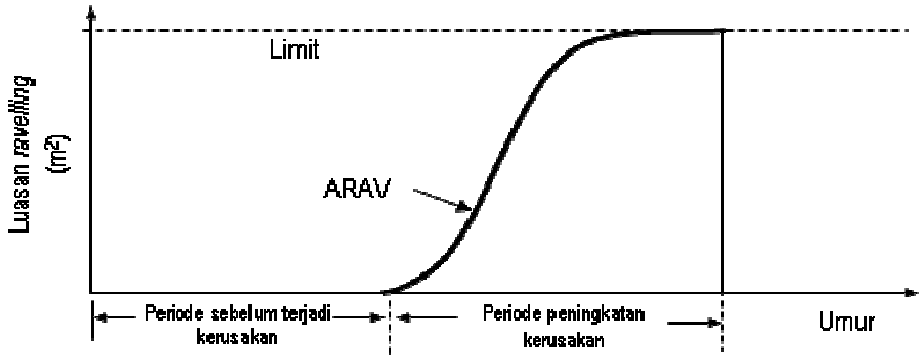
Pothole merupakan perisitiwa disintegrasi permukaan perkerasan yang berupa lubang-lubang pada permukaan yang memiliki diameter lebih besar 150 mm dan kedalaman lebih dari 25 mm yang biasanya terjadi pada suatu ruas jalan yang melayani repetisi beban lalu lintas kendaraan berat yang cukup padat (Watanatada *et al*., 1987). Sedangkan B.C. *Ministry of Transportation* (2007) mendefinisikan *pothole* sebagai rongga di permukaan perkerasan yang berbentuk *bowl* dengan berbagai ukuran yang berjarak menyebar 5 meter satu sama lain.



Gambar 4.199. Variabel-variabel yang mengelompok membentuk variabel *Pothole* Permukaan Perkerasan

Beberapa faktor internal yang menyebabkan terjadinya *pothole* permukaan perkerasan, antara lain: (i) defisiensi *mix design* beton aspal, kadar aspal yang tidak optimum dan beberapa ukuran butiran agregat yang tidak memenuhi spesifikasi teknis sehingga banyak rongga udara yang besar dan berpeluang menjadi lubang ketika dirembesi air dan didesak repetisi beban lalu lintas (B.C. *Ministry of Transportation,* 2007); dan (ii) terjadinya segregasi bahan susun pada saat penghamparan beton aspal yang dibarengi dengan penurunan suhu penghamparan sehingga ketepatan mutu pemadatan tidak tercapai (Paterson, 1987.a & 1987.b dalam Scott *et al*., 2004). Faktor eksternal yang menyebabkan terjadinya *pothole* permukaan perkerasan, antara lain: (i) problem drainase lokal permukaan yang terjadi pada suatu spot (luasan kecil) karena air limpasan yang menggenang, selanjutnya infiltrasi ke dalam lapisan perkerasan dan merusak ikatan aspal terhadap agregatnya, yang semula kecil dan dangkal berkembang menjadi besar dan dalam, yang disebut lubang (B.C. *Ministry of Transportation,* 2007); (ii) curah hujan menghasilkan air limpasan yang besar yang mampu infiltrasi ke dalam lapisan perkerasan melalui rongga-rongga udara yang tersisa dari proses pemadatannya, air yang merembes tersebut mempercepat proses pelepasan butiran dari kelompoknya selanjutnya membentuk lubang (Watanatada *et al.*, 1987 dalam Gedafa, 2006); dan (iii) repetisi beban lalu lintas kendaraan berat dapat memperparah kecenderungan perluasan lubang permukaan perkerasan ketika infiltrasi air hujan mencapai konstruksi perkerasan (Watanatada *et al.*, 1987 dalam Gedafa, 2006). Seperti halnya *cracking* dan *ravelling*, *potholes* tidak terjadi langsung pada awal umur pelayanan jalan, biasanya didahului dengan terjadinya *cracking, ravelling* dan *rutting* bersamaan dengan repetisi beban lalu lintas dan infiltrasi air hujan maka terbentuklah lubang-lubang pada permukaan perkerasan. Dari Gambar 4.200 dapat ditunjukkan bahwa kerusakan perkerasan jalan tipe *pothole* maksimal 30% dari luasan perkerasan tiap kilometer panjang jalan yang ditinjau, jika batas itu tercapai maka dilakukan perbaikan (peningkatan atau pemeliharaan berkala) secara intensif. Batasan tersebut berbeda dengan batasan kerusakan perkerasan tipe *cracking* dan *ravelling* yang harus diperbaiki jika sudah

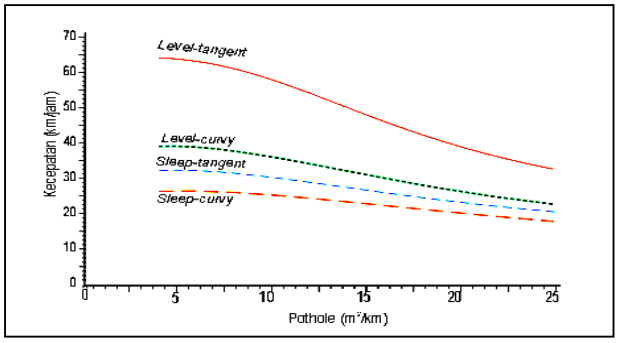
mencapai 100% dari luasan perkerasan tiap kilometer panjang jalan yang ditinjau. Watanatada *et al*. (1987) dalam Gedafa (2006) meneliti tentang pengaruh jumlah *pothole* per kilometer panjang jalan yang ditinjau terhadap kemantapan jalan (yang diidentifikasi dalam kecepatan kendaraan berat), yang menunjukkan bahwa makin banyak jumlah lubang permukaan perkerasan per kilometer panjang jalan maka makin tidak mantap perkerasannya sehingga berdampak makin rendah kecepatan kendaraannya, sebagaimana ditunjukkan dalam Gambar 4.201.



Keterangan: ARAV = *the total area ravelled, in percent of the total carriageway area* (jumlah luas *ravelling*, dinyatakan persentase terhadap luas lajur perkerasan total)

Sumber: Watanatada et al. (1987) dalam Gedafa (2006)

Gambar 4.200. Estimasi kecenderungan kerusakan perkerasan jalan tipe *ravelling* terhadap umur pelayanan jalan

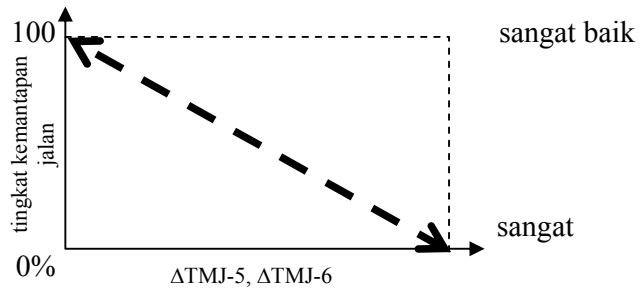


Sumber: Watanatada et al. (1987) dalam Gedafa, (2006)

Gambar 4.201. Pengaruh jumlah *pothole* permukaan perkerasan terhadap kemantapan jalan (dinyatakan dalam kecepatan kendaraan berat)

Dari uraian pembahasan tersebut dapat disimpulkan bahwa antara variabel *Ravelling* Perkerasan dan variabel *Pothole* Perkerasan memiliki karakter yang hampir sama dalam hal performansi permukaan yang berlubang sehingga dalam analisis faktor kedua variabel tersebut mengelompok menjadi variabel baru,

selanjutnya diberi nama variabel Kondisi *Pothole* Perkerasan. Indikator untuk mengukur pengaruh variabel Kondisi *Pothole* Perkerasan terhadap tingkat kemantapan jalan dalam pemberlakuan standar mutu perkerasan jalan, adalah: (i) persentase (%) perbedaan luas (m^2) *ravelling* permukaan perkerasan tiap kilometer panjang jalan antara kondisi sebelum dan satu tahun pertama setelah peningkatan atau pemeliharaan berkala; (ii) persentase (%) perbedaan jumlah *pothole* permukaan perkerasan tiap kilometer panjang jalan antara kondisi sebelum dan satu tahun pertama setelah peningkatan atau pemeliharaan berkala. Logika mengukur kecenderungan pengaruh variabel Kondisi *Pothole* Perkerasan terhadap tingkat kemantapan perkerasan jalan dapat ditunjukkan dalam Gambar 4.202.



$$\Delta\text{TMJ-5} = \frac{\text{selisih luas } \textit{ravelling} \text{ permukaan perkerasan tiap kilometer panjang jalan antara sebelum dan satu tahun pertama setelah peningkatan atau pemeliharaan berkala } (m^2)}{\text{luas } \textit{ravelling} \text{ permukaan perkerasan tiap km panjang jalan pada kondisi sebelum pelaksanaan peningkatan atau pemeliharaan berkala } (m^2)}$$

$$\Delta\text{TMJ-6} = \frac{\text{selisih jumlah } \textit{pothole} \text{ permukaan perkerasan tiap kilometer panjang jalan antara sebelum dan satu tahun pertama setelah peningkatan atau pemeliharaan berkala } (\textit{pothole})}{\text{jumlah } \textit{pothole} \text{ permukaan perkerasan tiap km panjang jalan pada kondisi sebelum pelaksanaan peningkatan atau pemeliharaan berkala } (\textit{pothole})}$$

Gambar 4.202. Logika mengukur kecenderungan pengaruh variabel Kondisi *Pothole* Perkerasan terhadap tingkat kemantapan jalan dalam pemberlakuan standar mutu perkerasan jalan.

15. Validasi pengelompokan variabel yang mempengaruhi tingkat kenyamanan jalan (TNJ) dalam pemberlakuan standar mutu perkerasan jalan

Analisis faktor terhadap variabel-variabelnya yang mempengaruhi aspek Tingkat Kenyamanan Jalan (TNJ) pada mulanya dilakukan atas 6 (enam) macam, yaitu: (i) Kerataan Permukaan; (ii) Kekesatan Permukaan; (iii) Kemiringan Melintang Permukaan; (iv) Kemiringan Memanjang Permukaan; (v) Kelicinan Permukaan; dan (vi) Keamanan Berkendaraan. Hasil analisis korelasi awal menunjukkan variabel Kemiringan Memanjang Permukaan memiliki nilai MSA di bawah 0,5. Berdasarkan hasil korelasi awal ini, maka variabel tersebut tidak

diikutkan dalam estimasi model faktor. Secara ringkas, model faktor yang dihasilkan pada aspek tingkat kenyamanan jalan dapat dijelaskan dalam Tabel 4.30.

Tabel 4.31. Nilai korelasi variabel tingkat kenyamanan jalan (TNJ) terhadap 3 (tiga) faktor yang terbentuk setelah dirotasi dengan metode *varimax*

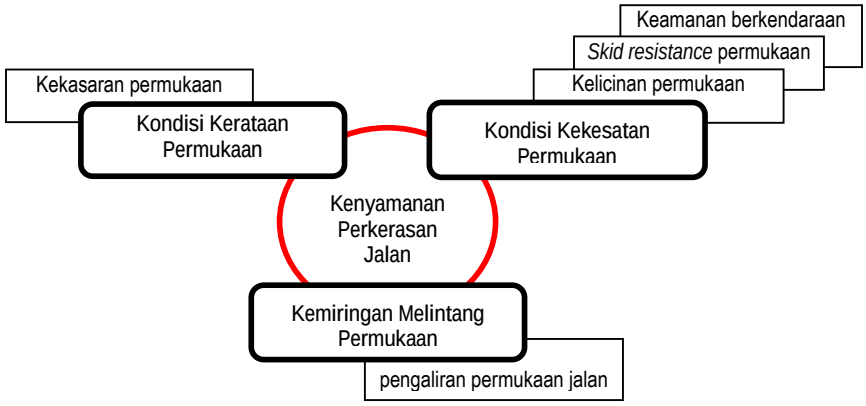
Variabel	Faktor			*Commonality*
	1	2	3	
Kerataan permukaan	**0,816**	-0,036	-0,471	0,889
Kekesatan permukaan	0,076	**0,523**	-0,171	0,904
Kemiringan melintang	0,091	0,277	**0,566**	**0,919**
Keamanan Berkendaraan	0,325	**0,519**	-0,328	0,837
Kelicinan permukaan	0,421	**-0,896**	-0,039	**0,832**
Nilai *eigen* faktor 1 = 3,248; faktor 2 = 2,015; faktor 3 = 1,218 Variansi total yang dapat dijelaskan dengan 4 faktor = **87,627%.**				

Sebagaimana disajikan pada Tabel 4.30, hasil analisis faktor model dengan 3 (tiga) faktor mampu menjelaskan 87,627% variansi total yang terdapat pada seluruh variabel. Ditinjau dari nilai kebersamaannya (*commonality*) yang berkisar antara 0,832 hingga 0,919 maka model faktor di atas masih dapat diterima dengan kualitas baik.

Rotasi nilai bobot dengan metode *varimax* menghasilkan koefisien korelasi tiap-tiap variabel terhadap dengan ketiga faktor yang terbentuk. Hampir seluruh variabel dapat ditentukan kecondongannya pada sebuah faktor tertentu secara jelas. Dengan membaca pola pengelompokan variabel-variabel terhadap faktor di atas, kiranya masih dapat diterima apabila Faktor ke-1 hingga ke-3 berturut-turut diinterpretasikan sebagai Faktor Kondisi Kerataan Permukaan, Faktor Kondisi Kekesatan Permukaan dan Faktor Kemiringan Melintang Permukaan. Dengan demikian analisis faktor telah menyeleksi dan mengelompokkan variabel yang mempengaruhi terhadap tingkat kenyamanan jalan dari semula 6 (enam) variabel menjadi 3 (tiga) variabel, seperti yang disajikan dalam Gambar 4.203.

Hasil analisis faktor tersebut mendukung beberapa kriteria kenyamanan jalan yang dirumuskan oleh Ditjen Bina Marga (2006.a); Scott *et al*. (2004); Guignier & Madanat (1999) dalam Gedafa (2006); Paterson (1986) dalam Scott *et al*. (2004); dan FHWA-USA (2006). Ditjen Bina Marga (2006.a) menetapkan ada

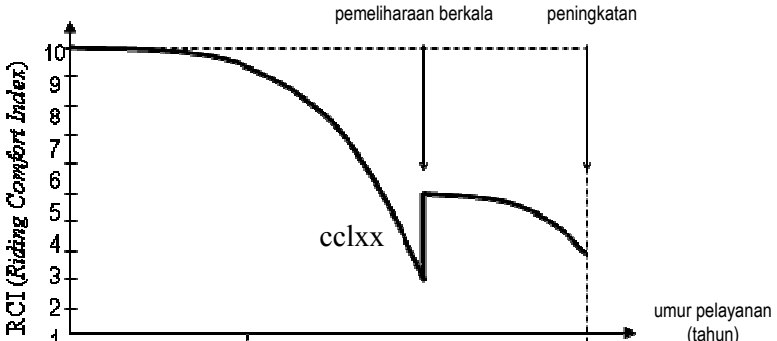
tiga aspek penting untuk mengukur tingkat kenyamanan jalan, yaitu: (i) jalan harus rata, artinya ada perasaan nyaman bagi pengemudi karena tidak merasakan kendaraannya berjalan di atas permukaan yang bergelombang; (ii) jalan harus kesat (tidak licin), artinya ada perasaan nyaman bagi pengemudi karena tidak merasakan kendaraannya tergelincir di atas permukaan yang licin; dan (iii) jalan harus aman, artinya ada perasaan nyaman bagi pengemudi karena tidak merasakan resiko fatalitas kecelakaan di jalan. Demikian juga Scott *et al*. (2004) menyimpulkan bahwa indikator penting untuk mengukur kenyamanan jalan adalah tingkat kerataan atau kekasaran permukaan jalan (*roughness)* dan jumlah alur bekas roda kendaraan pada permukaan jalan. Berbeda dengan pendapat Scott *et al*. (2004), Watanatada *et al*. (1987) dalam Gedafa (2006) menyatakan bahwa ada 4 (empat) indikator mengevaluasi kenyamanan jalan, yaitu: (i) kondisi kerataan permukaan perkerasan, yang diidentifikasi dengan nilai *roughness;* (ii) kondisi keamanan berkendaraan, yang diidentifikasi dengan jumlah *rise plus fall* permukaan perkerasan; (iii) kondisi kelicinan permukaan yang diidentifikasi dengan luasan *bleeding* permukaan perkerasan dan nilai *skid resistance;* dan (iv) kondisi deformasi permukaan, yang diidentifikasi dengan luasan depresi permukaan perkerasan. Paterson (1986) dalam Scott *et al*. (2004) menyatakan bahwa tingkat kenyamanan pelayanan jalan dapat diidentifikasi dengan indikator *road comfort index* (RCI) dan *present servicability.* FHWA-USA (2006) menyebutkan kenyamanan jalan diukur dari beberapa faktor, antara lain: (i) faktor keamanan, diidentifikasi dari jumlah kecelakaan yang terjadi; (ii) faktor kelicinan permukaan jalan, yang diidentifikasi dengan nilai *skid resistance;* (iii) faktor kerataan permukaan jalan, yang diidentifikasi dengan nilai RCI.



Gambar 4.203. Variabel dominan yang mempengaruhi tingkat kenyamanan perkerasan jalan

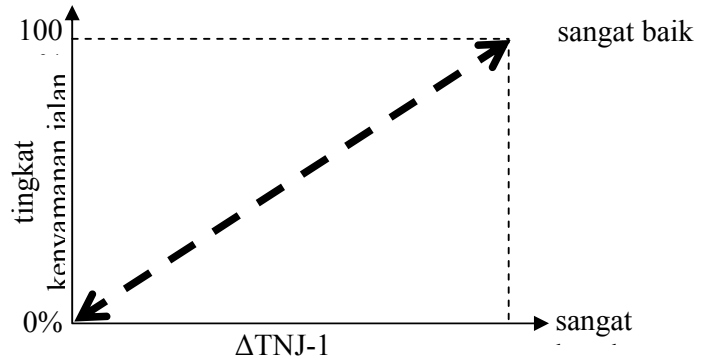
a. Variabel kondisi kerataan permukaan. Kekasaran permukaan jalan yang dinyatakan dalam nilai IRI, adalah besaran ukuran yang menyatakan nilai ketidakrataan permukaan, yang dinyatakan dalam panjang kumulatif turun naiknya permukaan perkerasan per satuan panjang (Ditjen Bina Marga, 2006.a; Paterson, 1995). Makin besar nilai IRI, maka makin buruk kondisi permukaan perkerasan jalan. Nilai IRI dapat digunakan sebagai indikator kemantapan jalan maupun kenyamanan jalan (Guignier & Madanat, 1999). Nilai IRI yang digunakan sebagai indikator kenyamaman jalan maka besarannya dapat ditransfer ke dalam nilai RCI dengan menggunakan persamaan empiris dalam Gambar 2.22 maupun penjelasan dalam Tabel 2.44. Paterson (1995) dalam Gedafa (2006) memberikan ilustrasi perubahan nilai RCI selama umur pelayanan jalan pada kondisi normal (tidak terjadi kendaraan *overloading*), yang ditunjukkan dalam Gambar 4.204. Pada awal umur pelayanan nilai RCI dalam kategori *very smooth* (*rating* 10), selanjutnya sepertiga pertama dari umur pelayanan nilai RCI mulai menurun sampai *rating* 2 pada sepertiga terakhir dari umur pelayanan. Pada kondisi ini dilakukan *periodic maintenance* untuk meningkatkan nilai RCI sampai mendekati *rating* 5, kemudian nilai RCI mulai menurun lagi sampai *rating* 2 pada akhir umur pelayanan, selanjutnya dilakukan peningkatan konstruksi jalan agar nilai RCI kembali ke rating 10.

Dari uraian pembahasan tersebut dapat disimpulkan bahwa indikator untuk mengukur pengaruh variabel Kondisi Kerataan Permukaan terhadap tingkat kenyamanan perkerasan jalan dalam pemberlakuan standar mutu perkerasan jalan, adalah: persentase (%) perbedaan nilai RCI perkerasan jalan antara kondisi sebelum dan satu tahun pertama setelah peningkatan atau pemeliharaan berkala. Logika mengukur kecenderungan pengaruh variabel Kondisi Kerataan Permukaan terhadap tingkat kenyamanan perkerasan jalan dapat ditunjukkan dalam Gambar 4.205.



Sumber : Paterson (1995) dalam Gedafa (2006)

Gambar 4.204. Proses perubahan nilai RCI yang mendeskripsikan kenyamanan jalan selama umur pelayanan jalan



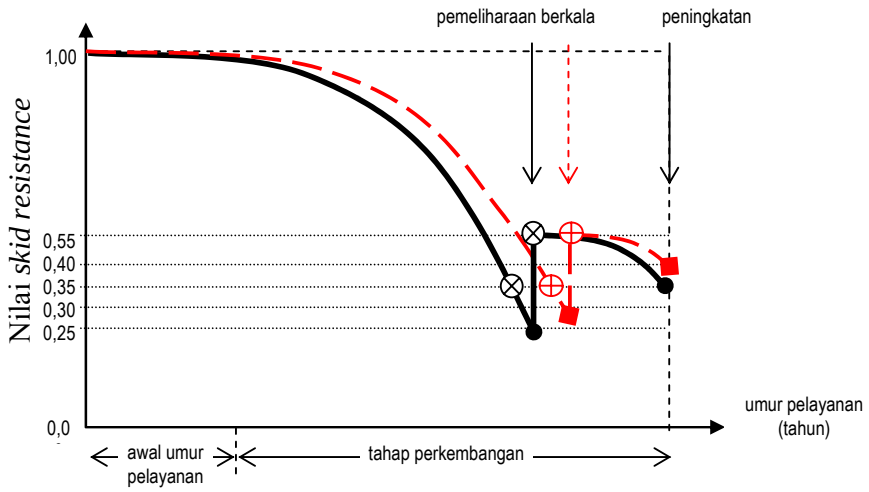
$$\Delta TNJ\text{-}1 = \frac{\text{selisih nilai RCI permukaan perkerasan tiap kilometer panjang jalan antara kondisi sebelum dan satu tahun pertama setelah peningkatan atau pemeliharaan berkala (RCI)}}{\text{nilai RCI permukaan perkerasan tiap km panjang jalan pada kondisi sebelum pelaksanaan peningkatan atau pemeliharaan berkala (RCI)}}$$

Gambar 4.205. Logika mengukur kecenderungan pengaruh variabel Kondisi Kerataan Permukaan terhadap kenyamanan jalan dalam pemberlakuan standar mutu perkerasan jalan.

b. Variabel kondisi kekesatan permukaan, merupakan representasi dari variabel-variabel yang memiliki karakter yang hampir sama satu sama lain yang tidak teramati, yaitu: (i) variabel Kekesatan Permukaan; (ii) variabel Keamanan Berkendaraan; dan (iii) variabel Kelicinan Permukaan.

Gambar 4.206 mendeskripsikan bahwa seperempat awal umur pelayanan jalan, nilai *skid resistance* mulai menurun sampai *rating* 0,25 SCRIM (*devided carriageways*) atau 0,30 SCRIM (*undevided carriageways*) masing-masing terjadi pada tigaperempat awal dari umur pelayanannya. Pada kondisi ini dilakukan pemeliharaan berkala untuk menaikkan *skid resistance* pada *rating* 0,55 SCRIM (kondisi sedang). Selama sisa umur pelayanan (seperempat akhir dari batas akhir

umur pelayanan) terjadi penurunan dari *rating* 0,55 SCRIM menjadi *rating* 0,35 SCRIM (*devided carriageways*) atau *rating* 0,40 SCRIM (*undevided carriageways*) sehingga pada akhir umur pelayanan harus dilakukan peningkatan kekuatan struktural jalan (*betterment*). Ilustrasi perubahan nilai *skid resistance* yang diteliti oleh TNZ (2002.b) ini amat penting untuk merencanakan program-program pemeliharaan dan peningkatan jalan dalam usaha merekduksi jumlah kecelakaan kendaraan akibat selip atau kegelinciran roda kendaraan terutama pada saat kondisi permukaan basah.



Keterangan:

Divided carriageways (lajur perkerasan jalan yang terbagi)

Undivided carriageways (lajur perkerasan jalan tidak terbagi)

Investigatory level (IL) of skid resistance

Threshold level (TL) of skid resistance

Sumber : TNZ (2002.b)

Gambar 4.206. Perubahan nilai *skid resistance* (dalam satuan SCRIM) selama umur pelayanan pada jalan lurus (bukan tikungan dan bundaran)

Hasil penelitian TNZ (2002.b) tersebut berkaitan erat dengan hubungan antara nilai *skid resistance* permukaan perkerasan jalan dan upaya mereduksi kemungkinan resiko fatalitas kecelakaan (keamanan berkendaraan) akibat selip, seperti yang pernah diteliti oleh FHWA-USA (2006). Beberapa hubungan logis yang didapatkan dari penelitian FHWA-USA (2006) sebagaimana ditunjukkan dalam Gambar 4.207, antara lain: (i) makin besar nilai *skid resistance* (dinyatakan dalam *rating* SCRIM) permukaan perkerasan jalan, maka makin kecil friksi antara

roda kendaraan dengan permukaan jalan, artinya makin kecil friksi tersebut maka makin kecil reduksi terjadinya selip atau gelinciran roda kendaraan; (ii) estimasi konservatif yang menyatakan kemungkinan terjadinya kecelakaan pada cuaca basah (*wet weather*) sebesar 1,5 (satu setengah) kali lebih besar jika dibandingkan dengan cuaca kering (*dry weather*), estimasi ini menganggap kecelakaan kendaraan (selip) pada cuaca basah di jalan dideteksi semuanya berasal dari masalah kekesatan permukaan. FHWA-USA (2006) merumuskan bahwa jumlah curah hujan (dinyatakan dalam *inch*) yang dicatat stasiun pengamat dapat digunakan untuk menghitung persentase lamanya perkerasan dalam kondisi basah (*wet pavement time*). Lamanya perkerasan basah dapat diestimasi dari jumlah total curah hujan tahunan atau *annual rainfall* (AR) yang dinyatakan dalam satuan *inch/year* dengan Persamaan (4.1), yang pernah dikembangkan oleh Hankins (1975). Hubungan antara curah hujan tahunan dengan lamanya perkerasan dalam kondisi basah dapat ditunjukkan dalam Gambar 4.208, yang menunjukkan makin tinggi curah hujan tahunan maka makin panjang waktu perkerasan dalam kondisi basah, yang berarti makin besar kecenderungannya menurunkan nilai *skid resistance*. Hankins (1975) dalam FHWA-USA (2006) meneliti hubungan timbal balik antara kecelakaan pada perkerasan basah (*wet pavement accident*) dan kecelakaan pada perkerasan kering (*dry pavement accident*) yang dinyatakan sebagai *wet safety factor* (WSF) dalam Persamaan (4.2). Makin kecil nilai WSF maka makin banyak kemungkinan kecelakaan kendaraan pada perkerasan basah. Nilai WSF yang rendah pada hampir banyak kasus lebih disebabkan rendahnya nilai *skid resistance*. Jika nilai WSF kurang dari 0,67 dapat diindikasikan bahwa perkerasan jalan memiliki masalah serius yang berkaitan dengan cuaca basah (*wet weather*). Hubungan kecenderungan pengaruh nilai *skid resistance* terhadap WSF dapat ditunjukkan dalam Gambar 4.209.

$$WPT = 3{,}45 \ln (AR) - 5{,}07 \quad (4.1)$$

dengan:

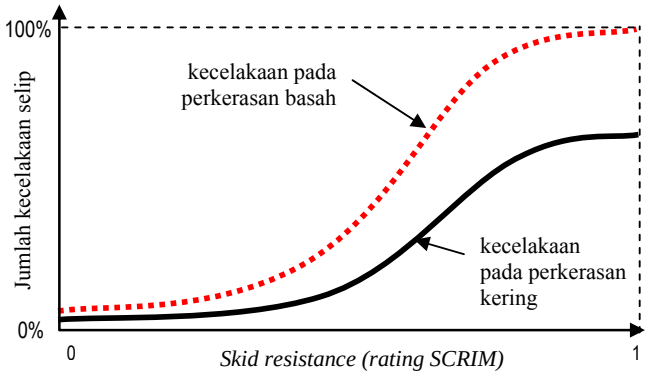
WPT = *wet pavement time* (%)

AR = *annual rainfall* (*inch/year*)

$$WSF = [(DA).(WPT)]/[(WA).(DPT)] \quad (4.2)$$

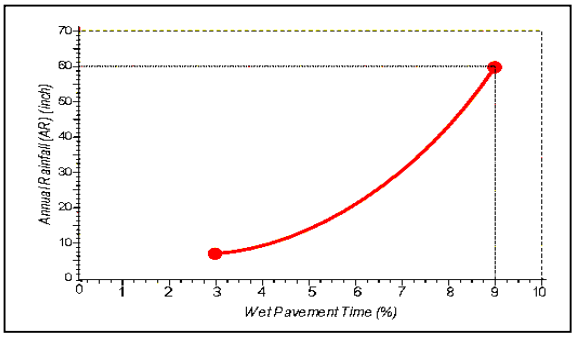
dengan :

WSF = faktor keselamatan pada cuaca basah (*wet safety factor*)
DA = jumlah kecelakaan pada cuaca kering (*number of dry weather accident*)
WA = jumlah kecelakaan pada cuaca basah (*number of wet weather accident*)
DPT = persentase waktu perkerasan kering (*dry pavement time*)
WPT = persentase waktu perkerasan basah (*wet pavement time*)



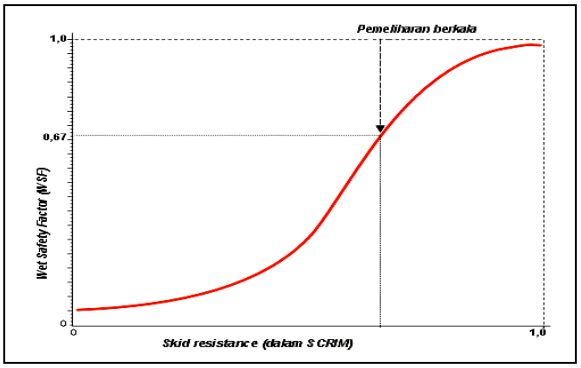
Sumber : Hankins (1975) dalam FHWA-USA (2006)

Gambar 4.207. Kecenderungan pengaruh *skid resistance* (*rating SCRIM*) terhadap jumlah kemungkinan resiko fatalitas kecelakaan kendaraan akibat selip.



Sumber: Hankins (1975) dalam FHWA-USA (2006)

Gambar 4.208. Kecenderungan pengaruh curah hujan tahunan terhadap lamanya perkerasan dalam kondisi basah

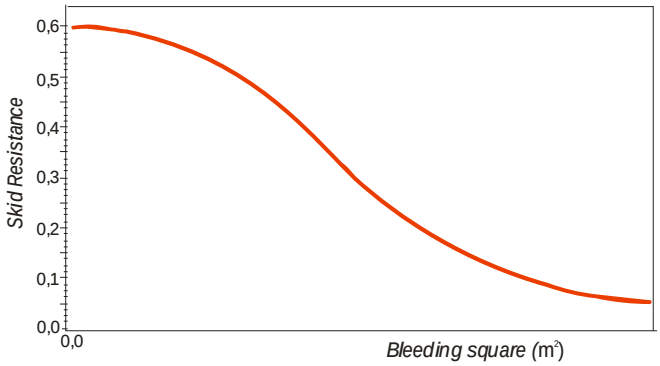


Sumber: Hankins (1975) dalam FHWA-USA (2006)

Gambar 4.209. Kecenderungan pengaruh nilai *skid resistance* terhadap *wet safety factor* (WSF)

Permukaan perkerasan jalan yang licin (*polished road pavement surface*) diidentifikasi seberapa besar kemampuan pelayanan jalan terhadap kendaraan untuk mempertahankan tahanan gelincir rodanya agar tidak selip di atas permukaan perkerasannya (B.C. *Ministry of Transportation*, 2007; Drakos, 2007). Tipe kerusakan struktural perkerasan jalan yang mengindikasikan kelicinan permukaan perkerasannya adalah *bleeding,* yaitu aspal meleleh (mencair) secara menyebar di atas permukaan perkerasan, yang berakibat kenampakan permukaan perkerasan menjadi licin. Pada siang hari yang panas, aspal yang meleleh tersebut cukup mengganggu friksi antara roda kendaraan dengan permukaan perkerasan; pada saat hujan maka permukaan perkerasaan yang mengalami *bleeding* mempercepat kelicinan permukaan sehingga sangat membahayakan kecelakaan selip roda kendaraan. Drakos (2007) menyimpulkan dari hasil penelitiannya tentang *flexible pavement distress* di Florida, bahwa faktor utama penyebab *bleeding,* adalah: (i) defisiensi campuran bahan susun beton aspal (*asphaltic concrete)* yang berupa kadar aspal yang terpakai melebihi kadar aspal optimum sehingga ada sisa aspal yang harus keluar dari ruang antar butiran agregat ke permukaan perkerasan; (ii) defisiensi bahan campuran *tack coat* sebagai laburan tipis aspal yang mengikatkan perkerasan baru terhadap perkerasan lama, kelebihan aspal ini akan mendesak (menolak) aspal pada perkerasan baru untuk keluar dari ruang antar butiran agregat ke permukaan perkerasan. Lawson *et al*. (2007) juga melengkapi hasil penelitian Drakos (2007) yang menyimpulkan bahwa *bleeding* selain disebabkan oleh defisiensi bahan campuran *asphaltic concrete*, juga disebabkan faktor eksternal, antara lain: (i) repetisi beban lalu lintas kendaraan berat yang membebani perkerasan yang memiliki kadar aspal berlebih; (ii) cuaca atau iklim setempat terutama terik matahari yang mempercepat proses kelelehan aspal sehingga aspal akan keluar ke permukaan melalui rongga antar butiran agregat; (iii) penggunaan gradasi ukuran butiran agregat batuan yang tidak tepat (tidak memenuhi spesifikasi teknis) sehingga timbul rongga antar butiran yang melebihi batasan minimalnya, akibanya rongga-rongga tadi akan menjadi media pengaliran aspal yang meleleh menuju permukaan perkerasan.

Dari pendapat Lawson *et al*. (2007) dan Drakos (2007) dapat dicermati penyebab utama kelicinan permukaan perkerasan adalah *bleeding.* Makin banyak aspal yang harus keluar dari ruang antar butiran agregat maka makin banyak aspal yang mengalir ke permukaan perkerasan dan berdampak makin licin permukaan perkerasannya yang pada akhirnya mempercepat roda kendaraan selip (tergelincir) terutama pada saat permukaan basah. Jika dicermati hubungan luasan *bleeding* terhadap kecenderungan terjadinya kecelakaan selip (kegelinciran) roda kendaraan (Drakos, 2007; Lawson *et al*., 2007) dan juga hubungan nilai *skid resistance* terhadap kecenderungan terjadinya kecelakaan selip roda kendaraan (Hankins, 1975 dalam FHWA-USA, 2006) maka hubungan empirik antara luasan *bleeding* terhadap nilai *skid resistance* dapat diilustrasikan dalam Gambar 4.210.



Gambar 4.210. Hubungan empirik antara luasan *bleeding* dan nilai *skid resistance* permukaan perkerasan jalan

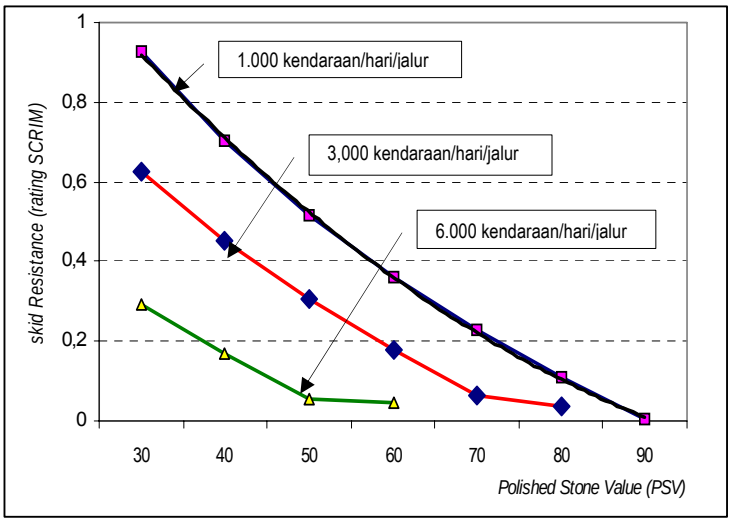
TNZ (2002.b) menyimpulkan hasil penelitian yang berbeda dengan Drakos (2007) dan Lawson *et al*. (2007), yang menyebutkan bahwa kelicinan permukaan perkerasan disebabkan adanya kelicinan agregat (*polished aggregate*) dalam beton aspal (*asphaltic concrete*). Di dalam tiap campuran bahan susun beton aspal, hampir 85 % volumenya terisi fraksi agregat batuan atau hampir 95 % beratnya terdiri atas agregat batuan. Kelicinan agregat sebagai bahan susun yang proporsinya terbanyak dalam campuran beton aspal akan berpengaruh terhadap nilai kekesatan (*skid resistance*) permukaan perkerasan, yang diformulasikan dalam Persamaan (4.10). Hubungan empirik pengaruh kelicinan permukaan agregat batuan (*polished aggregate*) terhadap nilai *skid resistance* permukaan perkerasan pada berbagai volume lalu lintas kendaraan niaga ditunjukkan dalam Gambar 4.211. Makin besar

nilai kelicinan agregat batuan maka makin kecil nilai *skid resistance* pada tiap volume lalu lintas yang ditinjau. .

$$SR = \ln [PSV+(0{,}00663xCVD) + 2{,}6]/100 \quad (4.10)$$

dengan:

PSV = *polished stone value of aggregate* (nilai kelicinan batuan agregat)
SR = *skid resistance(in SCRIM)*
CVD = *flow of commercial vehicles per lane per day* (jumlah kendaraan niaga per jalur per hari)

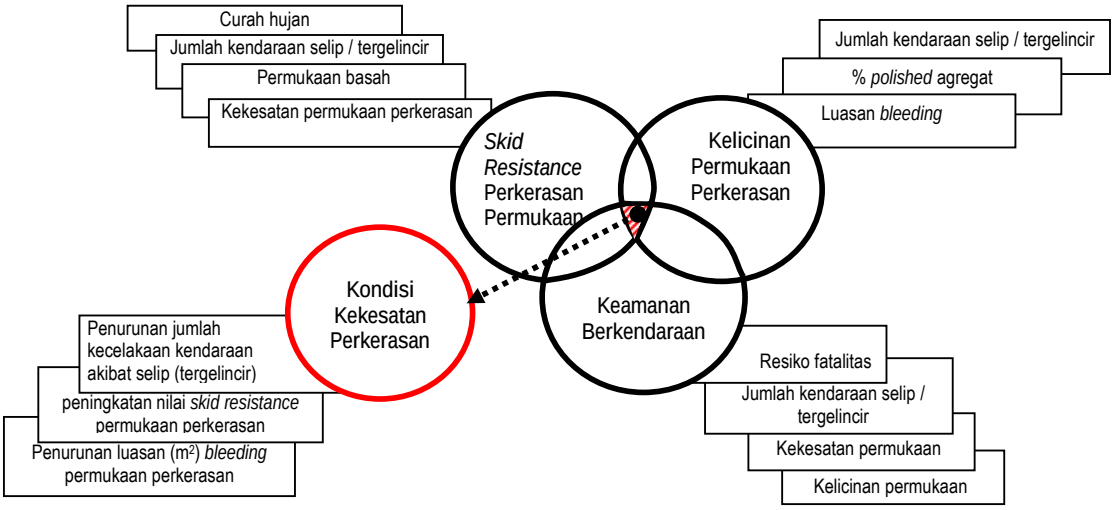


Sumber: TNZ *(2002)*

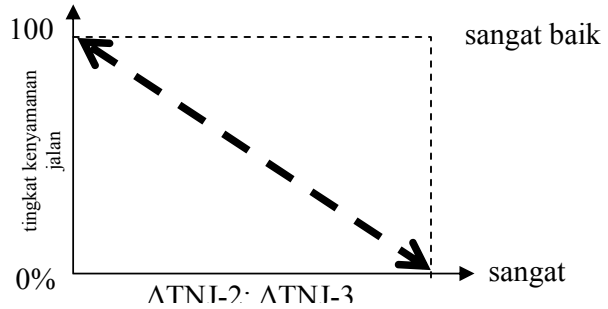
Gambar 4.211. Hubungan empirik pengaruh nilai kelicinan agregat batuan terhadap nilai *skid resistance* permukaan perkerasan

Dari uraian pembahasan tersebut dapat disimpulkan bahwa antara variabel *Skid Resistance* Permukaan, variabel Keamanan Berkendaraan dan varibel Kelicinan Permukaan memiliki karakter yang hampir sama dalam hal kekesatan permukaan perkerasan untuk mereduksi kecenderungan kecelakaan selip (kegelinciran) roda kendaraan terhadap permukaan jalan, sehingga dalam analisis faktor ketiga variabel ini membentuk variabel baru yang diberi nama variabel Kondisi Kekesatan Permukaan. Hubungan keterkaitan ketiga variabel tersebut ditunjukkan dalam Gambar 4.212. Indikator untuk mengukur kecenderungan pengaruh variabel Kondisi Kekesatan Permukaan terhadap tingkat kenyamanan perkerasan jalan dalam pemberlakuan standar mutu perkerasan jalan, adalah: (i) persentase (%) perbedaan jumlah kecelakaan kendaraan akibat *slip* (tergelincir)

pada kondisi antara sebelum dan satu tahun pertama setelah peningkatan atau pemeliharaan berkala; (ii) persentase (%) perbedaan nilai *skid resistance* permukaan perkerasan antara kondisi sebelum dan satu tahun pertama setelah peningkatan atau pemeliharaan berkala; dan (iii) persentase (%) perbedaan luasan (m^2) *bleeding* permukaan perkerasan per kilometer panjang jalan antara kondisi sebelum dan satu tahun pertama setelah peningkatan atau pemeliharaan berkala. Logika mengukur kecenderungan pengaruh variabel Kondisi Kekesatan Permukaan terhadap tingkat kenyamanan perkerasan jalan dapat ditunjukkan dalam Gambar 4.213.

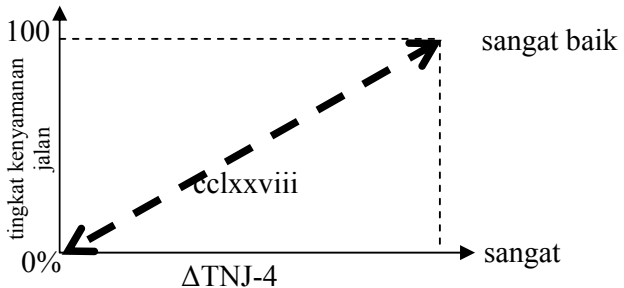


Gambar 4.212. Variabel-variabel pengaruh yang mengelompok membentuk variabel Kondisi Kekesatan Permukaan perkerasan jalan



$$\Delta TNJ\text{-}2 = \frac{\text{selisih jumlah kecelakaan kendaraan akibat } slip \text{ antara kondisi sebelum dan satu tahun pertama setelah peningkatan atau pemeliharaan berkala (kali)}}{\text{jumlah kecelakaan kendaraan akibat slip pada kondisi sebelum pelaksanaan peningkatan atau pemeliharaan berkala (kali)}}$$

$$\Delta TNJ\text{-}3 = \frac{\text{selisih luasan } bleeding \text{ per kilometer panjang jalan antara kondisi sebelum dan satu tahun pertama setelah peningkatan atau pemeliharaan berkala } (m^2)}{\text{luasan } bleeding \text{ per kilometer panjang jalan pada kondisi sebelum peningkatan atau pemeliharaan berkala } (m^2)}$$

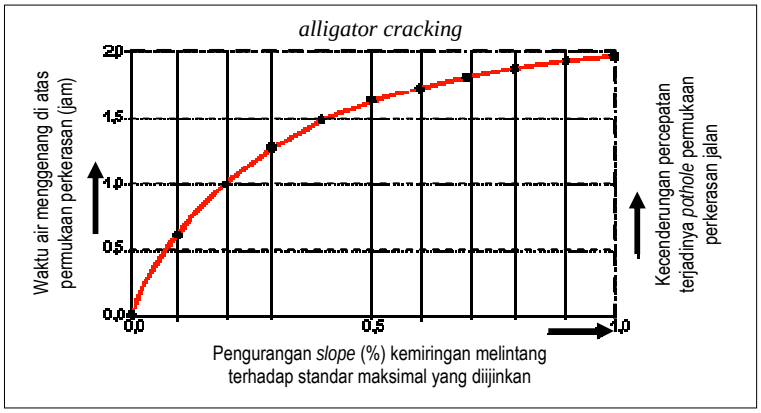


Gambar 4.213. Logika mengukur kecenderungan pengaruh variabel Kondisi Kekesatan Permukaan terhadap kenyamanan jalan dalam pemberlakuan standar mutu perkerasan jalan

c. Variabel kemiringan melintang permukaan. Sebagaimana telah dijelaskan sebelumnya, kemiringan melintang permukaan perkerasan jalan merupakan salah satu variabel penting yang mempengaruhi kecepatan aliran air limpasan hujan di atas permukaan jalan agar segera mengalir menuju ke saluran drainase terbuka yang ada di samping tepi perkerasan sejajar konstruksi jalan. Makin cepat air limpasan tersebut mengalir menuju saluran drainase, maka makin kecil kesempatan air tersebut meresap (infiltrasi) menuju ke lapisan pondasi yang berada di bawah lapisan permukaan sehingga makin kecil kecenderungan kerusakan struktural perkerasan akibat infiltrasi. Berkaitan dengan fenomena tersebut, *Center for Dirt & Gravel Road Studies-Pennsylvania* (2006) dalam Watmove (2007) telah meneliti tentang *Road Surface Drainage*, yang menyimpulkan ada dua faktor penting yang mempengaruhi drainase permukaan jalan, yaitu: (i) *insufficient crown*, artinya ketidakcukupan kemiringan melintang jalan dalam mempercepat aliran air limpasan hujan di atas permukaan jalan agar segera menuju ke saluran drainase yang disediakan; (ii) *artificial berm (grader lip)*, artinya ketidakteraturan kemiringan areal atau kawasan di sekitar saluran drainase tepi jalan yang berada dalam ruang milik jalan. Air permukaan dari kawasan ini membebani saluran drainase jalan sehingga air limpasan di permukaan jalan menjadi macet atau tidak segera mengalir menuju saluran drainase yang ada. Hasil penelitian *Center for Dirt & Gravel Road Studies-Pennsylvania* (2006) dalam Watmove (2007) juga menyimpulkan kecenderungan pengaruh ketidakcukupan kemiringan melintang terhadap waktu lamanya genangan air limpasan hujan di atas permukaan jalan, makin berkurang slope kemiringan melintang terhadap standar *slope* maksimal kemiringan melintang maka makin lama air menggenang atau meresap ke dalam perkerasan jalan (lihat Gambar 4.214). Pengurangan *slope*

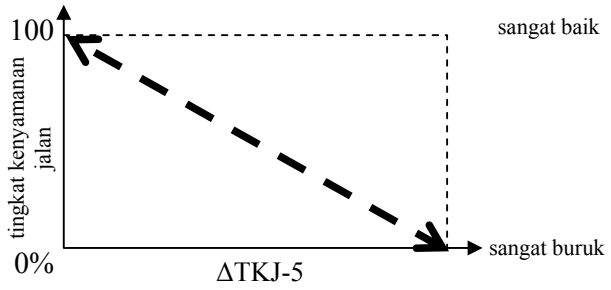
kemiringan melintang perkerasan jalan dari standar *slope* maksimal yang diijinkan dapat terjadi oleh beberapa faktor, antara lain: (i*) traditional slope* sering dibuat setelah permukaan jalan selesai diperkeras *(paving)* beton aspal; (ii) tidak optimalnya program pemeliharaan rutin dan berkala karena tidak didukung penelitian dampak kerusakan struktural dini terhadap pengurangan *slope* melintang permukaan; (iii) kurangnya monitoring dan evaluasi terhadap perubahan kemiringan melintang permukaan perkerasan setiap tahunnya yang dikaitkan dengan perubahan curah hujan, peningkatan repetisi beban lalu lintas, ketidakfungsian saluran drainase permukaan jalan, dan peningkatan jumlah jenis dan tipe kerusakan struktural perkerasan yang terjadi di awal umur pelayanan (Bennett *et al*, 2007). *Traditional slope* tersebut tidak didesain serius sejak awal sehingga dalam perkembangannya tidak mencukupi *(not enough crown)* karena repetisi beban lalu lintas yang *over load* dan *over time* serta dibarengi ketidaktepatan pemeliharaan luasan berkala ketika proporsi *potholes* sudah mencapai lebih dari 30% dari perkerasan per kilometer panjang jalan (*Center for Dirt & Gravel Road Studies-Pennsylvania,* 2006 dalam Watmove, 2007). Pemeliharaan berkala dilakukan pada saat luasan kerusakan struktural hampir mendekati persyaratan ambang batas atas (Ditjen Bina Marga, 2006.a dalam Aly, 2006). Kondisi tersebut yang menyebabkan investasi peningkatan dan pemeliharaan jalan tidak sebanding dengan peningkatan kualitas kemantapan dan kenyamanan jalan. Hasil penelitian *Center for Dirt & Gravel Road Studies-Pennsylvania* (2006) dalam Watmove (2007) juga memberikan peringatan *(warning)* kepada pemangku kebijakan agar segera mempercepat aliran air limpasan di permukaan jalan menuju sistem drainase permukaan untuk mendapatkan manfaat teknis, antara lain: (i) *less erosion*, pengurangan erosi material permukaan perkerasan; (ii) *fewer potholes*, pengurangan luasan *potholes* (lubang permukaan perkerasan); dan (iii) *fewer wash boarding*, penggelontoran material perkerasan sehingga terjadi kerugian material yang berlebihan. Hankins (1975) dalam FHWA-USA (2006) menambahkan *warning* bahwa kemiringan melintang permukaan jalan yang tepat akan mempercepat aliran air limpasan di atas permukaan jalan dan memperkecil infiltrasi sehingga akan memperkecil *wet safety factor* (WSF), makin kecil WSF maka makin besar nilai *skid resistance* permukaan perkerasan, akibanya makin mengurangi *wet pavement accidents*.

Dari uraian pembahasan tersebut dapat disimpulkan bahwa perubahan *slope* kemiringan melintang permukaan perkerasan jalan akan berpengaruh terhadap perubahan *wet safety* factor (WSF) dan *wet pavement accidents*, sehingga indikator untuk mengukur pengaruh variabel Kemiringan Melintang Permukaan terhadap kenyamanan jalan dalam pemberlakuan standar mutu perkerasan jalan, adalah: persentase (%) pengurangan *slope* kemiringan melintang permukaan perkerasan jalan terhadap standar slope kemiringan melintang maksimal yang diijinkan. Logika mengukur kecenderungan pengaruh variabel Kemiringan Melintang Permukaan jalan terhadap kenyamanan jalan dapat ditunjukkan dalam Gambar 4.215.



Sumber: Center for Dirt & Gravel Road Studies-Pennsylvania (2006) dalam Watmove (2007)

Gambar 4.214. Kecenderungan pengaruh pengurangan slope kemiringan melintang permukaan perkerasan jalan terhadap waktu air limpasan menggenang di atas permukaan jalan.



$$\Delta TKJ\text{-}5 = \frac{\text{pengurangan kemiringan melintang jalan antara kondisi sebelum dan satu tahun pertama setelah peningkatan atau pemeliharaan berkala (\%)}}{\text{standar slope maksimal kemiringan melintang jalan yang diijinkan (\%)}}$$

Gambar 4.215. Logika kecenderungan pengaruh variabel Kemiringan Melintang Permukaan terhadap kenyamanan jalan dalam pemberlakuan standar mutu perkerasan jalan

16. Ringkasan pengelompokan variabel-variabel yang mempengaruhi faktor pemberlakuan standar mutu perkerasan jalan (hasil analisis faktor)

Analisis faktor telah mampu menyeleksi variabel-variabel yang mempengaruhi terhadap pemberlakuan standar mutu perkerasan jalan dari semula 131 variabel menjadi 104 variabel (hasil korelasi awal), selanjutnya dari 104 variabel diseleksi dan dikelompokkan menjadi 50 variabel baru. Variabel-variabel ini merupakan variabel yang dominan, secara sistematik dapat ditunjukkan dalam Tabel 4.31. Logika pengukuran kecenderungan pengaruh variabel-variabel tersebut terhadap pemberlakuan standar mutu perkerasan jalan dapat dikelompokkan dalam tiga model, yaitu: (i) hubungan logika bersifat linier positif, makin besar hasil (*rating*) pengukuran pengaruh kecenderungan variabel maka makin baik pencapaian pemberlakuan standar mutu; (ii) hubungan logika bersifat linier negatif, makin kecil hasil (*rating*) pengukuran pengaruh kecenderungan variabel maka makin baik pencapaian pemberlakuan standar mutu; dan (iii) hubungan asimtot parabolik tertutup, nilai optimum kondisi "baik" dicapai pada posisi puncak parabola. Daftar hubungan logika pengukuran kecenderungan pengaruh variabel-variabel tersebut secara lengkap dapat ditunjukkan dalam Lampiran-5 (hal 1 – hal 20).

Tabel 4.31. Variabel-variabel yang mempengaruhi faktor pemberlakuan standar mutu perkerasan jalan (hasil analisis faktor)

Subsistem pemberlakuan	Faktor pemberlakuan	Variabel dominan
Input	Sumber Daya Manusia (SDM)	1. Kompetensi profesi 2. Tingkat pendidikan 3. *Training* profesi 4. Pengalaman kerja profesi
	Utilisasi Alat Uji (UAU)	1. Ketersediaan alat uji 2. Kemudahan juknis alat uji 3. Kehandalan alat uji 4. Kesiapan alat uji
	Utilisasi Bahan Uji (UBU)	1. Ketepatan metoda sampling 2. Kualitas bahan uji

		3. Ketersediaan bahan uji 4. Proses pengadaan bahan uji
	Tampilan Format Standar (TFS)	1. Kemudahan bahasa standar mutu 2. Ukuran buku standar mutu 3. Kualifikasi standar mutu 4. Kelengkapan standar mutu
Process	Sosialisasi Standar Mutu (SOS)	1. Kompetensi instruktur sosialisasi 2. Kualitas materi sosialisasi 3. Komitmen kerjasama kelembagaan 4. Keragaman cara sosialisasi
	Distribusi Standar Mutu (DIS)	1. Ketepatan distribusi standar 2. Kecepatan distribusi standar 3. Ketersediaan buku standar 4. Partisipasi *stakeholder*
	Implementasi Standar Mutu (IMS)	1. Ketepatan implementasi standar 2. Kesesuaian spesifikasi teknis 3. Pengakuan hasil implementasi 4. Jangka waktu implementasi
	Manajemen Data (MDA)	1. Kehandalan sistem basis data 2. Aksesibilitas penggunaan data 3. Kemudahan kompilasi data 4. Kecanggihan pengolahan data

Tabel 4.31. (Lanjutan)

Subsistem pemberlakuan	Faktor pemberlakuan	Variabel dominan
Output	Tingkat Pencapaian Sosialisasi (TPS)	1. Keseragaman penggunaan standar 2. Kemantapan dukungan institusi 3. Ketepatan jadwal sosialisasi

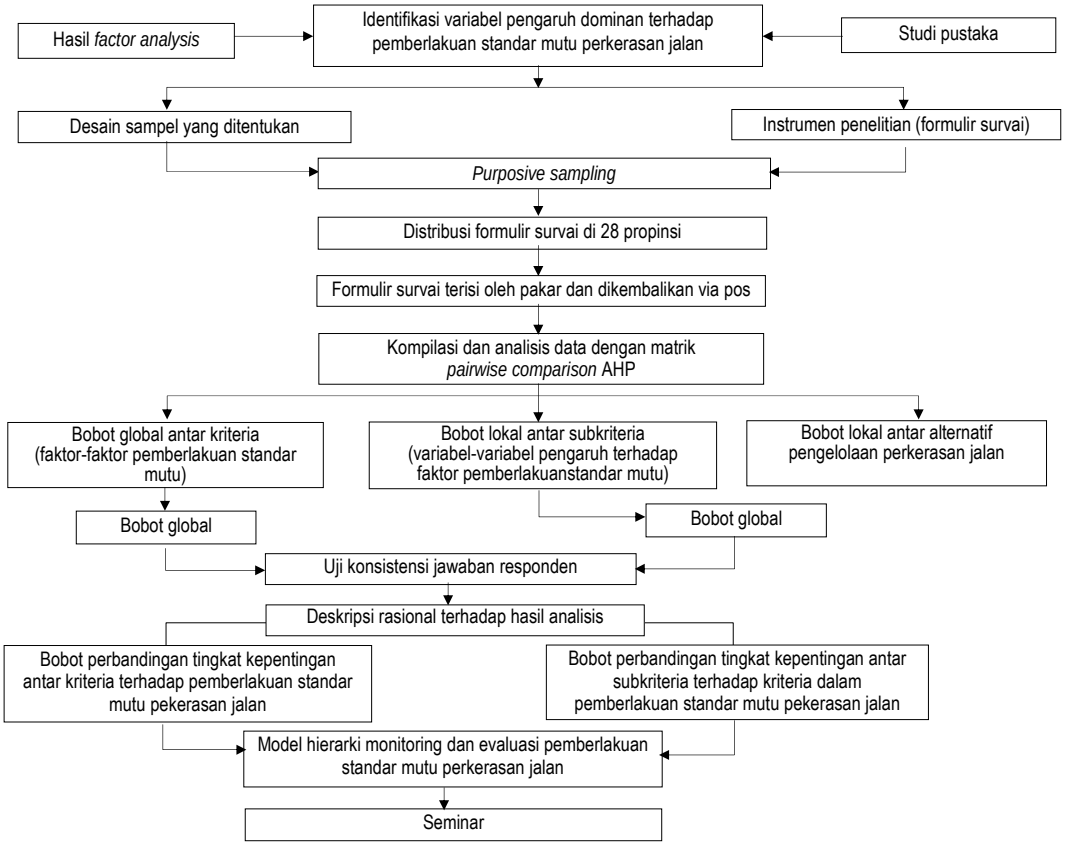
	Tingkat Pencapaian Mutu (TPM)	1. Ketepatan mutu pengujian 2. Ketepatan volume pengujian 3. Ketepatan waktu pengujian
Outcome	Tingkat Kekuatan Struktural (TKS)	1. Daya dukung perkerasan 2. Drainase permukuaan jalan 3. Kondisi beban lalu lintas
	Tingkat Kekuatan Fungsional (TKF)	1. Ketepatan pemeliharaan jalan 2. Performansi permukaan jalan 3. Faktor regional
Impact	Tingkat Kemantapan Jalan (TMJ)	1. Kondisi *potholes* perkerasan 2. Kondisi deformasi perkerasan 3. Kondisi *rutting* perkerasan
	Tingkat Kenyamanan Jalan (TNJ)	1. Kondisi kerataan permukaan 2. Kemiringan melintang permukaan 3. Kondisi kekesatan permukaan

D. Bobot Perbandingan Tingkat Kepentingan antar Variabel (Subkriteria) terhadap Faktor (Kriteria) Pemberlakuan Standar Mutu Perkerasan Jalan

1. Pelaksanaan survai ke-4

a. Pelaksanaan survai ke-4 dilakukan dengan memberikan penilaian perbandingan tingkat kepentingan berpasangan antar variabel (subkriteria) terhadap faktor (kriteria) dan antar kriteria dalam pemberlakuan standar mutu perkerasan jalan. Teknik pengumpulan pendapat responden yang sesuai dengan sifat dan jenis data tersebut adalah menjawab dan mengisi kuesioner dalam bentuk formulir survai. Formulir ini berisi beberapa pertanyaan kepada pakar (*expert*) untuk menentukan perbandingan tingkat kepentingan berpasangan antar variabel yang masing-masing diterapkan pada 3 (tiga) pilihan alternatif pengelolaan perkerasan jalan, yaitu: (i) pembangunan perkerasan jalan baru; (ii) peningkatan perkerasan

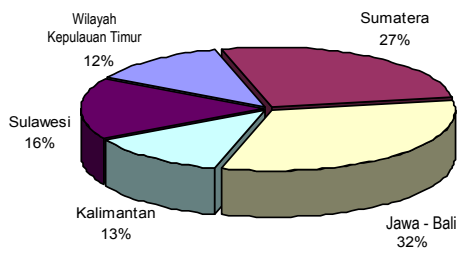
jalan lama; dan (iii) pemeliharaan perkerasan jalan lama. Setiap pertanyaan yang diajukan, disertai jawaban alternatif dengan skala perbandingan berpasangan (sering disebut skala Saaty, 1988) dalam bentuk skala *likert (ordinal)* yang berupa pilihan angka-angka 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8 dan 9, yang mendeskripsikan kategori perbandingan tertentu dalam *analytical hierarchy process* (AHP). Formulir survai dicetak sebanyak 392 eksemplar yang selanjutnya disebarkan 14 eksemplar tiap propinsi yang dipilih secara *purposive*, yang tersebar di 28 propinsi. Penelitian berlangsung selama 4 (empat) bulan dari Juli 2006 sampai Oktober 2006. Bagan alir kegiatan survai dan analisis data dapat ditunjukkan dalam Gambar 4.216. Survai ini dilaksanakan terhadap responden (pakar perkerasan jalan) yang sama dengan survai-survai sebelumnya agar didapatkan jawaban yang berkaitan, tidak bias dan konsisten.



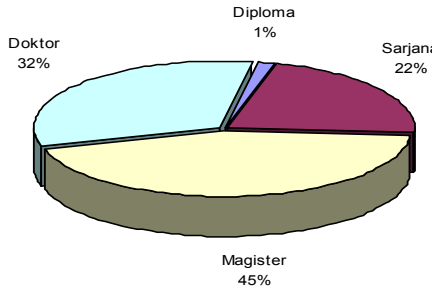
Gambar 4.216. Bagan alir kegiatan survai ke-4 dan analisis data: perbandingan tingkat kepentingan antar subkriteria dan antar kriteria terhadap pemberlakuan standar mutu perkerasan jalan

b. Responden dalam penelitian ini diidentifikasi sebagai pakar (*expert*) perkerasan jalan yang dinilai memiliki kompetensi keahlian dan pengalaman yang mampu menjawab pertanyaan dalam formulir survai secara obyektif, tepat, rasional, konsisten dan dapat dipertanggungjawabkan. Jumlah responden yang mengisi dan mengembalikan jawaban formulir survai ada 214 pakar atau 54,59% dari jumlah pakar yang ditargetkan dalam desain responden. Proporsi ini sudah dapat dinilai mewakili populasi terbatas yang dilakukan secara *purposive sampling* karena sudah melebihi batas minimal (40% responden dari desain sampel) dan menyebar di semua lokasi pengambilan sampel. Identifikasi responden dapat ditunjukkan dalam Gambar 4.217 sampai dengan 4.221. Wilayah kerja dari 214 responden terdiri atas: (i) 32% Jawa dan Bali; (ii) 27% Sumatera; (iii) 16% Sulawesi; (iv) 13% Kalimantan; (v) 12% Wilayah Kepulauan Timur (NTB, NTT, Maluku, Maluku Utara, Papua Barat dan Papua). Jenjang pendidikan teknik sipil dari 214 responden terdiri dari: (i) 45% magister; (ii) 32% doktor; 22% sarjana; dan 1% diploma. Institusi kerja dari 214 responden terdiri atas: (i) 30% Perguruan Tinggi; (ii) 24% P2JJ dan Balitbang; (iii) 21% Dinas PU; (iv) 14% Konsultan; dan (v) 11% Kontraktor. Pengalaman kerja 214 responden menunjukkan bahwa hampir 60% responden berpengalaman lebih dari 10 tahun dalam bidang rekayasa perkerasan jalan. Dengan demikian responden yang mengisi dan mengembalikan kuesioner adalah pakar perkerasan jalan, rata-rata berpendidikan minimal magister teknik sipil, berasal dari institusi pembina dan penyedia jalan serta akademisi, dan berpengalaman lebih dari 10 tahun bidang perkerasan jalan. Jika ditinjau antara wilayah KBI dan KTI, jumlah responden yang mengembalikan isian formulir survai ke-4 terdiri atas 72,43% dari wilayah KBI dan 27,57% dari wilayah KTI. Hal ini menggambarkan adanya ketidakseimbangan ketersediaan sumber daya manusia yang menangani pengelolaan perkerasan jalan nasional dan propinsi. Seperti survai-survai sebelumnya, kendala dan kesulitan yang dihadapi selama pelaksanaan survai, adalah responden dihadapkan pada konsistensi jawabannya dibandingkan jawaban survai sebelumnya, karena harus memilih dengan obyektif terhadap pilihan perbandingan tingkat kepentingan berpasangan antar subkriteria (variabel) dan antar kriteria (faktor) pemberlakuan standar mutu perkerasan jalan, dengan menetapkan pilihan rasional salah satu angka dari 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, atau 9.

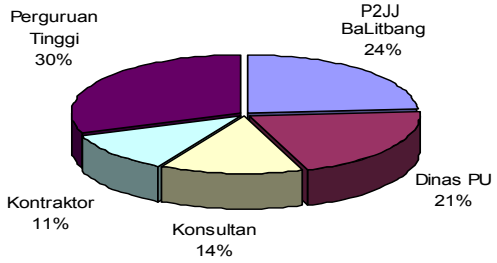
Penilaian ini lebih sulit dibandingkan dengan survai sebelumnya (survai ke-2 atau survai ke-3) dengan jawaban ”ya” atau ”tidak” atau skala *likert* 1, 2, 3, 4, dan 5. Hal tersebut berdampak durasi survai menjadi lebih lama daripada pelaksanaan survai sebelumnya walaupun jumlah responden tidak banyak mengalami penurunan dibandingkan survai ke-3 namun pola penyebarannya sedikit mengalami perubahan dibandingkan survai sebelumnya. Responden dari P2JJ dan Balitbang semula 54 pakar (20% dari total 216 responden) menjadi 51 pakar (21% dari total 214 responden); responden dari Konsultan semula 33 pakar (15% dari total 216 responden) menjadi 29 pakar (14% dari total 214 responden) demikian pula responden dari Kontraktor semula 28 pakar (13% dari total 216 responden) menjadi 24 pakar (11% dari total 214 responden), sebaliknya responden dari perguruan tinggi (akademisi) mengalami peningkatan dari semula 58 pakar (27% dari total 216 responden) menjadi 68 pakar (30% dari total 214 responden).



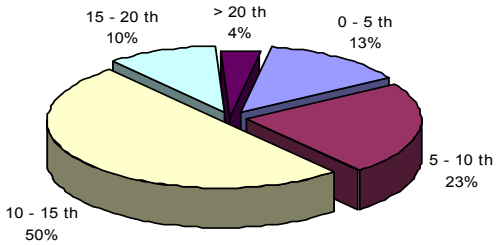
Gambar 4.217.Wilayah kerja responden



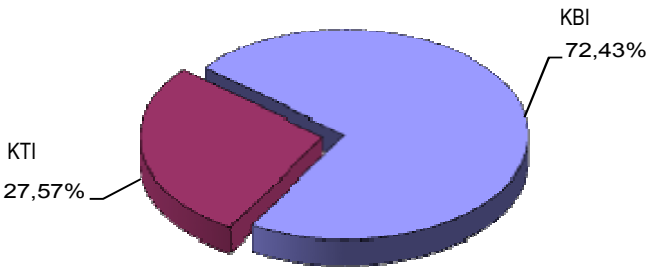
Gambar 4.218.Jenjang pendidikan teknik sipil responden



Gambar 4.219.Instansi kerja responden



Gambar 4.220.Pengalaman kerja responden bidang perkerasan jalan



Gambar 4.221. Proporsi responden antara KBI dan KTI

Tabel 4.32. Jumlah responden yang mengisi dan mengembalikan formulir survai ke-4

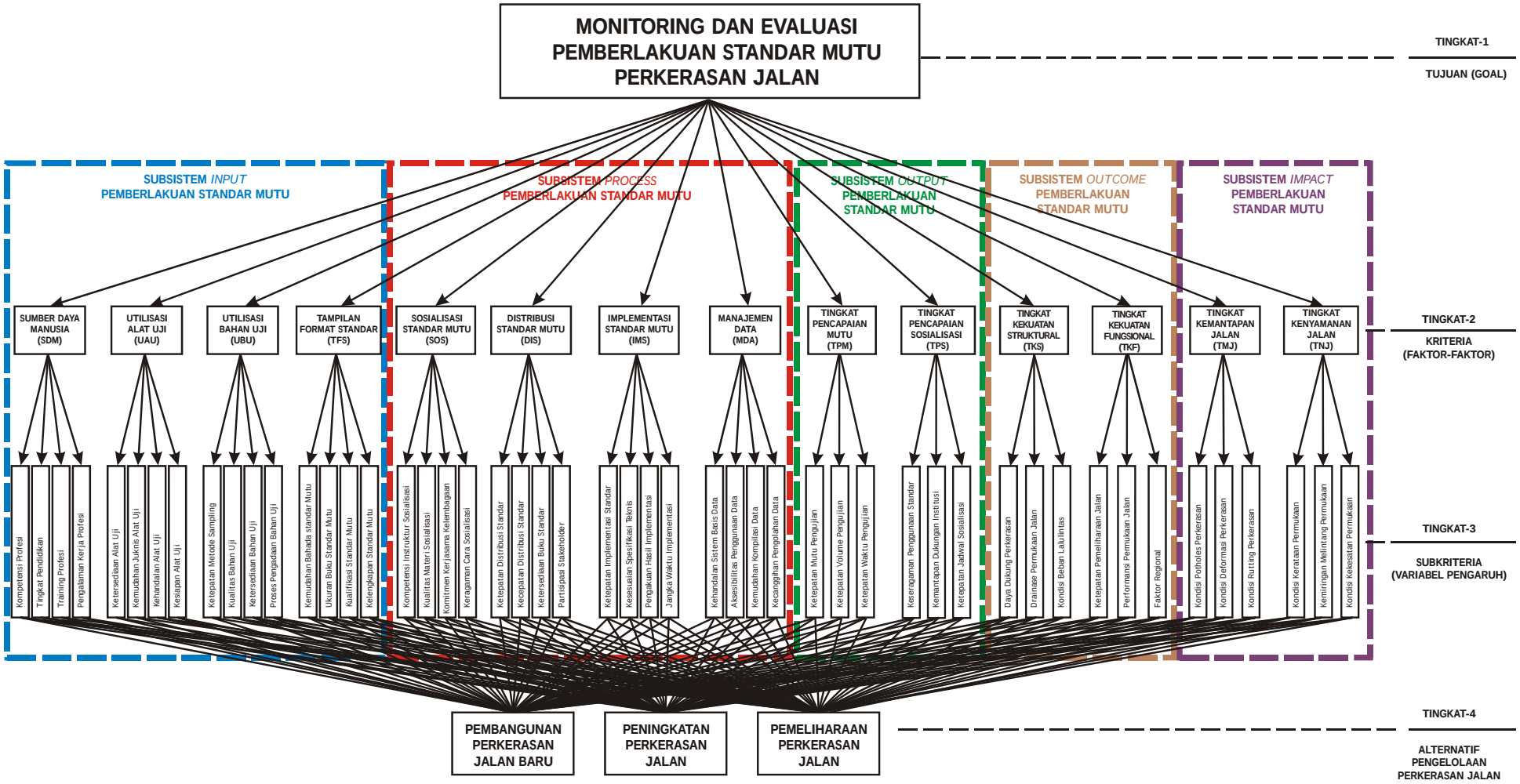
Propinsi yang terpilih	P2JJ Balitbang Jalan	Dinas PU	Konsultan	Kontraktor	Perguruan Tinggi	Jumlah sampel tiap propinsi
KBI :						
Sumatera Utara	2	2	1	1	4	10
Riau	2	2	1	1	1	7
Sumatera Barat	2	2	1	1	2	8
Jambi	1	1	1	1	1	5
Bengkulu	1	1	1	1	1	5
Sumatera Selatan	1	2	1	1	3	8
Lampung	2	2	1	1	3	9
Bangka Belitung	1	1	1	1	1	5
Jawa Barat	5	2	1	1	8	17
Banten	2	2	1	1	2	8
Jawa Tengah	2	2	2	1	5	12
DI. Yogyakarta	3	2	1	1	6	13
Jawa Timur	3	2	1	1	6	13
Bali	2	2	1	0	3	8
Kalimantan Barat	2	1	1	1	1	6
Kalimantan Tengah	2	1	1	1	2	7
Kalimantan Timur	2	2	1	1	1	7
Kalimantan Selatan	2	1	1	1	2	7
KTI :						
Nusa Tenggara Barat	1	1	1	1	2	6
Nusa Tenggara Timur	1	1	1	1	1	5
Sulawesi Utara	1	1	1	1	1	5
Gorontalo	1	2	1	0	1	5
Sulawesi Tengah	2	1	1	0	1	5

Sulawesi Selatan	2	2	1	1	3	9
Sulawesi Tenggara	2	1	1	1	4	9
Maluku	1	1	1	1	1	5
Maluku Utara	1	1	1	0	1	4
Papua	2	1	1	1	1	6
Jumlah responden (pakar) tiap unit elementer	51	42	29	24	68	214
Jumlah total responden (pakar) di 28 propinsi	214					
Persentase jumlah responden (pakar) terhadap desain responden	54,59%					

2. Pola pikir AHP yang digunakan

Dari kajian pustaka dan survai persepsi pakar perkerasan jalan, didapatkan 14 faktor yang perlu dipertimbangkan sebagai elemen-elemen hierarki dalam pemberlakuan standar mutu. Tiap faktor dipengaruhi oleh variabel-variabel dominan yang diperoleh dari hasil analisis faktor, sebagaimana yang ditunjukkan dalam Tabel 4.31. Sistem hierarki yang dibangun mengikuti pola pikir yang dikembangkan oleh Mollaghasemi & Edwards (1997) dan Saaty & Vargas (2001), yang terdiri atas: (i) tujuan (solusi) yang hendak dicapai, yaitu monitoring dan evaluasi pemberlakuan standar mutu perkerasan jalan; (ii) kriteria, yaitu faktor-faktor pengaruh yang diperbandingkan tingkat kepentingannya satu sama lain; (iii) subkriteria, yaitu variabel-variabel dominan yang mempengaruhi faktor (kriteria), yang diperbandingkan tingkat kepentingannya satu sama lain; dan (iv) alternatif-alternatif pengelolaan perkerasan jalan sebagai obyek implementasi standar mutu, yang diperbandingkan tingkat kepentingannya satu sama lain dengan menitikberatkan pada tinjauan subkriteria tertentu. Untuk lebih jelasnya pola pikir AHP yang digunakan dalam menyusun hierarki elemen-elemen yang perlu dipertimbangkan dalam pemberlakuan standar mutu, dapat ditunjukkan dalam Gambar 4.222.

Model AHP yang dipilih adalah model AHP bertingkat, artinya ada penjenjangan hierarki kriteria dan subkriteria terhadap beberapa alternatif pengelolaan perkerasan jalan sehingga dapat diperoleh besaran perbandingan tingkat kepentingan antar elemen yang lebih lengkap (detail) dan rasional. Gambar 4.222 mendeskripsikan 14 kriteria yang diperbandingkan tingkat kepentingannya satu sama lain, masing-masing kriteria memiliki elemen 3 (tiga) hingga 4 (empat) subkriteria sehingga jumlah total ada 50 subkriteria. Perbandingan tingkat kepentingan antar subkriteria mempertimbangkan perbandingan tingkat kepentingan antar alternatif pengelolaan perkerasan jalan, yaitu: (i) pembangunan perkerasan jalan baru; atau (ii) peningkatan perkerasan jalan; dan atau (iii) pemeliharaan perkerasan jalan. Tujuan yang ingin dicapai dalam aplikasi model AHP bertingkat adalah bobot kepentingan antar subkriteria dalam satu kriteria tertentu dan bobot kepentingan subkriteria terhadap kriterianya serta bobot antar kriteria terhadap solusi yang ingin dicapai dalam pemberlakuan standar mutu.



Gambar 4.222. Model pola pikir *analytical hierarchy process* (AHP) yang digunakan

Berdasarkan bagan alir analisis model AHP (Gambar 3.9), selanjutnya dibuat matrik *pairwise comparison* antar subkriteria yang diperbandingkan tingkat kepentingannya satu sama lain; demikian juga dibuat matrik *pairwise comparison* antar alternatif pengelolaan perkerasan jalan ditinjau terhadap subkriteria tertentu, yang diperbandingkan tingkat kepentingannya satu sama lain. Tiap sel matrik *pairwise comparison* diisi hasil observasi jawaban responden yang diolah dan dihitung dengan rata-rata ukur dalam Persamaan (3.6). Sifat dan sebaran responden berasal dari 5 (lima) unit elementer yang berbeda maka untuk mengisi tiap sel matrik dilakukan analisis secara berurutan sebagai berikut:

a) responden dari P2JJ dan Balitbang Jalan sejumlah 51 pakar:

$$\bar{a}_i = \sqrt[51]{a_1 x a_2 x a_3 x \ldots x a_{51}}$$

b) responden dari Dinas PU sejumlah 42 pakar:

$$\bar{p}_i = \sqrt[42]{p_1 x p_2 x p_3 x \ldots x p_{42}}$$

c) responden dari Konsultan Teknik Jalan sejumlah 29 pakar:

$$\bar{k}_i = \sqrt[29]{k_1 x k_2 x k_3 x \ldots x k_{29}}$$

d) responden dari Kontraktor Teknik Jalan sejumlah 24 pakar:

$$\bar{t}_i = \sqrt[24]{t_1 x t_2 x t_3 x \ldots x t_{24}}$$

e) responden dari Perguruan Tinggi sejumlah 68 pakar:

$$\bar{d}_i = \sqrt[68]{d_1 x d_2 x d_3 x \ldots x d_{68}}$$

Isian tiap sel merupakan rata-rata ukur dari kelima jenis unit elementer tersebut yang juga dihitung dengan Persamaan (3.6):

$$\bar{w}_i = \sqrt[5]{\bar{a}_i \; x \; \bar{p}_i \; x \; \bar{k}_3 \; x \; \bar{t}_i \; x \; \bar{d}_i}$$

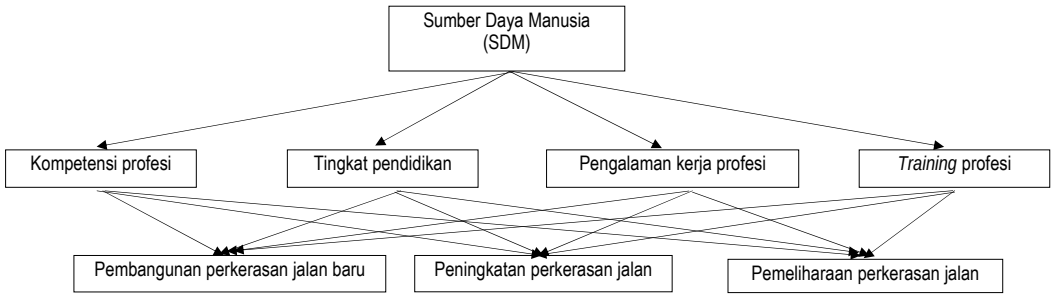
Bobot lokal antar subkriteria didapatkan dengan cara jumlah semua input kolom dibagi jumlah kolom dalam matrik *pairwise comparison*, demikian juga bobot lokal antar alternatif pengelolaan perkerasan jalan dihitung dengan cara yang sama. Bobot global didapatkan dari hasil perkalian antara bobot lokal subkriteria dan bobot lokal alternatif pengelolaan perkerasan jalan. Selanjutnya dilakukan uji konsistensi terhadap hasil analisis matrik *pairwise comparison* dengan Persamaan (3.8), Persamaan (3.9) dan Persamaan (3.10) untuk mengetahui indikasi bobot prioritas perbandingan antar subkriteria dan antar alternatif dapat dipertanggungjawabkan.

Semua perhitungan dalam analisis AHP tersebut dilakukan secara matematis dengan kronologis hitungan mengacu Gambar 3.9, artinya analisis AHP tidak dilakukan

dengan bantuan perangkat lunak paket program *expert choice,* sehingga validasi AHP ini hanya dilakukan dengan: (i) uji konsistensi CR<10%, untuk memastikan konsistensi bobot prioritas perbandingan kepentingan antar alternatif; dan (ii) pola kecenderungan konsistensi jawaban responden terhadap hasil analisis matrik *pairwise comparison* yang terbentuk. Hasil uji validasi dengan dua metode tersebut dapat digunakan untuk menyimpulkan kestabilan matrik *pairwise comparison* terhadap analisis matematis hasil survai AHP tanpa melakukan uji sensitivitas. Dalam penelitian ini tidak dilakukan uji sensitivitas karena akan membutuhkan verifikasi ulang terhadap jawaban responden kecuali jika menggunakan cara simulasi dengan perangkat lunak paket program *expert choice*. Hasil analisis AHP dalam penelitian ini masih dapat divalidasi ulang di masa mendatang dengan mempertimbangkan adanya perubahan kondisi lapangan, kebijakan regulasi dan kelembagaan yang signifikan berpengaruh terhadap pemberlakuan standar mutu perkerasan jalan tanpa mengubah pola pikir AHP yag digunakan..

3. Perbandingan tingkat kepentingan antar subkriteria (variabel) terhadap kriteria (faktor) Sumber Daya Manusia (SDM) dalam pemberlakuan standar mutu perkerasan jalan

Model hierarki elemen SDM pengendali mutu dalam menganalisis bobot perbandingan tingkat kepentingan antar subkriteria terhadap kriteria SDM dan antar alternatif pengelolaan perkerasan jalan, dapat ditunjukkan dalam Gambar 4.223. Hasil matrik *pairwise comparison* dapat ditunjukkan dalam Tabel 4.33 sampai dengan Tabel 4.38.



Gambar 4.223. Model hierarki elemen SDM pengendali mutu dalam pemberlakuan standar mutu perkerasan jalan

Tabel 4.33. Matrik perbandingan tingkat kepentingan antar subkriteria dan bobot lokal subkriteria terhadap kriteria SDM pengendali mutu

Subkriteria	Kompetensi profesi	Tingkat pendidikan	Pengalaman kerja profesi	*Training* profesi	Kolom input dibagi jumlah kolom				jumlah	Bobot lokal subkriteria
Kompetensi profesi	1,00	5,05	1,14	1,50	0,37	0,75	0,15	0,27	1,53	38,3%
Tingkat pendidikan	0,20	1,00	4,46	2,24	0,07	0,15	0,57	0,40	1,19	29,9%
Pengalaman kerja profesi	0,87	0,22	1,00	0,83	0,32	0,03	0,13	0,15	0,63	15,7%
Training profesi	0,67	0,45	1,20	1,00	0,24	0,07	0,15	0,18	0,64	16,1%
Jumlah										100,0%

Tabel 4.34. Matrik perbandingan tingkat kepentingan antar alternatif pengelolaan perkerasan jalan ditinjau dari tingkat kepentingan subkriteria Kompetensi Profesi

Alternatif pengelolaan	Pembangunan perkerasan jalan baru	Peningkatan perkerasan jalan	Pemeliharaan perkerasan jalan	Kolom input dibagi jumlah kolom			jumlah	Bobot lokal alternatif pengelolaan
Pembangunan perkerasan jalan baru	1,00	0,31	0,24	0,12	0,14	0,10	0,36	12,0%
Peningkatan perkerasan jalan	3,27	1,00	1,16	0,39	0,46	0,48	1,33	44,4%
Pemeliharaan perkerasan jalan	4,17	0,86	1,00	0,49	0,40	0,42	1,31	43,6%
Jumlah	8,44	2,17	2,40	1,00	1,00	1,00	3,00	100,0%

Tabel 4.35. Matrik perbandingan tingkat kepentingan antar alternatif pengelolaan perkerasan jalan ditinjau dari tingkat kepentingan subkriteria Tingkat Pendidikan

Alternatif pengelolaan	Pembangunan perkerasan jalan baru	Peningkatan perkerasan jalan	Pemeliharaan perkerasan jalan	Kolom input dibagi jumlah kolom			jumlah	Bobot lokal alternatif pengelolaan
Pembangunan perkerasan jalan baru	1,00	0,23	0,18	0,09	0,08	0,10	0,27	9,2%
Peningkatan perkerasan jalan	4,39	1,00	0,64	0,41	0,36	0,35	1,11	37,1%
Pemeliharaan	5,44	1,57	1,00	0,50	0,56	0,55	1,61	53,7%

perkerasan jalan								
Jumlah								100,0%

Tabel 4.36. Matrik perbandingan tingkat kepentingan antar alternatif pengelolaan perkerasan jalan ditinjau dari tingkat kepentingan subkriteria Pengalaman Kerja Profesi

Alternatif pengelolaan	Pembangunan perkerasan jalan baru	Peningkatan perkerasan jalan	Pemeliharaan perkerasan jalan	Kolom input dibagi jumlah kolom			Jumlah	Bobot lokal alternatif pengelolaan
Pembangunan perkerasan jalan baru	1,00	0,95	0,28	0,18	0,30	0,14	0,61	20,4%

Peningkatan perkerasan jalan	1,05	1,00	0,80	0,19	0,31	0,38	0,88	29,4%
Pemeliharaan perkerasan jalan	3,55	1,25	1,00	0,63	0,39	0,48	1,51	50,2%
Jumlah								100,0%

Tabel 4.37. Matrik perbandingan tingkat kepentingan antar alternatif pengelolaan perkerasan jalan ditinjau dari tingkat kepentingan subkriteria *Training* Profesi

Alternatif pengelolaan	Pembangunan perkerasan jalan baru	Peningkatan perkerasan jalan	Pemeliharaan perkerasan jalan	Kolom input dibagi jumlah kolom			Jumlah	Bobot lokal alternatif pengelolaan
Pembangunan perkerasan jalan baru	1,00	0,99	1,07	0,34	0,42	0,21	0,98	32,6%
Peningkatan perkerasan jalan	1,01	1,00	2,95	0,34	0,43	0,59	1,36	45,3%
Pemeliharaan perkerasan jalan	0,94	0,34	1,00	0,32	0,15	0,20	0,66	22,1%
Jumlah								100,0%

Tabel 4.38. Matrik bobot global antar alternatif pengelolaan perkerasan jalan terhadap kriteria SDM pengendali mutu

Alternatif pengelolaan	Kompetensi profesi (38%)	Tingkat pendidikan (30%)	Pengalaman kerja profesi (16%)	*Training* profesi (16%)	Bobot global alternatif pengelolaan
Pembangunan perkerasan jalan baru	12,0%	9,2%	20,4%	32,6%	15,8%
Peningkatan perkerasan jalan	44,4%	37,1%	29,4%	45,3%	40,0%
Pemeliharaan perkerasan jalan	43,6%	53,7%	50,2%	22,1%	44,2%

Jumlah	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%

Dari Tabel 4.33 dapat ditentukan bobot lokal subkriteria terhadap kriteria SDM pengendali mutu yang masih memerlukan pembuktian konsistensinya, yaitu: (i) Kompetensi Profesi sebesar 38,3%; (ii) Tingkat Pendidikan sebesar 29,9%; (iii) Pengalaman Kerja Profesi sebesar 15,7%; dan (iv) *Training* Profesi sebesar 16,1%. Dari Tabel 4.38 dapat ditentukan urutan prioritas pengelolaan perkerasan jalan ditinjau dari pengaruh SDM pengendali mutu terhadap pemberlakuan standar mutu, yaitu: (i) 44,2% pemeliharaan perkerasan jalan; (ii) 40,0% peningkatan perkerasan jalan; dan (iii) 15,8% pembangunan perkerasan jalan baru; urutan prioritas ini masih memerlukan pembuktian konsistensinya. *Consistency ratio* (CR) dihitung dengan urutan analisis sebagai berikut:

Kompetensi profesi:

$$\begin{Bmatrix} 1,0 & 0,3 & 0,2 \\ 0 & 1 & 4 \\ 3,2 & 1,0 & 1,1 \end{Bmatrix} \times \begin{Bmatrix} 0,1 \\ 2 \\ 0,4 \end{Bmatrix} = \begin{Bmatrix} 0,3 \\ 6 \\ 1,3 \end{Bmatrix}$$

$$\begin{matrix} 7 & 0 & 6 & & 4 & & 4 \\ 4,1 & 0,8 & 1,0 & & 0,4 & & 1,3 \\ 7 & 6 & 0 & & 4 & & 2 \end{matrix}$$

$\lambda_{\text{kemampuan kompetensi}} =$

$$\left[\frac{0,36 \quad 1,34 \quad 1,32}{0,12 \quad 0,44 \quad 0,44}\right] / 3 = \left[3,01 \quad 3,02 \quad 3,02\right] / 3 = 3,02$$

Tingkat pendidikan:

$$\begin{Bmatrix} 1,0 & 0,2 & 0,1 \\ 0 & 3 & 8 \\ 4,3 & 1,0 & 0,6 \end{Bmatrix} \times \begin{Bmatrix} 0,0 \\ 9 \\ 0,3 \end{Bmatrix} = \begin{Bmatrix} 0,2 \\ 3 \\ 1,0 \end{Bmatrix}$$

$$\begin{matrix} 9 & 0 & 4 & & 7 & & 0 \\ 5,4 & 1,5 & 1,0 & & 0,5 & & 1,5 \\ 4 & 7 & 0 & & 4 & & 7 \end{matrix}$$

$\lambda_{\text{tingkat pendidikan}} =$

$$\left[\frac{0,23 \quad 1,00 \quad 1,57}{0,09 \quad 0,37 \quad 0,54}\right] / 3 = \left[3,00 \quad 3,01 \quad 3,01\right] / 3 = 3,01$$

Pengalaman kerja profesi:

$$\begin{Bmatrix} 1,0 & 0,9 & 0,2 \\ 0 & 5 & 8 \\ 1,0 & 1,0 & 0,8 \end{Bmatrix} \times \begin{Bmatrix} 0,2 \\ 0 \\ 0,2 \end{Bmatrix} = \begin{Bmatrix} 0,6 \\ 3 \\ 0,9 \end{Bmatrix}$$

$$\begin{matrix} 5 & 0 & 0 & & 9 & & 1 \\ 3,5 & 1,2 & 1,0 & & 0,5 & & 1,5 \\ 5 & 5 & 0 & & 0 & & 9 \end{matrix}$$

$\lambda_{\text{pengalaman kerja profesi}} =$

$$\left[\frac{0,63 \quad 0,91 \quad 1,59}{0,20 \quad 0,29 \quad 0,50}\right] / 3 = \left[3,07 \quad 3,09 \quad 3,18\right] / 3 = 3,11$$

Training profesi:

$$\begin{Bmatrix} 1,0 & 0,9 & 1,0 \\ 0 & 9 & 7 \\ 1,0 & 1,0 & 2,9 \end{Bmatrix} \times \begin{Bmatrix} 0,3 \\ 3 \\ 0,4 \end{Bmatrix} = \begin{Bmatrix} 1,0 \\ 1 \\ 1,4 \end{Bmatrix}$$

$$\begin{matrix} 1 & 0 & 5 & & 5 & & 3 \end{matrix}$$

$\lambda_{\textit{training}\text{ profesi}} =$

$$\left[\frac{1,01 \quad 1,43 \quad 0,68}{0,33 \quad 0,45 \quad 0,22}\right] / 3 = \left[3,10 \quad 3,16 \quad 3,08\right] / 3 = 3,11$$

0,9	0,3	1,0	0,2	0,6
4	4	0	2	8

Dari hasil perkalian matrik *pairwise comparison* antar alternatif pengelolaan perkerasan jalan dengan bobot lokalnya pada tiap subkriteria yang ditinjau, didapatkan $\lambda_{max} = 3,11$.

$$CR = \frac{3,11 - 3,0}{(3,0 - 1) \times 0,58} = 0,094$$

Hasil analisis uji konsistensi matrik *pairwise comparison* adalah CR = 0,094<0,10; yang mengindikasikan bahwa perhitungan bobot prioritas perbandingan tingkat kepentingan antar subkriteria terhadap kriteria SDM pengendali mutu dapat dipertanggungjawabkan. Validasi selanjutnya adalah membandingkan pola konsistensi jawaban responden terhadap penilaian perbandingan tingkat kepentingan antar subkriteria terhadap kriteria SDM pengendali mutu, sebagaimana ditunjukkan dalam Tabel 4.39.

Tabel 4.39. Pola konsistensi jawaban responden terhadap matrik *pairwise comparison* antar subkriteria yang mempengaruhi kriteria SDM pengendali mutu

sisi kiri lebih penting ← Tengah (angka 1) : sama penting → sisi kanan lebih penting

Sub Kriteria	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Sub Kriteria
Kompetensi Profesi				●	√													Tingkat Pendidikan
Kompetensi Profesi						●		√										Pengalaman Kerja Profesi
Kompetensi Profesi							●	√										Training Profesi
Tingkat Pendidikan					●	√												Pengalaman Kerja Profesi
Tingkat Pendidikan						●	√											Training Profesi
Pengalaman Kerja Profesi									√ ●									Training Profesi

Keterangan: √ = hasil analisis matematis; ● = pola konsistensi jawaban responden

Hasil pengamatan pola konsistensi jawaban responden (Tabel 4.39) adalah sebagai berikut :

a) pola konsistensi jawaban responden memiliki kecenderungan yang sama dengan hasil analisis matrik *pairwise comparison*, subkriteria kompetensi profesi dan

tingkat pendidikan merupakan variabel yang sangat penting dipertimbangkan prioritasnya daripada variabel lainnya; dan

b) diamati dari perbandingan tingkat kepentingannya, menunjukkan konsistensi responden :

(i) kompetensi profesi > tingkat pendidikan;

(ii) tingkat pendidikan > pengalaman kerja;

(iii) kompetensi profesi > pengalaman kerja;

(iv) pengalaman kerja = *training* profesi;

(v) kompetensi profesi > *training* profesi;

Dengan demikian pola konsistensi jawaban responden yang terbentuk adalah kompetensi profesi > tingkat pendidikan > pengalaman kerja atau training profesi, yang direpresentasikan dalam Tabel 4.33, yaitu: (i) Kompetensi Profesi sebesar 38,3%; (ii) Tingkat Pendidikan sebesar 29,9%; (iii) *Training* Profesi sebesar 16,1%; dan (iv) Pengalaman Kerja sebesar 15,7%.

Hasil analisis pembobotan dari matrik *pairwise comparison* tersebut sangat sesuai dengan hasil riset Buchari (2006) dan BPK-SDM (2006) yang menyimpulkan bahwa kunci sukses kompetisi *civil engineer* dalam era globalisasi yang pertama dan utama yang harus dikuasai adalah kemampuan kompetensi profesi, selanjutnya diikuti peningkatan pendidikan dan pelatihan serta frekuensi implementasi terhadap apa yang sudah didapatkan dari pendidikan dan ketrampilan. Kelebihan subkriteria Kompetensi Profesi dibandingkan subkriteria lainnya adalah: (i) kompetensi profesi memiliki tiga pilar utama, yaitu: *attitude* (sikap dan motivasi kerja), *knowledg*e (pengetahuan yang berkaitan dengan bidang kerja yang ditangani), dan *knowhow* (kemampuan meningkatkan mutu manajemen melalui penguasaan komunikasi dan ketrampilan); (ii) kompetensi profesi merupakan representasi dari kemampuan dan pemutakhiran kompetensi, bakat dan potensi berprestasi, serta profesionalisme. *Knowledge* dalam Kompetensi Profesi dapat dicapai melalui pendidikan yang bersifat formal dan non formal, makin tinggi jenjang pendidikan seorang *engineer* maka makin tinggi tingkat kompetensinya, tetapi ini bukan ukuran yang mutlak karena kompetensi juga harus didukung oleh potensi dan motivasi, profesionalitas, dan ketrampilan khusus (Rukmana, 2006). Oleh karenanya hasil pembobotan tersebut menempatkan subkriteria Kompetensi Profesi dan Tingkat Pendidikan memiliki bobot prioritas yang lebih besar daripada subkriteria Pengalaman Kerja Profesi dan *Training* Profesi. Hasil

analisis pembobotan tingkat kepentingan subkriteria tersebut sangat mendukung hasil riset Machfudiyanto (2005) yang pernah melakukan riset untuk merumuskan bobot prioritas pertimbangan *quality engineer* dalam penjaminan mutu perkerasan jalan di Wilayah D.I. Yogyakarta. Machfudiyanto (2005) menyimpulkan bahwa penjaminan mutu perkerasan jalan ditinjau dari kriteria SDM pengendali mutu dipengaruhi oleh tiga subkriteria penting yang secara berurutan memiliki bobot sebagai berikut: (i) Profesionalitas Kerja sebesar 39,4%; (ii) Pendidikan Formal sebesar 32,9%; dan Pengalaman Kerja sebesar 27,7%. Berdasarkan hasil analisis faktor (lihat Tabel 4.15), subkriteria Profesionalitas Kerja menjadi satu dalam subkriteria Kompetensi Profesi. Hasil riset Machfudiyanto (2005) menempatkan profesionalitas kerja sebagai prioritas utama sebesar 39,4% sangat relevan dengan hasil penelitian ini yang menempatkan Kompetensi Profesi sebesar 38,3% berbeda 1,1%; artinya subkriteria Kompetensi Profesi memang memiliki prioritas utama yang menentukan peranan kriteria Sumber Daya Manusia terhadap pemberlakuan standar mutu perkerasan jalan. Demikian juga subkriteria Pendidikan Formal memiliki bobot 32,9% (Machfudiyanto, 2005), sementara itu berdasarkan hasil analisis faktor (lihat Tabel 4.15) subkriteria Pendidikan Formal menjadi satu dalam subkriteria Tingkat Pendidikan yang memiliki bobot tingkat kepentingan 29,9% (lihat Tabel 4.33), kedua hasil riset tersebut saling mendukung. Jika dibandingkan dengan hasil riset ini, subkriteria Pengalaman Kerja (Machfudiyanto, 2005) tersebut dapat diinterpretasikan dalam subkriteria Pengalaman Kerja Profesi (lihat Gambar 4.76), perbedaan pemahaman kedua subkriteria tersebut adalah: (i) Pengalaman Kerja menurut Machfudiyanto (2005) adalah jumlah pengalaman *engineer* dalam menangani pekerjaan ketekniksipilan; (ii) sedangkan Pengalaman Kerja Profesi dalam penelitian ini dimaksudkan jumlah pengalaman kerja yang berkaitan dengan khusus pengendalian mutu perkerasan jalan, sehingga wajar kalau terjadi perbedaan bobot yang cukup besar antara kedua hasil riset tersebut.

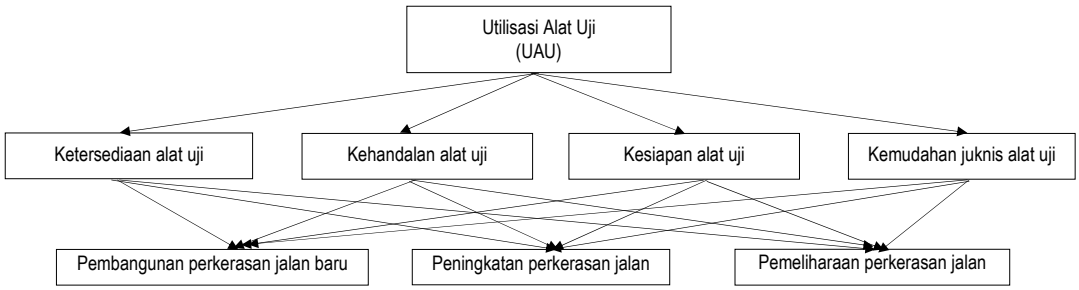
Selain perbandingan kepentingan antar subkriteria, hasil analisis juga menyimpulkan urutan prioritas pertimbangan kepentingan terhadap alternatif pengelolaan perkerasan jalan bagi kriteria SDM pengendali mutu dalam pemberlakuan standar mutu, yaitu: (i) pemeliharaan perkerasan jalan memiliki prioritas 44,2%; (ii) diikuti peningkatan perkerasan jalan sebesar 40,0%; dan (iii) pembangunan perkerasan jalan baru memiliki prioritas sebesar 15,8%.

Hasil analisis tersebut sangat mendukung riset Gedafa (2006) yang menyimpulkan bahwa dalam tiap tindakan untuk memutuskan kapan pemeliharaan berkala akan mulai dilaksanakan sangat tergantung hasil riset tahunan performansi perkerasan jalan. Riset ini memerlukan tingkat ketelitian SDM pengendali mutu yang handal dan biaya penelitian yang mahal sehingga akan diperoleh ketepatan program pelaksanaan pemeliharaan perkerasan jalan, makin tepat jadwal pelaksanaan pemeliharaan maka makin mantap kondisi funsional jalan. Selain itu, riset Gedafa (2006) juga didukung oleh Bennett *et al*. (2007) yang menyatakan bahwa pemeliharaan berkala (*periodic maintenance*) perkerasan jalan menuntut kapasitas sumber daya (manusia, material, teknologi) yang kuat daripada peningkatan jalan (*road betterment*) karena pemeliharaan berkala harus mampu mempertahankan kondisi performansi permukaan perkerasan sampai umur pelayanan tercapai, sehingga akan berdampak terhadap kemantapan dan kenyamanan bagi pengguna dengan biaya transportasi yang efisien dan efektif. Riset Gedafa (2006) dan Bennett *et al*. (2007) tersebut juga diperkuat oleh Paterson (2007.b) yang menyimpulkan bahwa biaya tahunan riset performansi perkerasan jalan merupakan bagian yang tidak terpisahkan dari biaya pemeliharaan berkala, sehingga harus didukung performansi sumber daya manusia dan teknologi yang canggih. Hasil riset di 21 negara Asia Pasifik (termasuk Indonesia) yang dilakukan Paterson (2007.b) menyebutkan proporsi biaya tahunan riset tersebut berkisar 1,2% sampai 2,0% terhadap *capital budget* pengelolaan jalan untuk mempertahankan kondisi jalan mantap selama umur rencana. Dari proporsi biaya tahunan tersebut, sekitar 40%-nya digunakan untuk peningkatan mutu SDM pengendali mutu melalui *training* khusus atau pelatihan teknis dengan studi kasus di lapangan agar lebih memahami riset-riset performansi perkerasan jalan dalam persiapan pemeliharaan berkala. Ditjen Bina Marga sebagai institusi pembina telah menempatkan peranan sumber daya manusia agar lebih difokuskan pada inovasi-inovasi teknologi modifikasi material melalui riset yang berkelanjutan untuk mempertahankan performansi perkerasan jalan sehingga diharapkan adanya efisiensi biaya pemeliharaannya (Aly, 2001). Hal ini sangat berkaitan dengan upaya mempertahankan kondisi kemantapan jalan yang dirasakan lebih berat daripada membangunnya atau rehabilitasinya sehingga memerlukan kehandalan sumber daya manusia yang memiliki kemampuan dan kemauan untuk mengimplementasikan

standar mutu perkerasan dengan tepat mutu, waktu dan volume pengujiannya (Aly, 2006).

4. Perbandingan tingkat kepentingan antar subkriteria (variabel) terhadap kriteria (faktor) Utilisasi Alat Uji (UAU) dalam pemberlakuan standar mutu perkerasan jalan

Gambar 4.224 menyajikan model hierarki elemen dalam menganalisis bobot perbandingan tingkat kepentingan antar subkriteria terhadap kriteria Utilisasi Alat Uji (UAU) dan antar alternatif pengelolaan perkerasan jalan. Tabel 4.40 sampai dengan Tabel 4.45 menyajikan hasil matrik *pairwise comparison* antar subkriteria dan antar alternatif pengelolaan perkerasan jalan.



Gambar 4.224. Model hierarki elemen Utilisasi Alat Uji (UAU) dalam pemberlakuan standar mutu perkerasan jalan

Tabel 4.40. Matrik perbandingan tingkat kepentingan antar subkriteria dan bobot lokal subkriteria terhadap kriteria Utilisasi Alat Uji (UAU)

Subkriteria	Ketersediaan alat uji	Kehandalan alat uji	Kesiapan alat uji	Kemudahan juknis alat uji	Kolom input dibagi jml kolom				jumlah	Bobot lokal subkriteria
Ketersediaan alat uji	1,00	3,76	1,15	2,10	0,38	0,64	0,13	0,46	1,61	40,2%
Kehandalan alat uji	0,27	1,00	3,16	1,20	0,10	0,17	0,36	0,26	0,89	22,2%
Kesiapan alat uji	0,87	0,32	1,00	0,28	0,33	0,05	0,11	0,06	0,56	14,0%
Kemudahan juknis alat uji	0,48	0,83	3,55	1,00	0,18	0,14	0,40	0,22	0,94	23,5%
Jumlah										100,0%

Tabel 4.41. Matrik perbandingan tingkat kepentingan antar alternatif pengelolaan perkerasan jalan ditinjau dari tingkat kepentingan subkriteria Ketersediaan Alat Uji

Alternatif pengelolaan	Pembangunan perkerasan jalan baru	Peningkatan perkerasan jalan	Pemeliharaan perkerasan jalan	Kolom input dibagi jml kolom			jumlah	Bobot lokal alternatif pengelolaan
Pembangunan perkerasan jalan baru	1,00	4,79	0,32	0,23	0,42	0,21	0,86	28,8%
Peningkatan perkerasan jalan	0,21	1,00	0,18	0,05	0,09	0,12	0,26	8,6%
Pemeliharaan perkerasan jalan	3,16	5,53	1,00	0,72	0,49	0,67	1,88	62,6%
Jumlah								100,0%

Tabel 4.42. Matrik perbandingan tingkat kepentingan antar alternatif pengelolaan perkerasan jalan ditinjau dari tingkat kepentingan subkriteria Kehandalan Alat Uji

Alternatif pengelolaan	Pembangunan perkerasan jalan baru	Peningkatan perkerasan jalan	Pemeliharaan perkerasan jalan	Kolom input dibagi jml kolom			jumlah	Bobot lokal alternatif pengelolaan
Pembangunan perkerasan jalan baru	1,00	0,81	0,27	0,17	0,27	0,12	0,56	18,9%
Peningkatan perkerasan jalan	1,23	1,00	0,87	0,20	0,34	0,41	0,95	31,6%
Pemeliharaan perkerasan jalan	3,77	1,15	1,00	0,63	0,39	0,47	1,49	49,5%
Jumlah								100,0%

Tabel 4.43. Matrik perbandingan tingkat kepentingan antar alternatif pengelolaan perkerasan jalan ditinjau dari tingkat kepentingan subkriteria Kesiapan Alat Uji

Alternatif pengelolaan	Pembangunan perkerasan jalan baru	Peningkatan perkerasan jalan	Pemeliharaan perkerasan jalan	Kolom input dibagi jml kolom			jumlah	Bobot lokal alternatif pengelolaan
Pembangunan perkerasan jalan baru	1,00	1,16	1,16	0,37	0,38	0,35	1,10	36,7%
Peningkatan perkerasan jalan	0,86	1,00	1,16	0,31	0,33	0,35	0,99	33,1%
Pemeliharaan perkerasan jalan	0,87	0,87	1,00	0,32	0,29	0,30	0,91	30,2%
Jumlah								100,0%

Tabel 4.44. Matrik perbandingan tingkat kepentingan antar alternatif pengelolaan perkerasan jalan ditinjau dari tingkat kepentingan subkriteria Kemudahan Juknis Alat Uji

Alternatif pengelolaan	Pembangunan perkerasan jalan baru	Peningkatan perkerasan jalan	Pemeliharaan perkerasan jalan	Kolom input dibagi jml kolom			jumlah	Bobot lokal alternatif pengelolaan
Pembangunan perkerasan jalan baru	1,00	1,33	1,22	0,39	0,43	0,34	1,17	38,8%
Peningkatan perkerasan jalan	0,75	1,00	1,33	0,29	0,33	0,38	0,99	33,1%
Pemeliharaan perkerasan jalan	0,82	0,75	1,00	0,32	0,24	0,28	0,84	28,1%
Jumlah								100,0%

Tabel 4.45. Matrik bobot global antar alternatif pengelolaan perkerasan jalan terhadap kriteria Utilisasi Alat Uji (UAU)

Alternatif pengelolaan	Ketersediaan alat uji (40%)	Kehandalan alat uji (22%)	Kesiapan alat uji (14%)	Kemudahan jukni s alat uji (24%)	Bobot global alternatif pengelolaan
Pembangunan perkerasan jalan baru	28,8%	18,9%	36,7%	38,8%	30,0%
Peningkatan perkerasan jalan	8,6%	31,6%	33,1%	33,1%	22,9%
Pemeliharaan perkerasan jalan	62,6%	49,5%	30,2%	28,1%	47,1%
Jumlah	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%

Dari Tabel 4.40 dapat ditentukan bobot lokal perbandingan tingkat kepentingan subkriteria terhadap kriteria UAU yang masih memerlukan pembuktian konsistensinya, yaitu: (i) Ketersediaan Alat Uji sebesar 40,2%; (ii) Kemudahan Juknis Alat Uji sebesar 23,5%; (iii) Kehandalan Alat Uji sebesar 22,2%; dan (iv) Kesiapan Alat Uji sebesar 14,0%. Dari Tabel 4.45 dapat ditentukan urutan prioritas pengelolaan perkerasan jalan ditinjau dari pengaruh utilisasi alat uji (UAU) terhadap pemberlakuan standar mutu perkerasan jalan, adalah: (i) 47,1% pemeliharaan perkerasan jalan; (ii) 30,0% pembangunan perkerasan jalan baru; dan (iii) 22,9% peningkatan perkerasan jalan; urutan prioritas ini masih memerlukan pembuktian konsistensinya. *Consistency ratio* (CR) dihitung dengan urutan analisis sebagai berkut:

Ketersediaan alat uji:

$$\begin{Bmatrix} 1,0 & 4,7 & 0,3 \\ 0 & 0 & 2 \\ 0,2 & 1,0 & 0,1 \\ 1 & 0 & 8 \\ 3,1 & 5,5 & 1,0 \\ 6 & 3 & 0 \end{Bmatrix} X \begin{Bmatrix} 0,2 \\ 9 \\ 0,0 \\ 9 \\ 0,6 \\ 3 \end{Bmatrix} = \begin{Bmatrix} 0,8 \\ 8 \\ 0,2 \\ 6 \\ 2,0 \\ 1 \end{Bmatrix}$$

$\lambda_{\text{ketersediaan alat uji}} =$

$$\left[\frac{0,88 \quad 0,26 \quad 2,01}{0,29 \quad 0,09 \quad 0,63}\right]/3 = \left[3,03 \quad 3,02 \quad 3,21\right]/3 = 3,09$$

Kehandalan alat uji:

$$\begin{Bmatrix} 1,0 & 0,8 & 0,2 \\ 0 & 1 & 7 \\ 1,2 & 1,0 & 0,8 \\ 3 & 0 & 7 \\ 3,7 & 1,1 & 1,0 \\ 7 & 5 & 0 \end{Bmatrix} X \begin{Bmatrix} 0,1 \\ 9 \\ 0,3 \\ 2 \\ 0,5 \\ 0 \end{Bmatrix} = \begin{Bmatrix} 0,5 \\ 8 \\ 0,9 \\ 8 \\ 1,5 \\ 7 \end{Bmatrix}$$

$\lambda_{\text{kehandalan alat uji}} =$

$$\left[\frac{0,58 \quad 0,98 \quad 1,57}{0,19 \quad 0,32 \quad 0,50}\right]/3 = \left[3,06 \quad 3,09 \quad 3,17\right]/3 = 3,11$$

Kesiapan alat uji:

$$\begin{Bmatrix} 1,0 & 1,1 & 1,1 \\ 0 & 6 & 6 \\ 0,8 & 1,0 & 1,1 \\ 6 & 0 & 6 \\ 0,8 & 0,8 & 1,0 \\ 7 & 7 & 0 \end{Bmatrix} X \begin{Bmatrix} 0,3 \\ 7 \\ 0,3 \\ 3 \\ 0,3 \\ 0 \end{Bmatrix} = \begin{Bmatrix} 1,1 \\ 0 \\ 1,0 \\ 0 \\ 0,9 \\ 1 \end{Bmatrix}$$

$\lambda_{\text{kesiapan alat uji}} =$

$$\left[\frac{1,10 \quad 1,00 \quad 0,91}{0,37 \quad 0,33 \quad 0,30}\right]/3 = \left[3,00 \quad 3,00 \quad 3,00\right]/3 = 3,00$$

Kemudahan juknis alat uji:

$$\begin{Bmatrix} 1,0 & 1,3 & 1,2 \\ 0 & 3 & 2 \\ 0,7 & 1,0 & 1,3 \\ 5 & 0 & 3 \end{Bmatrix} X \begin{Bmatrix} 0,3 \\ 9 \\ 0,3 \\ 3 \end{Bmatrix} = \begin{Bmatrix} 1,1 \\ 7 \\ 1,0 \\ 0 \end{Bmatrix}$$

$\lambda_{\text{kemudahan juknis alat uji}} =$

$$\left[\frac{1,17 \quad 1,00 \quad 0,85}{0,39 \quad 0,33 \quad 0,28}\right]/3 = \left[3,02 \quad 3,02 \quad 3,01\right]/3 = 3,02$$

0,8	0,7	1,0	0,2	0,8
2	5	0	8	5

Dari hasil perkalian matrik *pairwise comparison* antar alternatif pengelolaan perkerasan jalan dengan bobot lokalnya pada tiap subkriteria yang ditinjau, didapatkan $\lambda_{max} = 3,11$.

$$CR = \frac{3,11 - 3,0}{(3,0 - 1) \times 0,58} = 0,094$$

Hasil analisis uji konsistensi matrik *pairwise comparison* adalah CR = 0,094<0,10; yang mengindikasikan bahwa perhitungan bobot prioritas perbandingan tingkat kepentingan antar subkriteria terhadap kriteria UAU dapat dipertanggungjawabkan. Validasi selanjutnya adalah membandingkan pola konsistensi jawaban responden terhadap penilaian perbandingan tingkat kepentingan antar subkriteria terhadap kriteria UAU, sebagaimana ditunjukkan dalam Tabel 4.46.

Tabel 4.46. Pola konsistensi jawaban responden terhadap matrik *pairwise comparison* antar subkriteria yang mempengaruhi kriteria UAU

sisi kiri lebih penting ← Tengah (angka 1) : sama penting → sisi kanan lebih penting

Sub Kriteria	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Sub Kriteria
Ketersediaan Alat Uji				●		√												Kehandalan Alat Uji
Ketersediaan Alat Uji					●			√										Kesiapan Alat Uji
Ketersediaan Alat Uji						●		√										Kemudahan Juknis
Kehandalan Alat Uji							√ ●											Kesiapan Alat Uji
Kehandalan Alat Uji									√ ●									Kemudahan Juknis
Kesiapan Alat Uji												√	●					Kemudahan Juknis

Keterangan: √ = hasil analisis matematis; ● = pola konsistensi jawaban responden

Hasil pengamatan pola konsistensi jawaban responden (Tabel 4.46) adalah sebagai berikut :

a) pola konsistensi jawaban responden memiliki kecenderungan yang sama dengan hasil analisis matrik *pairwise comparison*, konsistensi pada umumnya masih mempertimbangkan subkriteria ketersediaan alat uji dan kemudahan juknis bukan pada subkriteria kehandalan dan kesiapan alat uji; dan

b) diamati dari perbandingan tingkat kepentingannya, menunjukkan konsistensi responden :

(i) ketersediaan alat uji > kehandalan alat uji;

(ii) kehandalan alat uji > kesiapan alat uji;

(iii) ketersediaan alat uji > kesiapan alat uji;

(iv) kehandalan alat uji = kemudahan juknis;

(v) ketersediaan alat uji > kemudahan juknis.

Dengan demikian pola konsistensi jawaban responden yang terbentuk adalah ketersediaan alat uji > kehandalan alat uji = kemudahan juknis > kesiapan alat uji, yang direpresentasikan dalam Tabel 4.40, yaitu: (i) Ketersediaan Alat Uji sebesar 40,2%; (ii) Kemudahan Juknis Alat Uji sebesar 23,5%; (iii) Kehandalan Alat uji sebesar 22,2%; dan (iv) Kesiapan Alat Uji sebesar 14,0%.

Hasil analisis ini mendukung riset Soenarno (2006) yang menyimpulkan bahwa dalam implementasi alat uji mutu konstruksi jalan di lapangan, minimal yang harus siap dan ada terlebih dahulu adalah ketersediaan jumlah alat uji dengan dilengkapi manualnya baik yang disediakan di lokasi pekerjaan oleh tim pengawas maupun laboratorium independen di wilayah kerja, selanjutnya diikuti pencermatan tingkat ketelitian alat. Hasil riset Soenarno (2006) tersebut juga didukung *Success Factors for Road Management Systems Report* oleh Bennett & McPherson (2005) kepada *World Bank*, yang menyimpulkan bahwa hampir 76% negara yang diteliti (21 negara Asia Pasifik, termasuk Indonesia) masih menempatkan aspek jumlah alat dan pemahaman pedoman teknisnya sebagai prioritas utama dalam penerapan penjaminan mutu perkerasan. Sebagian besar negara-negara Asia Pasifik belum memprioritaskan ketelitian presisi komponen alat dan tingkat kesesuaiannya terhadap spesifikasi teknis. Indikator yang mudah diukur akibat tidak memprioritaskan kehandalan alat uji adalah performansi kerusakan struktural lebih cepat terjadi di awal operasional jalan karena sebagian data ukur yang didapatkan belum sesuai tuntutan spesifikasi teknis yang sebenarnya (Bennett *et al*., 2007). Selain itu, hasil analisis pembobotan subkriteria tersebut sesuai dengan hasil verifikasi 240 pakar terhadap variabel-variabel pemberlakuan standar mutu perkerasan jalan (lihat Gambar 4.45) yang menyebutkan hampir 100% responden memilih dan menyetujui variabel Ketersediaan Alat Uji sebagai subkriteria penting yang perlu dipertimbangkan dalam pencapaian mutu perkerasan, diikuti hampir 95% responden memilih variabel Pemahaman Manual dan

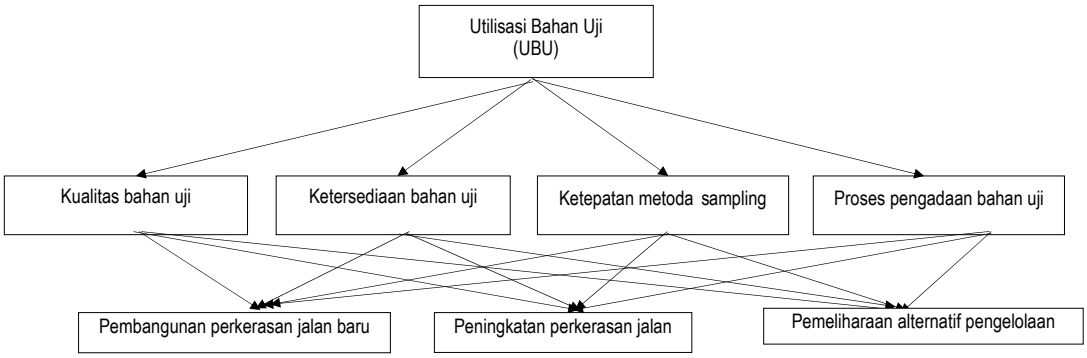
Kehandalan Alat Uji. Jaringan jalan nasional dan propinsi hampir 90% berada di wilayah *rural road* sehingga wajar jika subkriteria Ketersediaan Alat Uji dan Kemudahan Manual merupakan prioritas pertimbangan pertama dan utama daripada subkriteria lainnya karena target mutu yang dicapai masih mendekati standar pelayanan minimal, belum memikirkan ketelitian alat uji mutu sebagai prioritas utama (Aly, 2003.a). Hasil analisis pembobotan tingkat kepentingan antar subkriteria tersebut juga mendukung hasil penelitian Purba (2006) yang pernah menyimpulkan prioritas pertimbangan tim pengendali mutu perkerasan jalan di Wilayah D.I. Yogyakarta terhadap penjaminan mutu, yang menyebutkan bahwa kepastian mutu jalan ditinjau dari fungsi alat uji mutu dipengaruhi oleh tiga aspek yang secara berurutan memiliki bobot kepentingan sebagai berikut: (i) aspek Performansi dan Jumlah Alat Uji sebesar 44,5%; (ii) aspek Operasional dan Pemahaman Juknis Alat Uji sebesar 30,9%; dan (iii) aspek Kapasitas dan Kehandalan Alat Uji sebesar 24,6%. Riset Barry (2006) ini menggambarkan bahwa pertimbangan terpenting dan pertama dalam melihat sejauhmana fungsi alat uji mutu dalam pemberlakuan standar mutu adalah kesiapan jumlah alat uji mutu yang dapat disediakan di lapangan, selanjutnya diikuti pertimbangan operasional alat dengan memahami petunjuk teknisnya, setelah itu mulai mempertimbangkan tingkat ketelitiannya.

Selain bobot perbandingan tingkat kepentingan antar subkriteria, hasil analisis juga menyimpulkan urutan prioritas pertimbangan terhadap alternatif pengelolaan perkerasan jalan ditinjau dari pengaruh kriteria UAU dalam pemberlakuan standar mutu, yaitu: (i) pemeliharaan perkerasan jalan memiliki prioritas 47,1%; (ii) diikuti pembangunan perkerasan jalan baru sebesar 30,0%; dan (iii) peningkatan perkerasan jalan sebesar 22,9%. Hasil analisis prioritas alternatif pengelolaan perkerasan tersebut sangat relevan dengan persepsi 251 pakar terhadap kendala implementasi standar mutu perkerasan jalan (lihat Tabel 4.3). Pekerjaan pemeliharaan memerlukan kesiapan sumber daya yang handal untuk mempertahankan kondisi kemantapan jalan selama umur pelayanannya sehingga memerlukan sarana audit mutu yang benar dan tepat sesuai tuntutan spesifikasi teknis. Selama ini hampir di semua wilayah survai (lihat Gambar 4.30) menunjukkan bahwa pekerjaan pemeliharaan rutin maupun berkala tidak pernah dilakukan audit mutu karena keterbatasan jumlah dan utilisasi alat uji mutu yang disediakan di lapangan. Aly (2003.a) lebih tegas menyimpulkan bahwa pekerjaan pemeliharaan perkerasan jalan selama ini lebih dianggap pekerjaan

rutin perbaikan kerusakan fungsional jalan tanpa ada target pencapaian mutu untuk mempertahankan kemantapan dan kenyamanan jalan sehingga tidak ada ada data pendukung ketepatan pemeliharaan jalan yang dikaitkan dengan hasil audit mutu. Hasil riset Bennett, *et al*. (2007) tentang *data collection technologies for road management* menyebutkan bahwa peranan alat uji mutu lebih dipentingkan dalam menyusun sistem basis data mutu perkerasan jalan untuk membuat prediksi tingkat kemantapan dan kenyamanan jalan selama umur pelayanan, sehingga akurasi presisi komponen alat uji mutu lebih diutamakan pada pemeliharaan jalan daripada peningkatan jalan. Sistem basis data mutu yang dibangun akan memberikan prediksi yang tepat kapan perkerasan jalan perlu pemeliharaan berkala atau peningkatan daya dukungnya.

5. Perbandingan tingkat kepentingan antar subkriteria (variabel) terhadap kriteria (faktor) Utilisasi Bahan Uji (UBU) dalam pemberlakuan standar mutu perkerasan jalan

Gambar 4.225 menyajikan detail model hierarki elemen dalam menganalisis bobot perbandingan tingkat kepentingan antar subkriteria terhadap kriteria Utilisasi Bahan Uji (UBU) dan antar alternatif pengelolaan perkerasan jalan. Tabel 4.47 sampai dengan Tabel 4.52 menyajikan hasil matrik *pairwise comparison* antar subkriteria dan antar alternatif pengelolaan perkerasan jalan.



Gambar 4.225. Model hierarki elemen Utilisasi Bahan Uji (UBU) dalam pemberlakuan standar mutu perkerasan jalan

Tabel 4.47. Matrik perbandingan tingkat kepentingan antar subkriteria dan bobot lokal subkriteria terhadap kriteria Utilisasi Bahan Uji (UBU)

Subkriteria	Kualitas bahan uji	Ketersediaan bahan uji	Ketepatan metoda sampling	Proses pengadaan bahan uji	Kolom input dibagi jml kolom				jumlah	Bobot lokal subkriteria
Kualitas bahan uji	1,00	1,21	1,45	1,90	0,33	0,20	0,49	0,20	1,22	30,4%
Ketersediaan bahan uji	0,83	1,00	0,35	0,98	0,27	0,16	0,12	0,10	0,65	16,4%
Ketepatan metoda sampling	0,69	2,89	1,00	5,48	0,23	0,47	0,33	0,59	1,62	40,5%
Proses pengadaan bahan uji	0,53	1,02	0,18	1,00	0,17	0,17	0,06	0,11	0,51	12,7%
Jumlah										100,0%

Tabel 4.48. Matrik perbandingan tingkat kepentingan antar alternatif pengelolaan perkerasan jalan ditinjau dari tingkat kepentingan subkriteria Kualitas Bahan Uji

Alternatif pengelolaan	Pembangunan perkerasan jalan baru	Peningkatan perkerasan jalan	Pemeliharaan perkerasan jalan	Kolom input dibagi jml kolom			jumlah	Bobot lokal alternatif pengelolaan
Pembangunan perkerasan jalan baru	1,00	3,64	1,25	0,48	0,62	0,41	1,51	50,3%
Peningkatan perkerasan jalan	0,28	1,00	0,84	0,13	0,17	0,27	0,58	19,2%
Pemeliharaan perkerasan jalan	0,80	1,19	1,00	0,39	0,21	0,32	0,91	30,5%
Jumlah								100,0%

Tabel 4.49. Matrik perbandingan tingkat kepentingan antar alternatif pengelolaan perkerasan jalan ditinjau dari tingkat kepentingan subkriteria Ketersediaan Bahan Uji

Alternatif pengelolaan	Pembangunan perkerasan jalan baru	Peningkatan perkerasan jalan	Pemeliharaan perkerasan jalan	Kolom input dibagi jml kolom			jumlah	Bobot lokal alternatif pengelolaan
Pembangunan perkerasan jalan baru	1,00	1,09	1,13	0,35	0,38	0,34	1,07	35,6%
Peningkatan perkerasan jalan	0,92	1,00	1,22	0,33	0,34	0,36	1,03	34,5%
Pemeliharaan perkerasan jalan	0,89	0,82	1,00	0,32	0,28	0,30	0,90	29,9%
Jumlah								100,0%

Tabel 4.50. Matrik perbandingan tingkat kepentingan antar alternatif pengelolaan perkerasan jalan ditinjau dari tingkat kepentingan subkriteria Ketepatan Metoda Sampling

Alternatif pengelolaan	perkerasan jalan baru	perkerasan jalan	perkerasan jalan	Kolom input dibagi jml kolom			jumlah	Bobot lokal alternatif pengelolaan
Pembangunan perkerasan jalan baru	1,00	3,24	1,20	0,47	0,62	0,38	1,46	48,7%
Peningkatan perkerasan jalan	0,31	1,00	1,00	0,14	0,19	0,31	0,65	21,6%
Pemeliharaan perkerasan jalan	0,83	1,00	1,00	0,39	0,19	0,31	0,89	29,7%
Jumlah								100,0%

Tabel 4.51. Matrik perbandingan tingkat kepentingan antar alternatif pengelolaan perkerasan jalan ditinjau dari tingkat kepentingan subkriteria Proses Pengadaan Bahan Uji

Alternatif pengelolaan	Pembangunan perkerasan jalan baru	Peningkatan perkerasan jalan	Pemeliharaan perkerasan jalan	Kolom input dibagi jml kolom			jumlah	Bobot lokal alternatif pengelolaan
Pembangunan perkerasan jalan baru	1,00	2,87	2,28	0,56	0,60	0,52	1,68	56,1%
Peningkatan perkerasan jalan	0,35	1,00	1,07	0,19	0,21	0,25	0,65	21,6%
Pemeliharaan perkerasan jalan	0,44	0,94	1,00	0,25	0,19	0,23	0,67	22,3%
Jumlah								100,0%

Tabel 4.52. Matrik bobot global antar alternatif pengelolaan perkerasan jalan terhadap kriteria Utilisasi Bahan Uji (UBU)

Alternatif pengelolaan	Kualitas bahan uji	Keterseediaan bahan uji	Keetepatan metoda sampling	Prosesse pengadaan bahan uji	Bobot global alternatif pe

	(30%)	(16%)	(41%)	(13%)	n g e l o l a a n
Pembangunan perkerasan jalan baru	50,3%	35,6%	48,7%	56,1%	48,0%
Peningkatan perkerasan jalan	19,2%	34,5%	21,6%	21,6%	23,0%
Pemeliharaan perkerasan jalan	30,5%	29,9%	29,7%	22,3%	29,0%
Jumlah	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%

Dari Tabel 4.47 dapat ditentukan bobot perbandingan tingkat kepentingan subkriteria terhadap kriteria Utilisasi Bahan Uji (UBU) yang masih memerlukan pembuktian konsistensinya, yaitu: (i) Ketepatan Metode *Sampling* sebesar 40,5%; (ii) Kualitas Bahan Uji sebesar 30,4%; (iii) Ketersediaan Bahan Uji sebesar 16,4%; dan (iv) Proses Pengadaan Bahan Uji sebesar 12,7%. Dari Tabel 4.50 dapat ditentukan urutan prioritas pengelolaan perkerasan jalan ditinjau dari pengaruh utilisasi bahan uji (UBU) terhadap pemberlakuan standar mutu perkerasan jalan, yaitu: (i) 48,0% pembangunan perkerasan jalan baru; (ii) 29,0% pemeliharaan perkerasan jalan; dan (iii) 23,0% peningkatan perkerasan jalan; urutan prioritas ini masih memerlukan pembuktian konsistensinya. *Consistency ratio* (CR) dianalisis dengan urutan sebagai berikut:

Kualitas bahan uji:

$$\begin{Bmatrix} 1{,}0 & 3{,}6 & 1{,}2 \\ 0 & 4 & 5 \\ 0{,}2 & 1{,}0 & 0{,}8 \end{Bmatrix} \times \begin{Bmatrix} 0{,}5 \\ 0 \\ 0{,}1 \end{Bmatrix} = \begin{Bmatrix} 1{,}5 \\ 8 \\ 0{,}5 \end{Bmatrix}$$

$$\begin{matrix} 8 & 0 & 4 & & 9 & & 9 \\ 0{,}8 & 1{,}1 & 1{,}0 & & 0{,}3 & & 0{,}9 \\ 0 & 9 & 0 & & 0 & & 4 \end{matrix}$$

$\lambda_{\text{kualitas bahan uji}} =$

$$\left[\frac{1{,}58 \quad 0{,}59 \quad 0{,}94}{0{,}50 \quad 0{,}19 \quad 0{,}30}\right] / 3 = \left[3{,}14 \quad 3{,}05 \quad 3{,}07\right] / 3 = 3{,}09$$

Ketersediaan bahan uji:

$$\begin{Bmatrix} 1{,}0 & 1{,}0 & 1{,}1 \\ 0 & 9 & 3 \\ 0{,}9 & 1{,}0 & 1{,}2 \end{Bmatrix} \times \begin{Bmatrix} 0{,}3 \\ 6 \\ 0{,}3 \end{Bmatrix} = \begin{Bmatrix} 1{,}0 \\ 7 \\ 1{,}0 \end{Bmatrix}$$

$$\begin{matrix} 2 & 0 & 2 & \times & 4 & = & 4 \end{matrix}$$

$\lambda_{\text{ketersediaan bahan uji}} =$

$$\left[\frac{1{,}07 \quad 1{,}04 \quad 0{,}90}{0{,}36 \quad 0{,}34 \quad 0{,}30}\right] / 3 = \left[3{,}00 \quad 3{,}00 \quad 3{,}00\right] / 3 = 3{,}00$$

0,8 9 0,8 2 1,0 0 0,3 0 0,9 0

Ketepatan metoda sampling:

$$\begin{Bmatrix} 1,00 & 3,20 & 1,20 \\ 0,31 & 1,00 & 1,00 \\ 0,83 & 1,00 & 1,00 \end{Bmatrix} X \begin{Bmatrix} 0,49 \\ 0,22 \\ 0,30 \end{Bmatrix} = \begin{Bmatrix} 1,54 \\ 0,66 \\ 0,92 \end{Bmatrix}$$

$\lambda_{\text{ketepatan metoda sampling}} =$

$$\left[\frac{1,54 \quad 0,66 \quad 0,92}{0,49 \quad 0,22 \quad 0,30}\right]/3 = \left[3,17 \quad 3,07 \quad 3,09\right]/3 = 3,11$$

Proses pengadaan bahan uji:

$$\begin{Bmatrix} 1,00 & 2,87 & 2,28 \\ 0,35 & 1,00 & 1,07 \\ 0,44 & 0,94 & 1,00 \end{Bmatrix} X \begin{Bmatrix} 0,56 \\ 0,22 \\ 0,22 \end{Bmatrix} = \begin{Bmatrix} 1,69 \\ 0,65 \\ 0,67 \end{Bmatrix}$$

$\lambda_{\text{proses pengadaan bahan uji}} =$

$$\left[\frac{1,69 \quad 0,65 \quad 0,67}{0,56 \quad 0,22 \quad 0,22}\right]/3 = \left[3,02 \quad 3,01 \quad 3,01\right]/3 = 3,01$$

Dari hasil perkalian matrik *pairwise comparison* antar alternatif pengelolaan perkerasan jalan dengan bobot lokalnya pada tiap subkriteria yang ditinjau, didapatkan $\lambda_{max} = 3,11$.

$$CR = \frac{3,11 - 3,0}{(3,0 - 1) \times 0,58} = 0,094$$

Hasil analisis uji konsistensi matrik *pairwise comparison* adalah CR = 0,094<0,10; yang mengindikasikan bahwa perhitungan bobot prioritas perbandingan tingkat kepentingan antar subkriteria terhadap kriteria UBU dapat dipertanggungjawabkan. Validasi selanjutnya adalah membandingkan pola konsistensi jawaban responden terhadap penilaian perbandingan tingkat kepentingan antar subkriteria terhadap kriteria UBU, sebagaimana ditunjukkan dalam Tabel 4.53.

Tabel 4.53. Pola konsistensi jawaban responden terhadap matrik *pairwise comparison* antar subkriteria yang mempengaruhi kriteria UBU

sisi kiri lebih penting ← Tengah (angka 1) : sama penting → sisi kanan lebih penting

Sub Kriteria	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Sub Kriteria
Kualitas Bahan Uji							●	√										Ketersediaan Bahan Uji
Kualitas Bahan Uji										√	●							Ketepatan Metoda *Sampling*

Kualitas Bahan Uji							●	√										Proses Pengadaan Bahan Uji
Ketersediaan Bahan Uji											√ ●							Ketepatan Metoda *Sampling*
Ketersediaan Bahan Uji							●	√										Proses Pengadaan Bahan Uji
Ketepatan Metoda *Sampling*					√ ●													Proses Pengadaan Bahan Uji

Keterangan: √ = hasil analisis matematis; ● = pola konsistensi jawaban responden

Hasil pengamatan pola konsistensi jawaban responden (Tabel 4.53) adalah sebagai berikut :

a) pola konsistensi jawaban responden memiliki kecenderungan yang sama dengan hasil analisis matrik *pairwise comparison*, kecenderungan lebih mempertimbangkan metoda pengambilan sampling dan kualitas bahan uji mutu di lapangan; dan

b) diamati dari perbandingan tingkat kepentingannya, menunjukkan konsistensi responden :

   (i) kualitas bahan uji > ketersediaan bahan uji;

   (ii) ketersediaan bahan uji > proses pengadaan bahan uji;

   (iii) kualitas bahan uji > proses pengadaan bahan uji;

   (iv) ketepatan metoda sampling > kualitas bahan uji;

   (v) ketepatan metoda sampling > proses pengadaan bahan uji;

   (vi) kualitas bahan uji > proses pengadaan bahan uji

   (vii) ketepatan metode *sampling* > ketersediaan bahan uji

Dengan demikian pola konsistensi jawaban responden yang terbentuk adalah ketepatan metoda sampling > kualitas bahan uji > ketersediaan bahan uji > proses pengadaan bahan uji, yang direpresentasikan dalam Tabel 4.47, yaitu: (i) Ketepatan Metode *Sampling* sebesar 40,5%; (ii) Kualitas Bahan Uji sebesar 30,4%; (iii) Ketersediaan Bahan Uji sebesar 16,4%; dan (iv) Proses Pengadaan Bahan Uji sebesar 12,7%.

Hasil analisis pembobotan tingkat kepentingan antar subkriteria tersebut sangat sesuai dengan hasil riset Bennett & McPherson (2005) tentang *success factors for road management systems* di 21 negara Asia Pasifik (termasuk Indonesia), disebutkan bahwa ada dua aspek penting yang harus dipahami sebelum melakukan pengujian material konstruksi perkerasan jalan, yaitu: (i) kualitas bahan uji yang harus sama dengan karakteristik material konstruksi yang digunakan di lapangan; (ii) diikuti

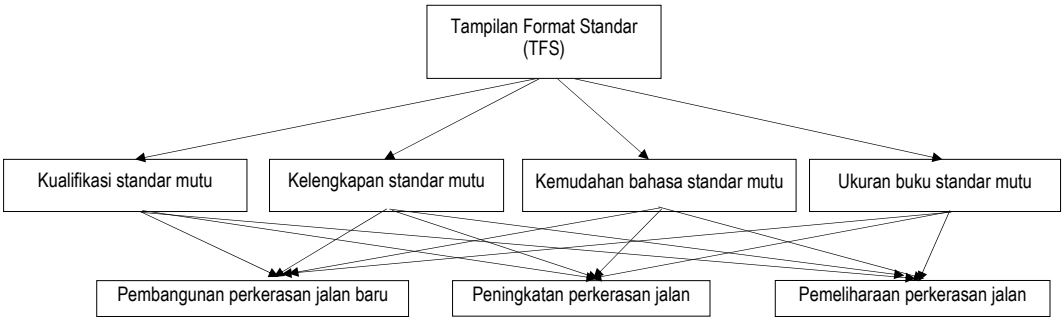
pemilihan metode *sampling* yang meliputi frekuensi, ukuran dan lokasi *sampling*. Kedua aspek ini mutlak harus ada sebelum mengamati aspek-aspek lain seperti volume bahan uji dan proses pengadaannya, artinya kualitas *sampling* bahan uji yang diambil dengan metode *sampling* yang tepat merupakan saringan awal penilaian mutu yang harus dilakukan di laboratorium, setelah itu diteruskan pengecekan ketersediaannya di sumber material. Berdasarkan fakta yang sering terjadi di lapangan, banyak sampel bahan uji yang belum merepresentasikan material konstruksi jalan yang digunakan sehingga ada kesenjangan mutu antara data administrasi teknik laboratorium dengan data ukur mutu lapangan, hal ini disebabkan ketidaktepatan metode *sampling* dan kualitas bahan uji yang digunakan (Aly, 2003.a; Sugiri,2006). Oleh karenanya subkriteria Kualitas Bahan Uji dan Ketepatan Metode Sampling merupakan subkriteria yang memiliki bobot kepentingan lebih besar daripada subkriteria Ketersediaan dan Proses Pengadaan Bahan Uji. Hasil penelitian ini juga analogi dengan penelitian tentang pemilihan material perkerasan jalan di D.I. Yogyakarta yang dilakukan oleh Saputro (2006), yang menyebutkan bahwa pengendalian mutu perkerasan jalan ditinjau dari aspek pemilihan material, dipengaruhi oleh tiga variabel penting yang secara berurutan memiliki bobot kepentingan sebagai berikut: (i) Volume Material sebesar 48,56%; (ii) Kualitas Material sebesar 34,95%; dan (iii) Distribusi Material sebesar 16,49%. Dalam hal ini Saputro (2006) menyimpulkan bahwa aspek utama yang harus dicermati ketika *quality engineer* memilih material konstruksi jalan adalah jumlah material yang diperlukan sesuai kebutuhan volume material konstruksi, selanjutnya dipertimbangkan penilaian kualitas material dan bagaimana cara untuk mendistribusikan material tersebut dari tempat asal menuju lokasi pekerjaan. Ketepatan metode *sampling* berkaitan dengan jumlah sampel benda uji yang merepresentasikan volume material konstruksi jalan. Demikian juga kualitas bahan uji merepresentasikan kualitas material konstruksi. Distribusi material menurut Saputro (2006) dapat direpresentasikan dalam kegiatan pengadaan dan ketersediaan bahan uji.

Selain bobot perbandingan tingkat kepentingan antar subkriteria, hasil analisis juga menyimpulkan urutan prioritas pertimbangan terhadap alternatif pengelolaan perkerasan jalan ditinjau dari pengaruh kriteria UBU dalam pemberlakuan standar mutu, yaitu: (i) pembangunan perkerasan jalan baru memiliki prioritas 48,0%; (ii) diikuti pemeliharaan perkerasan jalan sebesar 29,0%; dan (iii) peningkatan perkerasan

jalan sebesar 23,0%. Hasil penelitian ini sangat mendukung konsep efisiensi dan keberlanjutan pembangunan jalan dari aspek finansial karena pembangunan perkerasan jalan baru harus mampu meminimalkan biaya pemeliharaan selama umur pelayanan (Paterson, 2007.b). Penggunaan mutu material perkerasan yang tepat dapat memberikan konstribusi 50% terhadap pencapaian mutu total konstruksi jalan, sisa proporsi lainnya didukung oleh aspek pelaksanaan (proses pencampuran, penghamparan, dan pemadatan) dan pengaruh lingkungan, seperti hujan, air tanah (Paterson, 2007.b). Berkaitan dengan hal tersebut maka kecermatan pemilihan material konstruksi yang bermutu merupakan prioritas yang pertama pada pelaksanaan pembangunan konstruksi jalan baru. Namun demikian beberapa fakta yang terjadi di lapangan menurut Aly (2003.a) dan Soenarno (2006) menyimpulkan pemilihan mutu material yang tepat tidak hanya diperlukan pada pembangunan perkerasan jalan baru tetapi yang lebih penting adalah bagaimana memilih mutu material sesuai dengan jenis kerusakan struktural pada pemeliharaan jalan. Ketidaktepatan penggunaan material konstruksi pada pemeliharaan jalan akan lebih memperparah kerusakan struktural yang terjadi, seperti tidak tercapainya homogenitas dan daya ikat yang kuat antara material perkerasan lama dengan perkerasan baru sehingga perbaikan kerusakan *potholes* akan memberikan peluang air limpasan hujan meresap ke dalam pori-pori antara material lama dan material baru. Pencermatan Aly (2003.a) dan Soenarno (2006) tersebut senada dengan hasil persepsi 251 pakar perkerasan jalan (lihat Tabel 4.4) yang menyatakan 34,7% penyimpangan mutu material terjadi pada pemeliharaan jalan, proporsi ini lebih besar daripada peningkatan jalan (29,5%) dan pembangunan jalan baru (24,0%). Dengan demikian dapat disimpulkan bahwa prioritas pemilihan material perkerasan yang bermutu lebih dicermati pada pembangunan perkerasan jalan baru untuk meletakkan dasar daya dukung perkerasan yang tinggi sehingga dapat diminimalkan kerusakan dini di awal umur pelayanan. Prioritas penting berikutnya diberikan pada pemeliharaan berkala perkerasan lama untuk mempertahankan kemantapan jalan mencapai standar pelayanan minimal sebelum dilakukan pekerjaan peningkatan daya dukungnya.

6. Perbandingan tingkat kepentingan antar subkriteria (variabel) terhadap kriteria (faktor) Tampilan Format Standar (TFS) dalam pemberlakuan standar mutu perkerasan jalan

Gambar 4.226 menyajikan model hierarki elemen dalam menganalisis perbandingan tingkat kepentingan antar subkriteria terhadap kriteria Tampilan Format Standar (TFS) dan antar alternatif pengelolaan perkerasan jalan ditinjau dari aspek TFS. Tabel 4.54 sampai dengan Tabel 4.59 menyajikan hasil matrik *pairwise comparison* masing-masing untuk antar subkriteria dan antar alternatif pengelolaan perkerasan jalan pada tinjauan subkriteria tertentu, terhadap observasi 214 responden (pakar perkerasan jalan).



Gambar 4.226. Model hierarki elemen Tampilan Format Standar (TFS) dalam pemberlakuan standar mutu perkerasan jalan

Tabel 4.54. Matrik perbandingan tingkat kepentingan antar subkriteria dan bobot lokal subkriteria terhadap kriteria Tampilan Format Standar (TFS)

Subkriteria	Kualifikasi standar mutu	Kelengkapan standar mutu	Kemudahan bahasa standar mutu	Ukuran buku standar mutu	Kolom input dibagi jml kolom				jumlah	Bobot lokal subkriteria
Kualifikasi standar mutu	1,00	1,42	0,24	2,80	0,16	0,18	0,04	0,44	0,82	20,5%
Kelengkapan standar mutu	0,70	1,00	0,19	2,27	0,11	0,12	0,04	0,36	0,63	15,7%
Kemudahan bahasa standar mutu	4,25	5,29	1,00	3,66	0,67	0,65	0,20	0,04	1,56	39,1%
Ukuran buku standar mutu	0,36	0,44	0,27	1,00	0,06	0,05	0,72	0,16	0,99	24,7%
Jumlah										100,0%

Tabel 4.55. Matrik perbandingan tingkat kepentingan antar alternatif pengelolaan perkerasan jalan ditinjau dari tingkat kepentingan subkriteria Kualifikasi Standar Mutu

Alternatif pengelolaan	Pembangunan perkerasan jalan baru	Peningkatan perkerasan jalan	Pemeliharaan perkerasan jalan	Kolom input dibagi jml kolom			jumlah	Bobot lokal alternatif pengelolaan
Pembangunan perkerasan jalan baru	1,00	1,11	1,15	0,36	0,36	0,36	1,08	36,1%
Peningkatan perkerasan jalan	0,90	1,00	1,05	0,33	0,33	0,33	0,98	32,7%
Pemeliharaan perkerasan jalan	0,87	0,95	1,00	0,31	0,31	0,31	0,94	31,2%
Jumlah								100,0%

Tabel 4.56. Matrik perbandingan tingkat kepentingan antar alternatif pengelolaan perkerasan jalan ditinjau dari tingkat kepentingan subkriteria Kelengkapan Standar Mutu

Alternatif pengelolaan	Pembangunan perkerasan jalan baru	Peningkatan perkerasan jalan	Pemeliharaan perkerasan jalan	Kolom input dibagi jml kolom			jumlah	Bobot lokal alternatif pengelolaan
Pembangunan perkerasan jalan baru	1,00	0,42	0,28	0,14	0,08	0,18	0,41	13,5%
Peningkatan perkerasan jalan	2,40	1,00	0,26	0,35	0,19	0,17	0,70	23,4%
Pemeliharaan perkerasan jalan	3,56	3,86	1,00	0,51	0,73	0,65	1,89	63,1%
Jumlah								100,0%

Tabel 4.57. Matrik perbandingan tingkat kepentingan antar alternatif pengelolaan perkerasan jalan ditinjau dari tingkat kepentingan subkriteria Kemudahan Bahasa Standar Mutu

Alternatif pengelolaan	Pembangunan perkerasan jalan baru	Peningkatan perkerasan jalan	Pemeliharaan perkerasan jalan	Kolom input dibagi jml kolom			jumlah	Bobot lokal alternatif pengelolaan
Pembangunan perkerasan jalan baru	1,00	0,35	0,24	0,12	0,07	0,16	0,35	11,6%
Peningkatan perkerasan jalan	2,88	1,00	0,26	0,36	0,19	0,17	0,72	24,0%
Pemeliharaan perkerasan jalan	4,25	3,86	1,00	0,52	0,74	0,67	1,93	64,4%
Jumlah								100,0%

Tabel 4.58. Matrik perbandingan tingkat kepentingan antar alternatif pengelolaan perkerasan jalan ditinjau dari tingkat kepentingan subkriteria Ukuran Buku Standar Mutu

Alternatif pengelolaan	Pembangunan perkerasan jalan baru	Peningkatan perkerasan jalan	Pemeliharaan perkerasan jalan	Kolom input dibagi jml kolom			jumlah	Bobot lokal alternatif pengelolaan
Pembangunan perkerasan jalan baru	1,00	0,31	0,22	0,11	0,06	0,15	0,32	10,7%
Peningkatan perkerasan jalan	3,22	1,00	0,27	0,37	0,20	0,18	0,75	25,0%
Pemeliharaan perkerasan jalan	4,59	3,67	1,00	0,52	0,74	0,67	1,93	64,3%
Jumlah								100,0%

Tabel 4.59. Matrik bobot global antar alternatif pengelolaan perkerasan jalan terhadap kriteria Tampilan Format Standar (TFS)

Alternatif pengelolaan	Kualifikasi standar mutu (20%)	Kelengkapan standar mutu (16%)	Kemudahan bahasa standar mutu (39%)	Ukuran buku standar mutu (25%)	Bobot globallal terintegrasi pengelolaan (20%)
Pembangunan perkerasan jalan baru	36,1%	13,5%	11,6%	10,7%	16,7%
Peningkatan perkerasan jalan	32,7%	23,4%	24,0%	25,0%	25,9%
Pemeliharaan perkerasan jalan	31,2%	63,1%	64,4%	64,3%	57,4%
Jumlah	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%

Dari Tabel 4.54 dapat ditentukan perbandingan tingkat kepentingan subkriteria terhadap kriteria Tampilan Format Standar (TFS) yang masih memerlukan pembuktian konsistensinya, yaitu: (i) kemudahan Bahasa Standar Mutu sebesar 39,1%; (ii) Ukuran Buku Standar Mutu sebesar 24,7%; (iii) Kualifikasi Standar Mutu

sebesar 20,5%; dan (iv) Kelengkapan Standar Mutu sebesar 15,7%. Dari Tabel 4.56 dapat ditentukan urutan prioritas pengelolaan perkerasan jalan ditinjau dari pengaruh TFS terhadap pemberlakuan standar mutu, yaitu: (i) 57,4% pemeliharaan perkerasan jalan; (ii) 25,9% peningkatan perkerasan jalan; dan (iii) 16,7% pemeliharaan perkerasan jalan; urutan prioritas ini masih memerlukan pembuktian konsistensinya. *Consistency ratio* (CR) dihitung dengan urutan sebagai berikut:

Kualifikasi standar mutu:

$$\begin{Bmatrix} 1{,}00 & 1{,}10 & 1{,}15 \\ 0{,}90 & 1{,}00 & 1{,}05 \\ 0{,}87 & 0{,}95 & 1{,}00 \end{Bmatrix} \times \begin{Bmatrix} 0{,}36 \\ 0{,}33 \\ 0{,}31 \end{Bmatrix} = \begin{Bmatrix} 1{,}08 \\ 0{,}98 \\ 0{,}31 \end{Bmatrix}$$

$\lambda_{\text{kualifikasi standar mutu}} =$

$$\left[\frac{1{,}08 \quad 0{,}98 \quad 0{,}31}{0{,}36 \quad 0{,}33 \quad 0{,}31}\right]/3 = [3{,}00 \quad 3{,}00 \quad 3{,}00]/3 = 3{,}00$$

Kelengkapan standar mutu:

$$\begin{Bmatrix} 1{,}00 & 0{,}42 & 0{,}28 \\ 2{,}40 & 1{,}00 & 0{,}26 \\ 3{,}56 & 3{,}86 & 1{,}00 \end{Bmatrix} \times \begin{Bmatrix} 0{,}14 \\ 0{,}23 \\ 0{,}63 \end{Bmatrix} = \begin{Bmatrix} 0{,}41 \\ 0{,}72 \\ 2{,}02 \end{Bmatrix}$$

$\lambda_{\text{kelengkapan standar mutu}} =$

$$\left[\frac{0{,}41 \quad 0{,}72 \quad 2{,}02}{0{,}14 \quad 0{,}23 \quad 0{,}63}\right] / 3 = [3{,}04 \quad 3{,}08 \quad 3{,}20]/3 = 3{,}10$$

Kemudahan bahasa standar mutu:

$$\begin{Bmatrix} 1{,}00 & 0{,}35 & 0{,}24 \\ 2{,}88 & 1{,}00 & 0{,}26 \\ 4{,}25 & 3{,}86 & 1{,}00 \end{Bmatrix} \times \begin{Bmatrix} 0{,}12 \\ 0{,}24 \\ 0{,}64 \end{Bmatrix} = \begin{Bmatrix} 0{,}35 \\ 0{,}74 \\ 2{,}06 \end{Bmatrix}$$

$\lambda_{\text{kemudahan bahasa standar mutu}} =$

$$\left[\frac{0{,}35 \quad 0{,}74 \quad 2{,}06}{0{,}12 \quad 0{,}24 \quad 0{,}64}\right]/3 = [3{,}03 \quad 3{,}08 \quad 3{,}20]/3 = 3{,}10$$

Ukuran buku standar mutu:

$$\begin{Bmatrix} 1{,}00 & 0{,}32 & 0{,}27 \\ 3{,}22 & 1{,}00 & 0{,}27 \\ 4{,}59 & 3{,}67 & 1{,}00 \end{Bmatrix} \times \begin{Bmatrix} 0{,}11 \\ 0{,}25 \\ 0{,}64 \end{Bmatrix} = \begin{Bmatrix} 0{,}32 \\ 0{,}77 \\ 2{,}05 \end{Bmatrix}$$

$\lambda_{\text{ukuran buku standar mutu}} =$

$$\left[\frac{0{,}32 \quad 0{,}77 \quad 2{,}05}{0{,}11 \quad 0{,}25 \quad 0{,}64}\right]/3 = [3{,}03 \quad 3{,}09 \quad 3{,}19]/3 = 3{,}10$$

Dari hasil perkalian matrik *pairwise comparison* antar alternatif pengelolaan perkerasan jalan dengan bobot lokalnya pada tiap subkriteria yang ditinjau, didapatkan $\lambda_{max} = 3{,}10$.

$$CR = \frac{3{,}10 - 3{,}0}{(3{,}0 - 1) \times 0{,}58} = 0{,}086$$

Hasil analisis uji konsistensi matrik *pairwise comparison* adalah CR = 0,086<0,10; yang mengindikasikan bahwa perhitungan bobot prioritas perbandingan tingkat kepentingan antar subkriteria terhadap kriteria TFS dapat dipertanggungjawabkan. Validasi selanjutnya adalah membandingkan pola konsistensi jawaban responden terhadap penilaian perbandingan tingkat kepentingan antar subkriteria terhadap kriteria TFS, sebagaimana ditunjukkan dalam Tabel 4.60.

Tabel 4.60. Pola konsistensi jawaban responden terhadap matrik *pairwise comparison* antar subkriteria yang mempengaruhi kriteria TFS

sisi kiri lebih penting ← Tengah (angka 1) : sama penting → sisi kanan lebih penting

Sub Kriteria	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Sub Kriteria
Kualifikasi Standar Mutu								√ ●										Kelengkapan Standar Mutu
Kualifikasi Standar Mutu												√ ●						Kemudahan Bahasa Standar Mutu
Kualifikasi Standar Mutu									√ ●									Ukuran Buku Standar Mutu
Kelengkapan Standar Mutu													√	●				Kemudahan Bahasa Standar Mutu
Kelengkapan Standar Mutu											√	●						Ukuran Buku Standar Mutu
Kemudahan Bahasa Standar Mutu				●		√												Ukuran Buku Standar Mutu

Keterangan: √ = hasil analisis matematis; ● = pola konsistensi jawaban responden

Hasil pengamatan pola konsistensi jawaban responden (Tabel 4.60) adalah sebagai berikut :

a) pola konsistensi jawaban responden memiliki kecenderungan yang sama dengan hasil analisis matrik *pairwise comparison*, subkriteria kemudahan bahasa standar mutu merupakan prioritas utama yang dipertimbangkan dalam tampilan format standar mutu; dan

b) diamati dari perbandingan tingkat kepentingannya, menunjukkan konsistensi responden :

(i) kualifikasi standar mutu > kelengkapan standar mutu;

(ii) kemudahan bahasa standar mutu > kualifikasi standar mutu;

(iii) ukuran buku standar mutu > kelengkapan standar mutu;

(iv) kemudahan bahasa standar mutu > ukuran buku standar mutu;

(v) kemudahan bahasa standar mutu > kelengkapan standar mutu;

(vi) kualifikasi standar mutu = ukuran buku standar mutu.

Dengan demikian pola konsistensi jawaban responden yang terbentuk adalah kemudahan bahasa standar mutu > ukuran buku standar mutu = kualifikasi standar mutu > kelengkapan standar mutu, yang direpresentasikan dalam Tabel 4.54, yaitu: (i) Kemudahan Bahasa Standar Mutu sebesar 39,1%; (ii) Ukuran Buku Standar Mutu sebesar 24,7%; (iii) Kualifikasi Standar Mutu sebesar 20,5%; dan (iv) Kelengkapan Standar Mutu 15,7%.

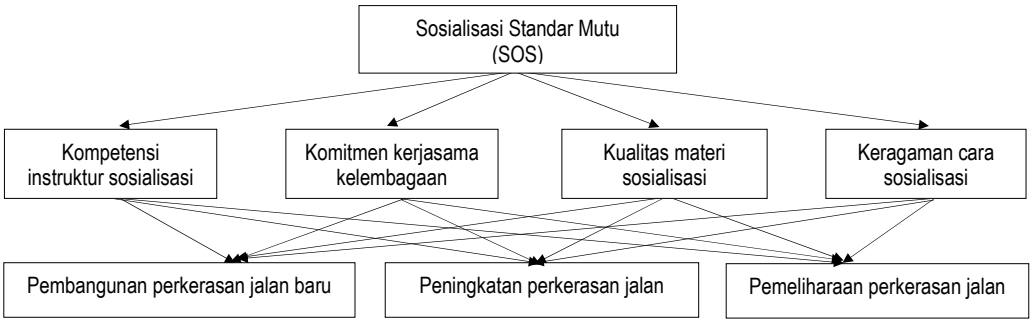
Agah (2003; 2005; & 2006) dan Aly (2006) menyimpulkan tidak ada keraguan lagi bagi *road engineer* untuk mengakui kualifikasi dan kelengkapan substansi standar mutu perkerasan jalan baik produk dalam negeri (berlisensi SNI) maupun luar negeri (seperti berlisensi AASHTO), namun ada dua aspek yang perlu prioritas untuk dipertimbangkan dalam mendesain tampilan format standar agar lebih disukai pengguna, yaitu: (i) tampilan bahasa Indonesia dalam buku standar mutu yang mudah dipahami dan dimplementasikan serta tidak menimbulkan pengertian yang bias; (ii) penguasaan bahasa asing (terutama bahasa Inggris) lebih ditingkatkan kemampuan dan kemauannya agar dapat memahami substansi standar mutu produk luar negeri yang dipakai di Indonesia; dan (iii) ukuran buku standar mutu yang bersifat *portability*. Aspek bahasa merupakan kunci awal bagi pengguna untuk mulai tertarik untuk membaca, kemudian memahami isinya dan mengimplementasikan di lapangan, artinya makin mudah bahasa standar mutu dipahami maka makin terbuka lebar ketepatan untuk menerapkan di lapangan agar didapatkan data ukur mutu yang akurat (Weston & Whidett, 1999). Selain aspek bahasa, performansi standar mutu agar disukai pengguna adalah bentuk dan ukuran bukunya harus mudah dibawa (*portability*) sehingga buku standar mutu selalu tidak terpisahkan dari *engineer* di lapangan, diharapkan timbul kemauan kuat untuk membaca dan mendiskusikan di lapangan daripada membawa buku berukuran normal dan tebal. Pengalaman empirik tersebut yang mendukung subkriteria Kemudahan Bahasa Standar Mutu dan Ukuran

Buku Standar Mutu, keduanya memiliki bobot tingkat kepentingan yang lebih besar daripada subkriteria Kualifikasi dan Kelengkapan Standar Mutu.

Selain bobot perbandingan tingkat kepentingan antar subkriteria, hasil analisis juga menyimpulkan urutan prioritas pertimbangan terhadap alternatif pengelolaan perkerasan jalan ditinjau dari pengaruh kriteria TFS dalam pemberlakuan standar mutu perkerasan jalan, yaitu: (i) pemeliharaan perkerasan jalan memiliki prioritas sebesar 57,4%; (ii) diikuti peningkatan perkerasan jalan sebesar 25,9%; dan (iii) pembangunan perkerasan jalan baru sebesar 16,7%. Sebagaimana dijelaskan sebelumnya bahwa hasil pekerjaan pemeliharaan perkerasan jalan yang sudah mengalami kerusakan fungsional dan struktural memerlukan prioritas penggunaan sumber daya yang lebih besar daripada pembangunan jalan baru karena ketepatan metode pemeliharaan harus mampu menjawab perbaikan sesuai jenis kerusakan struktural yang terjadi sehingga kemantapan dan kenyamanan jalan tetap dapat dipertahankan selama umur pelayanan. Banyak ragam teknologi material konstruksi untuk pemeliharaan perkerasan yang dibarengi banyak jenis kerusakan struktural perkerasan beserta faktor penyebabnya, sehingga banyak modul paket pemeliharaan yang sudah dilengkapi batasan standar mutunya yang mengikuti perkembangan teknologi material. Perubahan ragam teknologi tersebut begitu cepat dari waktu ke waktu, sehingga *engineer* harus mampu untuk memilih dan memahami implementasinya. Lain halnya pada pembangunan perkerasan jalan baru, teknologi material dasar dan standar mutunya bersifat konstan tidak banyak mengalami perubahan yang signifikan. Berkaitan dengan perbedaan persepsi implementasi standar mutu tersebut, maka tampilan format standar mutu dalam pemeliharaan perkerasan jalan memiliki prioritas pertimbangan lebih besar dibandingkan pada pembangunan perkerasan jalan baru (lihat Tabel 4.59).

7. Perbandingan tingkat kepentingan antar subkriteria (variabel) terhadap kriteria (faktor) Sosialisasi Standar Mutu (SOS) dalam pemberlakuan standar mutu perkerasan jalan

Gambar 4.227 menyajikan model hierarki elemen dalam menganalisis perbandingan tingkat kepentingan antar subkriteria terhadap kriteria Sosialisasi Standar Mutu (SOS) dan antar alternatif pengelolaan perkerasan jalan ditinjau dari aspek SOS. Tabel 4.61 sampai dengan Tabel 4.66 menyajikan hasil matrik *pairwise comparison* untuk antar subkriteria dan antar alternatif pengelolaan perkerasan jalan pada tinjauan subkriteria tertentu.



Gambar 4.227. Model hierarki elemen Sosialisasi Standar Mutu (SOS) dalam pemberlakuan standar mutu perkerasan jalan

Tabel 4.61. Matrik perbandingan tingkat kepentingan antar subkriteria dan bobot subkriteria terhadap kriteria Sosialisasi Standar Mutu (SOS)

Subkriteria	Kompetensi instruktur sosialisasi	Komitmen kerjasama kelembagaan	Kualitas materi sosialisasi	Keragaman cara sosialisasi	Kolom input dibagi jml kolom				jumlah	Bobot lokal subkriteria
Kompetensi instruktur sosialisasi	1,00	7,11	1,42	5,19	0,36	0,77	0,18	0,50	1,82	45,5%
Komitmen kerjasama kelembagaan	0,14	1,00	0,56	1,84	0,05	0,11	0,45	0,18	0,79	19,8%
Kualitas materi sosialisasi	0,70	1,77	1,00	2,24	0,52	0,06	0,26	0,22	1,05	26,2%
Keragaman cara sosialisasi	0,19	0,54	0,45	1,00	0,07	0,06	0,11	0,10	0,34	8,5%
Jumlah										100,0%

Tabel 4.62. Matrik perbandingan tingkat kepentingan antar alternatif pengelolaan perkerasan jalan ditinjau dari tingkat kepentingan subkriteria Kompetensi Instruktur Sosialisasi

Alternatif pengelolaan	Pembangunan perkerasan jalan baru	Peningkatan perkerasan jalan	Pemeliharaan perkerasan jalan	Kolom input dibagi jml kolom			jumlah	Bobot lokal alternatif pengelolaan
Pembangunan perkerasan jalan baru	1,00	1,39	1,34	0,40	0,39	0,42	1,21	40,4%
Peningkatan perkerasan jalan	0,72	1,00	0,88	0,29	0,28	0,27	0,85	28,4%
Pemeliharaan perkerasan jalan	0,75	1,13	1,00	0,30	0,32	0,31	0,94	31,2%
Jumlah								100,0%

Tabel 4.63. Matrik perbandingan tingkat kepentingan antar alternatif pengelolaan perkerasan jalan ditinjau dari tingkat kepentingan subkriteria Komitmen Kerjasama Kelembagaan

Alternatif pengelolaan	Pembangunan perkerasan jalan baru	Peningkatan perkerasan jalan	Pemeliharaan perkerasan jalan	Kolom input dibagi jml kolom			jumlah	Bobot lokal alternatif pengelolaan
Pembangunan perkerasan jalan baru	1,00	0,95	1,10	0,34	0,31	0,37	1,02	33,9%
Peningkatan perkerasan jalan	1,05	1,00	0,90	0,35	0,33	0,30	0,98	32,7%
Pemeliharaan perkerasan jalan	0,91	1,11	1,00	0,31	0,36	0,33	1,00	33,4%
Jumlah								100,0%

Tabel 4.64. Matrik perbandingan tingkat kepentingan antar alternatif pengelolaan perkerasan jalan ditinjau dari tingkat kepentingan subkriteria Kualitas Materi Sosialisasi

Alternatif pengelolaan	Pembangunan perkerasan jalan baru	Peningkatan perkerasan jalan	Pemeliharaan perkerasan jalan	Kolom input dibagi jml kolom			jumlah	Bobot lokal alternatif pengelolaan
Pembangunan perkerasan jalan baru	1,00	1,14	0,94	0,34	0,36	0,32	1,02	34,1%
Peningkatan perkerasan jalan	0,88	1,00	0,98	0,30	0,32	0,34	0,96	31,8%
Pemeliharaan perkerasan jalan	1,06	1,02	1,00	0,36	0,32	0,34	1,02	34,1%
Jumlah								100,0%

Tabel 4.65. Matrik perbandingan tingkat kepentingan antar alternatif pengelolaan perkerasan jalan ditinjau dari tingkat kepentingan subkriteria Keragaman Cara Sosialisasi

Alternatif pengelolaan	Pembangunan perkerasan jalan baru	Peningkatan perkerasan jalan	Pemeliharaan perkerasan jalan	Kolom input dibagi jml kolom			jumlah	Bobot lokal alternatif pengelolaan
Pembangunan perkerasan jalan baru	1,00	1,26	0,97	0,35	0,39	0,32	1,06	35,5%
Peningkatan perkerasan jalan	0,79	1,00	1,01	0,28	0,31	0,34	0,93	30,9%
Pemeliharaan perkerasan jalan	1,03	0,99	1,00	0,37	0,30	0,34	1,01	33,6%
Jumlah								100,0%

Tabel 4.66. Matrik bobot global antar alternatif pengelolaan perkerasan jalan terhadap kriteria Sosialisasi Standar Mutu (SOS)

Alternatif pengelolaan	Kompetensi instruktur sosialisasi (45%)	Komitmen kerjasama kelembagaan (20%)	Kualitas materi sosialisasi (26%)	Keragaman cara sosialisasi (9%)	Bobot global alternatif pengelolaan
Pembangunan perkerasan jalan baru	40,4%	33,9%	34,1%	35,5%	37,1%
Peningkatan perkerasan jalan	28,4%	32,7%	31,8%	30,9%	30,3%
Pemeliharaan perkerasan jalan	31,2%	33,4%	34,1%	33,6%	32,6%
Jumlah	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%

Dari Tabel 4.61 dapat ditentukan perbandingan tingkat kepentingan subkriteria terhadap kriteria Sosialisasi Standar Mutu (SOS) yang masih memerlukan pembuktian konsistensinya, yaitu: (i) Kompetensi Instruktur Sosialisasi sebesar 45,5%; (ii)

Kualitas Materi Sosialisasi sebesar 26,3%; (iii) Komitmen Kerjasama Kelembagaan sebesar 19,8%; dan (iv) Keragaman Cara Sosialisasi sebesar 8,5%. Dari Tabel 4.62 dapat ditentukan urutan prioritas pengelolaan perkerasan jalan ditinjau dari pengaruh sosialisasi standar mutu (SOS) terhadap pemberlakuan standar mutu perkerasan jalan, yaitu: (i) 37,1% pembangunan perkerasan jalan baru; (ii) 32,6% pemeliharaan perkerasan jalan; dan (iii) 30,3% peningkatan perkerasan jalan; urutan prioritas ini masih memerlukan pembuktian konsistensinya. *Consistency ratio* (CR) dapat dihitung dengan analisis berikut:

Kompetensi instruktur sosialisasi:

$$\begin{Bmatrix} 1{,}00 & 1{,}39 & 1{,}34 \\ 0{,}72 & 1{,}00 & 0{,}88 \\ 0{,}75 & 1{,}13 & 1{,}00 \end{Bmatrix} \times \begin{Bmatrix} 0{,}40 \\ 0{,}28 \\ 0{,}31 \end{Bmatrix} = \begin{Bmatrix} 1{,}21 \\ 0{,}85 \\ 0{,}94 \end{Bmatrix}$$

$\lambda_{\text{kompetensi instruktur sosialisasi}} =$

$$\left[\frac{1{,}21 \quad 0{,}85 \quad 0{,}94}{0{,}40 \quad 0{,}28 \quad 0{,}31}\right]/3 = [3{,}00 \quad 3{,}00 \quad 3{,}00]/3 = 3{,}00$$

Komitmen kerjasama kelembagaan:

$$\begin{Bmatrix} 1{,}00 & 0{,}95 & 1{,}10 \\ 1{,}05 & 1{,}00 & 0{,}90 \\ 0{,}91 & 1{,}11 & 1{,}00 \end{Bmatrix} \times \begin{Bmatrix} 0{,}34 \\ 0{,}33 \\ 0{,}33 \end{Bmatrix} = \begin{Bmatrix} 1{,}02 \\ 0{,}98 \\ 1{,}00 \end{Bmatrix}$$

$\lambda_{\text{komitmen kerjasama kelembagaan}} =$

$$\left[\frac{1{,}02 \quad 0{,}98 \quad 1{,}00}{0{,}34 \quad 0{,}33 \quad 0{,}33}\right]/3 = [3{,}01 \quad 3{,}01 \quad 3{,}01]/3 = 3{,}01$$

Kualitas materi sosialisasi:

$$\begin{Bmatrix} 1{,}00 & 1{,}14 & 0{,}94 \\ 0{,}88 & 1{,}00 & 0{,}88 \\ 1{,}06 & 1{,}02 & 1{,}00 \end{Bmatrix} \times \begin{Bmatrix} 0{,}34 \\ 0{,}32 \\ 0{,}34 \end{Bmatrix} = \begin{Bmatrix} 1{,}02 \\ 0{,}95 \\ 1{,}03 \end{Bmatrix}$$

$\lambda_{\text{kualitas materi sosialisasi}} =$

$$\left[\frac{1{,}02 \quad 0{,}95 \quad 1{,}03}{0{,}34 \quad 0{,}32 \quad 0{,}34}\right]/3 = [3{,}00 \quad 3{,}00 \quad 3{,}00]/3 = 3{,}00$$

Keragaman cara sosialisasi:

$$\begin{Bmatrix} 1{,}00 & 1{,}20 & 0{,}97 \\ 0{,}76 & 1{,}00 & 0{,}91 \\ 1{,}03 & 0{,}90 & 1{,}00 \end{Bmatrix} \times \begin{Bmatrix} 0{,}36 \\ 0{,}31 \\ 0{,}34 \end{Bmatrix} = \begin{Bmatrix} 1{,}07 \\ 0{,}93 \\ 1{,}01 \end{Bmatrix}$$

$\lambda_{\text{keragaman cara sosialisasi}} =$

$$\left[\frac{1{,}07 \quad 0{,}93 \quad 1{,}01}{0{,}36 \quad 0{,}31 \quad 0{,}34}\right]/3 = [3{,}01 \quad 3{,}01 \quad 3{,}01]/3 = 3{,}01$$

3 9 0 4 1

Dari hasil perkalian matrik *pairwise comparison* antar alternatif pengelolaan perkerasan jalan dengan bobot lokalnya pada tiap subkriteria yang ditinjau, didapatkan $\lambda_{max} = 3{,}01$.

$$CR = \frac{3{,}01 - 3{,}0}{(3{,}0 - 1) \times 0{,}58} = 0{,}008$$

Hasil analisis uji konsistensi matrik *pairwise comparison* adalah CR = 0,008<0,10; yang mengindikasikan bahwa perhitungan bobot prioritas perbandingan tingkat kepentingan antar subkriteria terhadap kriteria SOS dapat dipertanggungjawabkan. Validasi selanjutnya adalah membandingkan pola konsistensi jawaban responden terhadap penilaian perbandingan tingkat kepentingan antar subkriteria terhadap kriteria SOS, sebagaimana ditunjukkan dalam Tabel 4.67.

Tabel 4.67. Pola konsistensi jawaban responden terhadap matrik *pairwise comparison* antar subkriteria yang mempengaruhi kriteria SOS

sisi kiri lebih penting ← Tengah (angka 1) : sama penting → sisi kanan lebih penting

Sub Kriteria	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Sub Kriteria
Kompetensi Instruktur		●	√															Kerjasama Kelembagaan
Kompetensi Instruktur							●	√										Kualitas Materi
Kompetensi Instruktur					√	●												Keragaman Sosialisasi
Kerjasama Kelembagaan										√	●							Kualitas Materi
Kerjasama Kelembagaan							●	√										Keragaman Sosialisasi
Kualitas Materi							●	√										Keragaman Sosialisasi

Keterangan: √ = hasil analisis matematis; ● = pola konsistensi jawaban responden

Hasil pengamatan pola konsistensi jawaban responden (Tabel 4.67) adalah sebagai berikut :

a) pola konsistensi jawaban responden memiliki kecenderungan yang sama dengan hasil analisis matrik *pairwise comparison*, subkriteria kompetensi instruktur lebih diprioritaskan dalam sosialisasi standar mutu; dan

b) diamati dari perbandingan tingkat kepentingannya, menunjukkan konsistensi responden :

   (i) kompetensi instruktur > kerjasama kelembagaan;

   (ii) kompetensi instruktur > kualitas materi;

(iii) kompetensi instruktur > keragaman sosialisasi;

(iv) kualitas materi > kerjasama kelembagaan;

(v) kerjasama kelembagaan > keragaman sosialisasi;

(vi) kualitas materi > keragaman sosialisasi.

Dengan demikian pola konsistensi jawaban responden yang terbentuk adalah kompetensi instruktur > kualitas materi > kerjasama kelembagaan > keragaman sosialisasi, yang direpresentasikan dalam Tabel 4.61, yaitu: (i) Kompetensi Instruktur Sosialisasi sebesar 45,5%; (ii) Kualitas Materi Sosialisasi sebesar 26,3%; (iii) Komitmen Kerjasama Kelembagaan sebesar 19,8%; dan (iv) Keragaman Cara Sosialisasi sebesar 8,5%.

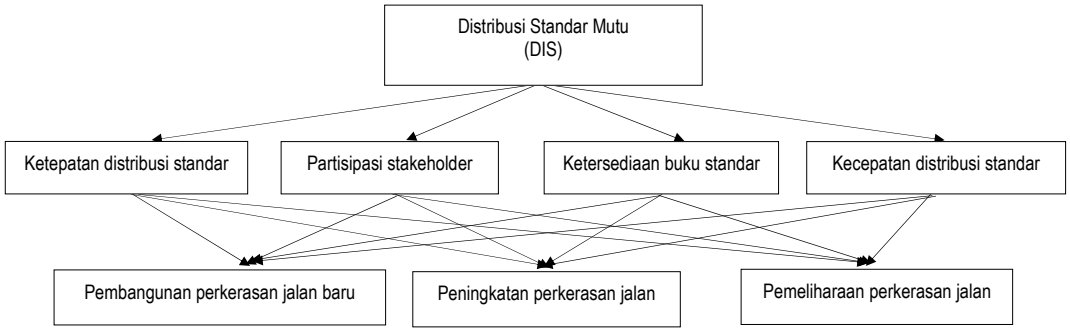
Hasil analisis pembobotan kepentingan subkriteria tersebut sangat mendukung riset Donald & Harvey (2006) yang menyatakan bahwa kunci utama keberhasilan transfer legalitas aspek teknologi dari institusi pembina (*government*) kepada pengguna (praktisi) di lapangan sangat ditentukan oleh kompetensi fasilitator dan kemudahan pemahaman materinya. Fungsi fasilitator dalam *transfer knowledge* selain sebagai instruktur juga sebagai *motivator* kepada peserta (pengguna) sehingga diharapkan adanya peningkatan *attitude*, *knowhow* dan *knowledge*. Hal ini didukung oleh pengalaman empirik Palgunadi (2006) dan Sjahdanulirwan (2006.b) dalam proses diseminasi NSPM bidang teknik jalan di beberapa wilayah kerja, yang menyebutkan bahwa langkah awal yang harus dilalui dalam diseminasi standar mutu adalah peningkatan kemampuan kompetensi instruktur dan kualitas materinya, selanjutnya didukung penyelenggaraannya dengan kerjasama antara pemerintah dan organisasi profesi. Peranan instruktur sosialisasi tersebut diukur dari jumlah kehadiran peserta yang masih bertahan hampir 75% sampai acara sosialisasi berakhir, dan hampir 80% dari peserta yang hadir tersebut dapat merespon jawaban pemahaman materi sosialisasinya. Jika dibandingkan terhadap hasil persepsi 240 pakar perkerasan jalan (lihat Gambar 4.51) menunjukkan bahwa lebih 95% responden memprioritaskan variabel Kompetensi Instruktur dan Materi Sosialisasi sebagai variabel yang dipertimbangkan pengaruhnya terhadap faktor Sosialisasi Standar Mutu dalam pemberlakuan standar mutu perkerasan jalan. Hal ini sangat sesuai dengan hasil perbandingan tingkat kepentingan subkriteria Kompetensi Instruktur dan Materi Sosialisasi yang memiliki bobot prioritas lebih besar daripada subkriteria Komitmen Kerjasama dan Keragaman Cara Sosialisasi.

Selain perbandingan tingkat kepentingan antar subkriteria, hasil analisis juga dapat menyimpulkan urutan prioritas pertimbangan terhadap alternatif pengelolaan perkerasan jalan ditinjau dari pengaruh kriteria SOS dalam pemberlakuan standar mutu perkerasan jalan, yaitu: (i) pembangunan perkerasan jalan baru memiliki prioritas sebesar 35,5%; (ii) diikuti pemeliharaan perkerasan jalan sebesar 33,6%; dan (iii) peningkatan perkerasan jalan sebesar 30,9%. Hasil pembobotan ini menggambarkan bahwa sosialisasi standar mutu dilaksanakan pada hampir semua program pengelolaan jalan karena pada masing-masing program ini memiliki cakupan diseminasi standar mutu yang berbeda sehingga tim pembina harus memiliki target sesuai program penanganannya. Namun demikian program pembangunan perkerasan jalan baru memiliki prioritas yang lebih besar daripada program pemeliharaan maupun peningkatan karena sosialisasi standar mutu yang berkaitan perkerasan jalan baru banyak dilakukan di daerah *rural* daripada *urban* sehingga frekuensi sosialisai harus lebih intesif. Selain itu pada program pembangunan perkerasan jalan baru lebih banyak jenis standar mutu yang digunakan karena struktur jalan baru yang dibangun lebih kompleks dimulai dari lapisan tanah dasar, selanjutnya *subbase course, base course* dan *surface course*, yang masing-masing memilki standar mutu yang berbeda satu sama lain, sehingga frekuensi sosialisasinya harus lebih banyak dan merata. Sosialisasi standar mutu lebih ditekankan pada konstruksi tanah dasar dan perkerasan berbutir (*subbase* dan *base course*) agar dapat dihindari kerusakan tipe *depression* dan *rutting* yang berlebihan. Perbaikan kerusakan jenis *depression* lebih mahal dalam tiap m^2 karena harus dilakukan pembongkaran sampai tanah dasar.

8. Perbandingan tingkat kepentingan antar subkriteria (variabel) terhadap kriteria (faktor) Distribusi Standar Mutu (DIS) dalam pemberlakuan standar mutu perkerasan jalan

Gambar 4.228 menyajikan model hierarki elemen dalam menganalisis perbandingan tingkat kepentingan antar subkriteria terhadap kriteria Distribusi Standar Mutu (DIS) dan antar alternatif pengelolaan perkerasan jalan ditinjau dari aspek DIS. Tabel 4.68 sampai dengan Tabel 4.72 menyajikan hasil matrik *pairwise comparison* masing-masing untuk antar subkriteria dan antar alternatif pengelolaan perkerasan jalan pada tinjauan subkriteria tertentu. Selanjutnya Tabel 4.73 menyajikan nilai bobot global alternatif pengelolaan perkerasan jalan yang merupakan

hasil perkalian antara bobot lokal subkriteria (Tabel 4.68) dan bobot lokal alternatif pengelolaan perkerasan jalan (Tabel 4.69 sampai dengan Tabel 4.72).



Gambar 4.228. Model hierarki elemen Distribusi Standar Mutu (DIS) dalam pemberlakuan standar mutu perkerasan jalan

Tabel 4.68. Matrik perbandingan tingkat kepentingan antar subkriteria dan bobot lokal subkriteria terhadap kriteria Distribusi Standar Mutu (DIS)

Subkriteria	Ketepatan distribusi standar	Partisipasi *stakeholder*	Ketersediaan buku standar	Kecepatan distribusi standar	Kolom input dibagi jml kolom				Jumlah	Bobot lokal subkriteria
Ketepatan distribusi standar	1,00	1,82	1,79	7,59	0,44	0,28	0,26	0,82	1,80	44,9%

Partisipasi *stakeholder*	0,55	1,00	0,66	0,44	0,25	0,15	0,09	0,05	0,54	13,5%
Ketersediaan buku standar	0,56	1,51	1,00	0,27	0,25	0,23	0,14	0,03	0,65	16,2%
Kecepatan distribusi standar	0,13	2,25	3,64	0,93	0,06	0,34	0,51	0,10	1,01	25,4%
Jumlah										100,0%

Tabel 4.69. Matrik perbandingan tingkat kepentingan antar alternatif pengelolaan perkerasan jalan ditinjau dari tingkat kepentingan subkriteria Ketepatan Distribusi Standar

Alternatif pengelolaan	Pembangunan perkerasan jalan baru	Peningkatan perkerasan jalan	Pemeliharaan perkerasan jalan	Kolom input dibagi jml kolom			jumlah	Bobot lokal alternatif pengelolaan
Pembangunan perkerasan jalan baru	1,00	1,58	1,82	0,46	0,50	0,39	1,35	45,2%
Peningkatan perkerasan jalan	0,63	1,00	1,80	0,29	0,32	0,39	1,00	33,3%
Pemeliharaan perkerasan jalan	0,55	0,56	1,00	0,25	0,18	0,22	0,65	21,5%
Jumlah								100,0%

Tabel 4.70. Matrik perbandingan tingkat kepentingan antar alternatif pengelolaan perkerasan jalan ditinjau dari tingkat kepentingan subkriteria Partisipasi *Stakeholder*

Alternatif pengelolaan	Pembangunan perkerasan jalan baru	Peningkatan perkerasan jalan	Pemeliharaan perkerasan jalan	Kolom input dibagi jml kolom			jumlah	Bobot lokal alternatif pengelolaan
Pembangunan perkerasan jalan baru	1,00	1,47	2,21	0,47	0,45	0,50	1,41	47,2%
Peningkatan perkerasan jalan	0,68	1,00	1,20	0,32	0,30	0,27	0,90	29,8%
Pemeliharaan perkerasan jalan	0,45	0,83	1,00	0,21	0,25	0,23	0,69	23,0%
Jumlah								100,0%

Tabel 4.71. Matrik perbandingan tingkat kepentingan antar alternatif pengelolaan perkerasan jalan ditinjau dari tingkat kepentingan subkriteria Ketersediaan Buku Standar

Alternatif pengelolaan	Pembangunan perkerasan jalan baru	Peningkatan perkerasan jalan	Pemeliharaan perkerasan jalan	Kolom input dibagi jml kolom			jumlah	Bobot lokal alternatif pengelolaan
Pembangunan perkerasan jalan baru	1,00	1,80	2,05	0,49	0,52	0,45	1,46	48,6%
Peningkatan perkerasan jalan	0,56	1,00	1,52	0,27	0,29	0,33	0,89	29,8%
Pemeliharaan perkerasan jalan	0,49	0,66	1,00	0,24	0,19	0,22	0,65	21,6%
Jumlah								100,0%

Tabel 4.72. Matrik perbandingan tingkat kepentingan antar alternatif pengelolaan perkerasan jalan ditinjau dari tingkat kepentingan subkriteria Kecepatan Distribusi Standar

Alternatif pengelolaan	Pembangunan perkerasan jalan baru	Peningkatan perkerasan jalan	Pemeliharaan perkerasan jalan	Kolom input dibagi jml kolom			jumlah	Bobot lokal alternatif pengelolaan
Pembangunan perkerasan jalan baru	1,00	1,38	1,72	0,43	0,45	0,40	1,29	43,1%
Peningkatan perkerasan jalan	0,73	1,00	1,53	0,32	0,33	0,36	1,00	33,5%
Pemeliharaan perkerasan jalan	0,58	0,65	1,00	0,25	0,22	0,24	0,71	23,4%
Jumlah								100,0%

Tabel 4.73. Matrik bobot global antar alternatif pengelolaan perkerasan jalan terhadap kriteria Distribusi Standar Mutu (DIS)

Alternatif pengelolaan	Ketepatan distribusi standar (45%)	Partisipasi *stakeholder* (13%)	Ketersedian bukku standar (16%)	Kecepatan distribusi standar (25%)	Bobot global alternatif pengelolaan
Pembangunan perkerasan jalan baru	45,2%	47,2%	48,6%	43,1%	45,5%
Peningkatan perkerasan jalan	33,3%	29,8%	29,8%	33,5%	32,3%
Pemeliharaan perkerasan jalan	21,5%	23,0%	21,6%	23,4%	22,2%
Jumlah	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,00%

Dari Tabel 4.68 dapat ditentukan perbandingan tingkat kepentingan subkriteria terhadap kriteria Distribusi Standar Mutu (DIS) yang masih memerlukan pembuktian konsistensinya, yaitu: (i) Ketepatan Distribusi Standar sebesar 44,9%; (ii) Kecepatan Distribusi Standar sebesar 25,4%; (iii) Ketersediaan Buku Standar sebesar 16,2%; dan (iv) Partisipasi *Stakeholder* sebesar 13,5%. Dari Tabel 4.73 dapat ditentukan urutan prioritas pengelolaan perkerasan jalan ditinjau dari pengaruh distribusi standar mutu (DIS) terhadap pemberlakuan standar mutu perkerasan jalan, adalah: (i) 45,5% pembangunan perkerasan jalan baru; (ii) 32,3% peningkatan perkerasan jalan; dan (iii) 22,2% pemeliharaan perkerasan jalan; urutan prioritas ini masih memerlukan pembuktian konsistensinya. Analisis *consistency ratio* (CR) dilakukan dengan urutan sebagai berikut:

Ketepatan distribusi standar:

$$\begin{Bmatrix} 1{,}00 & 1{,}58 & 1{,}82 \\ 0{,}63 & 1{,}00 & 1{,}00 \\ 0{,}55 & 0{,}56 & 1{,}00 \end{Bmatrix} \times \begin{Bmatrix} 0{,}45 \\ 0{,}33 \\ 0{,}22 \end{Bmatrix} = \begin{Bmatrix} 1{,}37 \\ 1{,}01 \\ 0{,}22 \end{Bmatrix}$$

$\lambda_{\text{ketepatan distribusi standar}} =$

$$\left[\frac{1{,}37 \quad 1{,}01 \quad 0{,}22}{0{,}45 \quad 0{,}33 \quad 0{,}22}\right]/3 = [3{,}03 \quad 3{,}02 \quad 3{,}01]/3 = 3{,}02$$

Partisipasi stakeholder:

$$\begin{Bmatrix} 1{,}00 & 1{,}47 & 2{,}21 \\ 0{,}68 & 1{,}00 & 1{,}00 \\ 0{,}45 & 0{,}83 & 1{,}00 \end{Bmatrix} \times \begin{Bmatrix} 0{,}47 \\ 0{,}30 \\ 0{,}23 \end{Bmatrix} = \begin{Bmatrix} 1{,}42 \\ 0{,}90 \\ 0{,}69 \end{Bmatrix}$$

$\lambda_{\text{partisipasi stakeholder}} =$

$$\left[\frac{1{,}42 \quad 0{,}90 \quad 0{,}69}{0{,}47 \quad 0{,}30 \quad 0{,}23}\right]/3 = [3{,}01 \quad 3{,}00 \quad 3{,}00]/3 = 3{,}01$$

Ketersediaan buku standar:

$$\begin{Bmatrix} 1{,}00 & 1{,}80 & 2{,}05 \\ 0{,}56 & 1{,}00 & 1{,}00 \\ 0{,}49 & 0{,}66 & 1{,}00 \end{Bmatrix} \times \begin{Bmatrix} 0{,}49 \\ 0{,}30 \\ 0{,}22 \end{Bmatrix} = \begin{Bmatrix} 1{,}46 \\ 0{,}90 \\ 0{,}65 \end{Bmatrix}$$

$\lambda_{\text{ketersediaan buku standar}} =$

$$\left[\frac{1{,}46 \quad 0{,}90 \quad 0{,}65}{0{,}49 \quad 0{,}30 \quad 0{,}22}\right]/3 = [3{,}01 \quad 3{,}01 \quad 3{,}01]/3 = 3{,}01$$

Kecepatan distribusi standar:

$$\begin{Bmatrix} 1{,}00 & 1{,}38 & 1{,}72 \\ 0{,}73 & 1{,}00 & 1{,}00 \\ 0{,}58 & 0{,}83 & 1{,}00 \end{Bmatrix} \times \begin{Bmatrix} 0{,}43 \\ 0{,}33 \\ 0{,}23 \end{Bmatrix} = \begin{Bmatrix} 1{,}29 \\ 1{,}01 \\ 0{,}70 \end{Bmatrix}$$

$\lambda_{\text{kecepatan distribusi standar}} =$

$$\left[\frac{1{,}29 \quad 1{,}01 \quad 0{,}70}{0{,}43 \quad 0{,}33 \quad 0{,}23}\right]/3 = [3{,}01 \quad 3{,}00 \quad 3{,}00]/3 = 3{,}00$$

0,5	0,6	1,0	0,2	0,7
8	5	0	3	0

Dari hasil perkalian matrik *pairwise comparison* antar alternatif pengelolaan perkerasan jalan dengan bobot lokalnya pada tiap subkriteria yang ditinjau, didapatkan $\lambda_{max} = 3{,}02$.

$$CR = \frac{3{,}02 - 3{,}0}{(3{,}0 - 1) \times 0{,}58} = 0{,}016$$

Hasil analisis uji konsistensi matrik *pairwise comparison* adalah CR = 0,016<0,10; yang mengindikasikan bahwa perhitungan bobot prioritas perbandingan tingkat kepentingan antar subkriteria terhadap kriteria DIS dapat dipertanggungjawabkan. Validasi selanjutnya adalah membandingkan pola konsistensi jawaban responden terhadap penilaian perbandingan tingkat kepentingan antar subkriteria terhadap kriteria DIS, sebagaimana ditunjukkan dalam Tabel 4.74.

Tabel 4.74. Pola konsistensi jawaban responden terhadap matrik *pairwise comparison* antar subkriteria yang mempengaruhi kriteria DIS

sisi kiri lebih penting ← Tengah (angka 1) : sama penting → sisi kanan lebih penting

Sub Kriteria	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Sub Kriteria
Ketepatan Distribusi							●	√										Partisipasi *Stakeholder*
Ketepatan Distribusi								√ ●										Ketersediaan Buku
Ketepatan Distribusi			√	●														Kecepatan Distribusi
Partisipasi *Stakeholder*										√	●							Ketersediaan Buku
Partisipasi *Stakeholder*										√	●							Kecepatan Distribusi
Ketersediaan Buku											√		●					Kecepatan Distribusi

Keterangan: √ = hasil analisis matematis; ● = pola konsistensi jawaban responden

Hasil pengamatan pola konsistensi jawaban responden (Tabel 4.74) adalah sebagai berikut :

a) pola konsistensi jawaban responden memiliki kecenderungan yang sama dengan hasil analisis matrik *pairwise comparison*, kecenderungan lebih memprioritaskan subkriteria ketepatan distribusi di lokasi pekerjaan; dan

b) diamati dari perbandingan tingkat kepentingannya, menunjukkan konsistensi responden :

(i) kecepatan distribusi > partisipasi *stakeholder*;

(ii) ketepatan distribusi > ketersediaan buku;

(iii) ketepatan distribusi > kecepatan distribusi;

(iv) ketersediaan buku > partisipasi *stakeholder*;

(v) kecepatan distribusi > ketersediaan buku;

(vi) kecepatan distribusi > partisipasi *stakeholder*.

Dengan demikian pola konsistensi jawaban responden yang terbentuk adalah ketepatan distribusi > kecepatan distribusi > ketersediaan buku > partisipasi *stakeholoder*, yang direpresentasikan dalam Tabel 4.68, yaitu: (i) Ketepatan Distribusi Standar sebesar 44,9%; (ii) Kecepatan Distribusi Standar sebesar 25,4%; (iii) Ketersediaan Buku Standar sebesar 16,2%; dan (iv) Partisipasi Stakeholder sebesar 13,5%.

Distribusi buku-buku NSPM bidang teknik jalan (Palgunadi, 2006; Sjahdanulirwan, 2006.b) selama ini dilakukan pengirimannya melalui jasa pos angkutan logistik sehingga ketepatan penyampaian ke lokasi distribusi sering menghadapi kendala yang dapat mengganggu kelancaran implementasinya di lapangan, karena: (i) sering terjadi *overlapping* waktu antara tibanya buku standar mutu dan dimulainya pelaksanaan pekerjaan fisik; dan (ii) keterlambatan distribusi buku standar mutu tidak memberikan peluang diseminasi yang tepat. Ketepatan waktu dan kecepatan distribusi menjadi kunci utama keberhasilan distribusi terutama bagi wilayah kerja yang jauh dari kota tempat memproduksi buku standar mutu. Haryono (2005) menyimpulkan bahwa distribusi standar mutu sudah dimulai dengan sistem *internet on line* namun dalam prakteknya masih diminati oleh *stakeholder* yang berada di wilayah *urban* dan masih memerlukan perbaikan dan penyempurnaan fasilitas sistem *on line*-nya (jaringan internet, ketersediaan komputer, kemampuan SDM, dan prosedur diseminasi serta dukungan finansial). Distribusi buku standar mutu dengan sistem konvensional (via pos) langsung dapat diterima pengguna dalam bentuk siap untuk digunakan tanpa harus ada proses lain seperti mencetak dan menggandakan yang tentunya memerlukan biaya yang mahal dan waktu yang cukup lama. Namun demikian perbedaan konsep distribusi standar mutu menurut Haryono (2005) maupun Palgunadi (2006) dan Sjahdanulirwan (2006.b) tidak menjadi masalah karena prioritas yang diutamakan adalah ketepatan waktu sampainya informasi tersebut kepada *stakeholder* terkait, setelah itu baru dilihat sejauhmana partisipasi

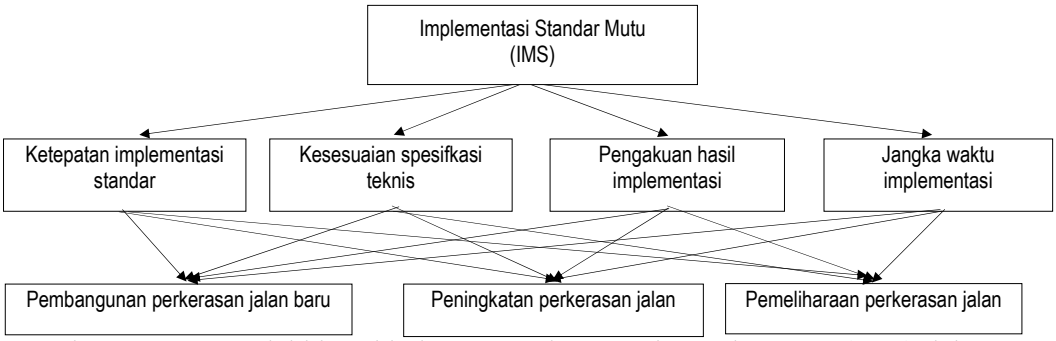
stakeholder terhadap pelaksanaan distribusi standar mutu. Oleh karenanya subkriteria Ketepatan dan Kecepatan Distribusi Standar Mutu memiliki bobot kepentingan yang lebih besar daripada subkriteria Partisipasi *Stakeholder* dan Ketersediaanya

Selain perbandingan tingkat kepentingan antar subkriteria, hasil analisis juga menyimpulkan urutan prioritas pertimbangan terhadap alternatif pengelolaan perkerasan jalan ditinjau dari pengaruh kriteria DIS dalam pemberlakuan standar mutu perkerasan jalan, yaitu: (i) pembangunan perkerasan jalan baru memiliki prioritas sebesar 45,5%; (ii) diikuti peningkatan perkerasan jalan sebesar 32,3%; dan (iii) pemeliharaan perkerasan jalan sebesar 22,2%. Selama ini distribusi standar mutu masih diartikan distribusi yang bersifat konvensional melalui pos atau jasa pengiriman barang, jangkauan penggunaan jaringan internet masih terbatas. Implikasi sistem konvensional ini hanya terbatas distribusi buku-buku NSPM teknik jalan yang dapat digunakan dalam program-program pembangunan, peningkatan dan pemeliharaan jalan. Prioritas distribusi standar mutu lebih banyak terfokus pada program pembangunan perkerasan jalan baru terutama di wilayah kerja *rural* yang jauh dari ibukota propinsi karena pembangunan jalan baru memiliki susunan konstruksi yang lebih komplek dan jenis standar mutu yang lebih beragam daripada peningkatan dan pemeliharaan jalan. Hal ini diindikasikan jumlah buku standar mutu pada program pembangunan perkerasan jalan baru sekitar 330 judul jauh lebih banyak daripada program peningkatan sekitar 50 judul maupun pemeliharaan perkerasan jalan lama sekitar 25 judul (Sjahdanulirwan, 2006.b). Oleh karenanya aspek distribusinya lebih banyak diprioritaskan pada program pembangunan jalan baru daripada peningkatan dan pemeliharaan jalan lama.

9. Perbandingan tingkat kepentingan antar subkriteria (variabel) terhadap kriteria (faktor) Implementasi Standar Mutu (IMS) dalam pemberlakuan standar mutu perkerasan jalan

Gambar 4.229 menyajikan model hierarki elemen dalam menganalisis perbandingan tingkat kepentingan antar subkriteria terhadap kriteria Implementasi Standar Mutu (IMS) dan antar alternatif pengelolaan perkerasan jalan ditinjau dari aspek IMS. Tabel 4.75 sampai dengan Tabel 4.79 menyajikan hasil matrik *pairwise comparison* masing-masing untuk antar subkriteria dan antar alternatif pengelolaan perkerasan jalan pada tinjauan subkriteria tertentu. Selanjutnya Tabel 4.80

menyajikan nilai bobot global alternatif pengelolaan perkerasan jalan yang merupakan hasil perkalian antara bobot lokal subkriteria (Tabel 4.75) dan bobot lokal alternatif pengelolaan perkerasan jalan (Tabel 4.76 sampai dengan Tabel 4.79).



Gambar 4.229. Model hierarki elemen Implementasi Standar Mutu (IMS) dalam pemberlakuan standar mutu perkerasan jalan

Tabel 4.75. Matrik perbandingan tingkat kepentingan antar subkriteria dan bobot subkriteria terhadap kriteria Implementasi Standar Mutu (IMS)

Subkriteria	Ketepatan implementasi standar	Kesesuaian spesifikasi teknis	Pengakuan hasil implementasi	Jangka waktu implementasi	Kolom input dibagi jml kolom				jumlah	Bobot lokal subkriteria
Ketepatan	1,00	2,90	2,39	5,14	0,51	0,65	0,33	0,45	1,94	48,5%

implementasi standar										
Kesesuaian spesifikasi teknis	0,35	1,00	3,20	3,60	0,18	0,22	0,44	0,32	1,16	29,0%
Pengakuan hasil implementasi	0,42	0,31	1,00	1,63	0,21	0,07	0,14	0,14	0,57	14,1%
Jangka waktu implementasi	0,19	0,28	0,61	1,00	0,10	0,06	0,09	0,09	0,33	8,4%
Jumlah										100,0%

Tabel 4.76. Matrik perbandingan tingkat kepentingan antar alternatif pengelolaan perkerasan jalan ditinjau dari tingkat kepentingan subkriteria Ketepatan Implementasi Standar

Alternatif pengelolaan	Pembangunan perkerasan jalan baru	Peningkatan perkerasan jalan	Pemeliharaan perkerasan jalan	Kolom input dibagi jml kolom			jumlah	Bobot lokal alternatif pengelolaan
Pembangunan perkerasan jalan baru	1,00	4,02	7,68	0,73	0,76	0,63	2,12	70,5%
Peningkatan perkerasan jalan	0,25	1,00	3,45	0,18	0,19	0,28	0,65	21,8%
Pemeliharaan perkerasan jalan	0,13	0,29	1,00	0,09	0,05	0,09	0,23	7,7%
Jumlah								100,0%

Tabel 4.77. Matrik perbandingan tingkat kepentingan antar alternatif pengelolaan perkerasan jalan ditinjau dari tingkat kepentingan subkriteria Kesesuaian Spesifikasi Teknis

Alternatif pengelolaan	Pembangunan perkerasan jalan baru	Peningkatan perkerasan jalan	Pemeliharaan perkerasan jalan	Kolom input dibagi jml kolom			jumlah	Bobot lokal alternatif pengelolaan
Pembangunan perkerasan jalan baru	1,00	4,18	7,20	0,73	0,76	0,62	2,11	70,4%
Peningkatan perkerasan jalan	0,24	1,00	3,32	0,17	0,18	0,29	0,64	21,5%
Pemeliharaan perkerasan jalan	0,14	0,30	1,00	0,10	0,06	0,09	0,25	8,1%
Jumlah								100,0%

Tabel 4.78. Matrik perbandingan tingkat kepentingan antar alternatif pengelolaan perkerasan jalan ditinjau dari tingkat kepentingan subkriteria Pengakuan Hasil Implementasi

Alternatif pengelolaan	Pembangunan perkerasan jalan baru	Peningkatan perkerasan jalan	Pemeliharaan perkerasan jalan	Kolom input dibagi jml kolom			jumlah	Bobot lokal alternatif pengelolaan
Pembangunan perkerasan jalan baru	1,00	4,23	7,20	0,73	0,76	0,64	2,13	70,8%
Peningkatan perkerasan jalan	0,24	1,00	3,10	0,17	0,18	0,27	0,62	20,9%
Pemeliharaan perkerasan jalan	0,14	0,32	1,00	0,10	0,06	0,09	0,25	8,3%
Jumlah								100,0%

Tabel 4.79. Matrik perbandingan tingkat kepentingan antar alternatif pengelolaan perkerasan jalan ditinjau dari tingkat kepentingan subkriteria Jangka Waktu Implementasi

Alternatif pengelolaan	Pembangunan perkerasan jalan baru	Peningkatan perkerasan jalan	Pemeliharaan perkerasan jalan	Kolom input dibagi jml kolom			jumlah	Bobot lokal alternatif pengelolaan
Pembangunan perkerasan jalan baru	1,00	4,89	5,43	0,72	0,78	0,59	2,09	69,6%
Peningkatan perkerasan jalan	0,20	1,00	2,84	0,15	0,16	0,30	0,61	20,5%
Pemeliharaan perkerasan jalan	0,18	0,35	1,00	0,13	0,06	0,11	0,30	9,9%
Jumlah								100,0%

Tabel 4.80. Matrik bobot global antar alternatif pengelolaan perkerasan jalan terhadap kriteria Implementasi Standar Mutu (IMS)

Alternatif pengelolaan	Ketepatan implementasi standar (49%)	Kesesuaian spesifikasi teknis (29%)	Pengakuan hasil implementasi (14%)	Jangkawaktu implementasi (8%)	Bobot global alternatif pengelolaan
Pembangunan perkerasan jalan baru	70,5%	70,4%	70,8%	69,6%	70,5%
Peningkatan perkerasan jalan	21,8%	21,5%	20,9%	20,5%	21,5%
Pemeliharaan perkerasan jalan	7,7%	8,1%	8,3%	9,9%	8,0%
Jumlah	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%

Dari Tabel 4.75 dapat ditentukan bobot lokal perbandingan tingkat kepentingan subkriteria terhadap kriteria Implementasi Standar Mutu (IMS) yang masih memerlukan pembuktian konsistensinya, yaitu: (i) Ketepatan Implementasi Standar sebesar 48,5%; (ii) Kesesuaian Spesifikasi Teknis sebesar 29,0%; (iii) Pengakuan Hasil Implementasi sebesar 14,1%; dan (iv) Jangka Waktu Implementasi sebesar 8,4%. Dari Tabel 4.80 dapat ditentukan urutan prioritas pengelolaan perkerasan jalan ditinjau dari pengaruh implementasi standar mutu (IMS) terhadap pemberlakuan standar mutu, yaitu: (i) 70,5% pembangunan perkerasan jalan baru; (ii) 21,5% peningkatan perkerasan jalan; dan (iii) 8,0% pemeliharaan perkerasan jalan; urutan prioritas ini masih memerlukan pembuktian konsistensinya. *Consistency ratio* (CR) didapatkan dari analisis yang berurutan sebagai berikut:

Ketepatan implementasi standar:

$$\begin{Bmatrix} 1{,}00 & 4{,}02 & 7{,}68 \\ 0{,}25 & 1{,}00 & 3{,}45 \\ 0{,}13 & 0{,}29 & 1{,}00 \end{Bmatrix} \times \begin{Bmatrix} 0{,}71 \\ 0{,}22 \\ 0{,}08 \end{Bmatrix} = \begin{Bmatrix} 2{,}17 \\ 0{,}66 \\ 0{,}23 \end{Bmatrix}$$

$\lambda_{\text{ketepatan implementasi standar}} =$

$$\left[\frac{2{,}17 \quad 0{,}66 \quad 0{,}23}{0{,}71 \quad 0{,}22 \quad 0{,}08}\right]/3 = \left[3{,}08 \quad 3{,}03 \quad 3{,}01\right]/3 = 3{,}04$$

Kesesuaian spesifikasi teknis:

$$\begin{Bmatrix} 1{,}00 & 4{,}18 & 7{,}20 \\ 0{,}24 & 1{,}00 & 3{,}32 \\ 0{,}14 & 0{,}30 & 1{,}00 \end{Bmatrix} \times \begin{Bmatrix} 0{,}70 \\ 0{,}21 \\ 0{,}08 \end{Bmatrix} = \begin{Bmatrix} 2{,}18 \\ 0{,}65 \\ 0{,}24 \end{Bmatrix}$$

$\lambda_{\text{kesesuaian spesifikasi teknis}} =$

$$\left[\frac{2{,}18 \quad 0{,}65 \quad 0{,}24}{0{,}70 \quad 0{,}21 \quad 0{,}08}\right]/3 = \left[3{,}10 \quad 3{,}04 \quad 3{,}01\right]/3 = 3{,}05$$

Pengakuan hasil implementasi:

$$\begin{Bmatrix} 1{,}00 & 4{,}23 & 7{,}20 \\ 0{,}24 & 1{,}00 & 3{,}31 \\ 0{,}14 & 0{,}30 & 1{,}00 \end{Bmatrix} \times \begin{Bmatrix} 0{,}70 \\ 0{,}21 \\ 0{,}08 \end{Bmatrix} = \begin{Bmatrix} 2{,}19 \\ 0{,}63 \\ 0{,}25 \end{Bmatrix}$$

$\lambda_{\text{pengakuan hasil implementasi}} =$

$$\left[\frac{2{,}19 \quad 0{,}63 \quad 0{,}25}{0{,}71 \quad 0{,}21 \quad 0{,}08}\right]/3 = \left[3{,}08 \quad 3{,}03 \quad 3{,}01\right]/3 = 3{,}04$$

Jangka waktu implementasi:

$\lambda_{\text{jangka waktu implementasi}} =$

$$\begin{matrix} 1{,}0 & 4{,}8 & 5{,}4 \\ 0 & 9 & 3 \\ 0{,}2 & 1{,}0 & 2{,}8 \\ 0 & 0 & 4 \\ 0{,}1 & 0{,}3 & 1{,}0 \\ 8 & 5 & 0 \end{matrix} \Bigg\} \times \Bigg\{ \begin{matrix} 0{,}7 \\ 0 \\ 0{,}2 \\ 0 \\ 0{,}1 \\ 0 \end{matrix} \Bigg\} = \begin{matrix} 2{,}2 \\ 3 \\ 0{,}6 \\ 3 \\ 0{,}3 \\ 0 \end{matrix} \qquad \left[\frac{2{,}23 \quad 0{,}63 \quad 0{,}30}{0{,}70 \quad 0{,}20 \quad 0{,}10} \right] /3 = \left[3{,}21 \quad 3{,}07 \quad 3{,}02 \right] /3 = 3{,}10$$

Dari hasil perkalian matrik *pairwise comparison* antar alternatif pengelolaan perkerasan jalan dengan bobot lokalnya pada tiap subkriteria yang ditinjau, didapatkan $\lambda_{max} = 3{,}10$.

$$CR = \frac{3{,}10 - 3{,}0}{(3{,}0 - 1) \times 0{,}58} = 0{,}086$$

Hasil analisis uji konsistensi matrik *pairwise comparison* adalah CR = 0,086<0,10; yang mengindikasikan bahwa perhitungan bobot prioritas perbandingan tingkat kepentingan antar subkriteria terhadap kriteria IMS dapat dipertanggungjawabkan. Validasi selanjutnya adalah membandingkan pola konsistensi jawaban responden terhadap penilaian perbandingan tingkat kepentingan antar subkriteria terhadap kriteria IMS, sebagaimana ditunjukkan dalam Tabel 4.81.

Tabel 4.81. Pola konsistensi jawaban responden terhadap matrik *pairwise comparison* antar subkriteria yang mempengaruhi kriteria IMS

sisi kiri lebih penting ← Tengah (angka 1) : sama penting → sisi kanan lebih penting

Sub Kriteria	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Sub Kriteria
Ketepatan implementasi						●	√											Kesesuaian Spesifikasi
Ketepatan Implementasi							●	√										Pengakuan Hasil
Ketepatan Implementasi			●		√													Durasi Implementasi
Kesesuaian Spesifikasi					●		√											Pengakuan Hasil
Kesesuaian Spesifikasi						●	√											Durasi Implementasi
Pengakuan hasil								√ ●										Durasi Implementasi

Keterangan: √ = hasil analisis matematis; ● = pola konsistensi jawaban responden

Hasil pengamatan pola konsistensi jawaban responden (Tabel 4.81) adalah sebagai berikut :

a) pola konsistensi jawaban responden memiliki kecenderungan yang sama dengan hasil analisis matrik *pairwise comparison*, kecenderungan lebih

memprioritaskan pada subkriteria ketepatan implementasi standar dan kesesuaiannya dengan spesifikasi teknis yang dituntut di lapangan; dan

b) diamati dari perbandingan tingkat kepentingannya, menunjukkan konsistensi responden :
   (i) ketepatan implementasi > kesesuaian spesifikasi;
   (ii) kesesuaian spesifikasi > pengakuan hasil implementasi;
   (iii) ketepatan implementasi > pengakuan hasil implementasi;
   (iv) kesesuaian spesifikasi > durasi implementasi;
   (v) pengakuan hasil implementasi > durasi implementasi;
   (vi) ketepatan implementasi > durasi implementasi;

Dengan demikian pola konsistensi jawaban responden yang terbentuk adalah ketepatan implementasi > kesesuaian implementasi > pengakuan hasil implementasi > durasi implementasi, yang direpresentasikan dalam Tabel 4.75, yaitu: (i) Ketepatan Implementasi Standar sebesar 48,5%; (ii) Kesesuaian Spesifikasi Teknis sebesar 29,0%; (iii) Pengakuan Hasil Implementasi sebesar 14,1%; dan (iv) Jangka Waktu Implementasi sebesar 8,4%.

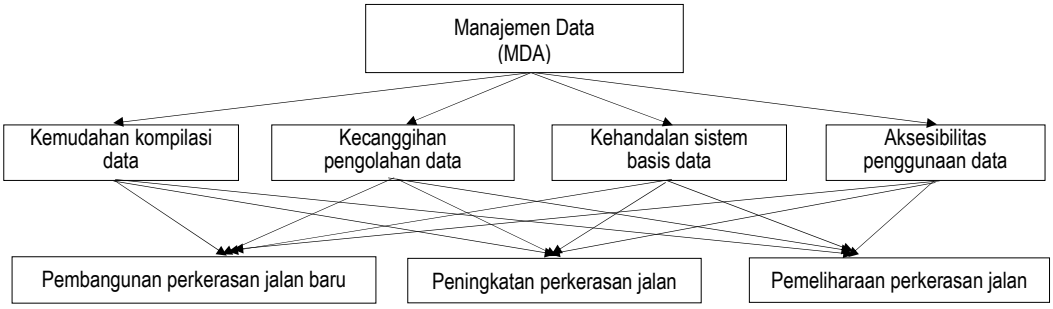
Hasil analisis bobot perbandingan tingkat kepentingan antar subkriteria tersebut sesuai dengan hasil riset Bennett *et al*. (2007) dan Bennett & McPherson (2005) tentang keberhasilan implementasi standar mutu harus mempertimbangkan aspek *socio engineering* yang secara berurutan adalah: (i) ketepatan implementasi dalam hal mutu, volume, waktu dan administrasi; (ii) sinkronisasi antara standar mutu dengan tuntutan spesifikasi teknis; (iii) waktu optimum yang diperlukan untuk implementasi; dan (iv) pengakuan jaminan mutu terhadap data ukur yang dihasilkan. Pendapat Bennett *et al*. (2007) tersebut mengindikasikan ada dua kunci utama untuk menilai keberhasilan implementasi standar mutu, yaitu ketepatan implementasi dan kesesuaian standar mutu dengan obyek implementasinya. Ketepatan dalam mengimplementasikan standar mutu bidang kebinamargaan menurut Aly (2001), Sugiri (2006) dan Soehartono (2006) sangat dipengaruhi kompleksitas permasalahan, keterbatasan SDM dalam memahami substansi standar mutu, sehingga kecenderungan penyimpangan prosedur kerja akan terjadi jika kompleksitas permasalahan lebih dominan daripada tingkat pemahaman standar mutu yang digunakan. Kecenderungan penyimpangan ini akan diperparah lagi jika substansi standar mutu tidak mampu menjawab tuntutan spesifikasi teknis yang disyaratkan. Pengakuan jaminan mutu terhadap data ukur mutu yang dihasilkan akan tercapai jika kedua langkah tersebut

(ketepatan implementasi dan kesesuaian spesifikasi teknis) dapat dilaksanakan dengan tepat dalam proses implementasinya. Dari uraian tersebut makin jelas bahwa bobot kepentingan subkriteria Ketepatan Implementasi dan Kesesuaian Spesifikasi Teknis memiliki prioritas yang lebih tinggi daripada subkriteria Pengakuan Hasil dan Jangka Waktu Implementasi (lihat Tabel 4.75) karena ketepatan waktu, mutu, dan volume akan memperkecil penyimpangan data ukur mutu sehingga akan meningkatkan pengakuan jaminan mutu dan mengoptimumkan waktu pengujiannya.

Selain bobot perbandingan tingkat kepentingan antar subkriteria, hasil analisis juga menyimpulkan urutan prioritas pertimbangan terhadap alternatif pengelolaan perkerasan jalan ditinjau dari pengaruh kriteria IMS dalam pemberlakuan standar mutu perkerasan jalan, yaitu: (i) pembangunan perkerasan jalan baru memiliki prioritas sebesar 70,5%; (ii) diikuti peningkatan perkerasan jalan sebesar 21,5%; dan (iii) pemeliharaan perkerasan jalan sebesar 8,0%. Hasil perbandingan alternatif pengelolaan perkerasan jalan ini sangat berkaitan dengan hasil persepsi 251 pakar (lihat Tabel 4.3) yang menyebutkan aspek implementasi lebih diprioritaskan pertimbangannya pada program pembangunan perkerasan jalan baru (sekitar 30%) daripada peningkatan (sekitar 20%) dan pemeliharaan (sekitar 23%), hal ini mengindikasikan bahwa permasalahan teknis pembangunan perkerasan jalan baru lebih kompleks obyek implementasinya (lapisan tanah dasar, *subbase course*, *base course*, dan *surface course*) daripada peningkatan dan pemeliharaan jalan lama. Jumlah standar mutu yang harus dipahami dan diimplementasikan pada program pembangunan perkerasan jalan baru jauh lebih banyak daripada program peningkatan dan pemeliharaan. Kondisi tersebut diperkuat dengan hasil persepsi 251 pakar terhadap penyimpangan standar mutu yang menyebutkan bahwa penyimpangan mutu pada saat implementasi lebih banyak terjadi pada pelaksanaan pembangunan perkerasan jalan baru daripada peningkatan dan pemeliharaan (lihat Tabel 4.4). Dengan demikian makin jelas bahwa implementasi standar mutu dalam pemberlakuan standar mutu lebih diprioritaskan pada program pembangunan perkerasan jalan baru daripada peningkatan dan pemeliharaan.

10. Perbandingan tingkat kepentingan antar subkriteria (variabel) terhadap kriteria (faktor) Manajemen Data (MDA) dalam pemberlakuan standar mutu perkerasan jalan

Model hierarki elemen dalam menganalisis perbandingan tingkat kepentingan antar subkriteria terhadap kriteria Manajemen Data (MDA) dan antar alternatif pengelolaan perkerasan jalan ditinjau dari aspek MDA dapat ditunjukkan dalam Gambar 4.230. Hasil matrik *pairwise comparison* masing-masing untuk antar subkriteria dan antar alternatif pengelolaan perkerasan jalan pada tinjauan subkriteria tertentu dapat ditunjukkan dalam Tabel 4.82 sampai dengan Tabel 4.86. Tiap sel matrik *pairwise comparison* tersebut diisi dari data rata-rata ukur terhadap observasi 214 responden (pakar perkerasan jalan). Selanjutnya Tabel 4.87 menyajikan nilai bobot global alternatif pengelolaan perkerasan jalan yang merupakan hasil perkalian antara bobot lokal subkriteria (Tabel 4.82) dan bobot lokal alternatif pengelolaan perkerasan jalan (Tabel 4.83 sampai dengan Tabel 4.86).



Gambar 4.230. Model hierarki elemen Manajemen Data (MDA) dalam pemberlakuan standar mutu perkerasan jalan

Tabel 4.82. Matrik perbandingan tingkat kepentingan antar subkriteria dan bobot subkriteria terhadap kriteria Manajemen Data (MDA)

Subkriteria	Kemudahan kompilasi data	Kecanggihan pengolahan data	Kehandalan sistem basis data	Aksesibilitas penggunaan data	Kolom input dibagi jml kolom				jumlah	Bobot lokal subkriteria
Kemudahan kompilasi data	1,00	3,44	0,26	0,28	0,11	0,37	0,11	0,06	0,65	16,2%
Kecanggihan pengolahan data	0,29	1,00	0,82	0,27	0,03	0,11	0,34	0,06	0,54	13,5%
Kehandalan sistem basis data	3,89	1,22	1,00	2,96	0,44	0,13	0,41	0,66	1,64	41,1%
Aksesibilitas penggunaan data	3,61	3,69	0,34	1,00	0,42	0,39	0,14	0,22	1,17	29,2%
Jumlah										100,0%

Tabel 4.83. Matrik perbandingan tingkat kepentingan antar alternatif pengelolaan perkerasan jalan ditinjau dari tingkat kepentingan subkriteria Kemudahan Kompilasi Data

Alternatif pengelolaan	Pembangunan perkerasan jalan baru	Peningkatan perkerasan jalan	Pemeliharaan perkerasan jalan	Kolom input dibagi jml kolom			jumlah	Bobot lokal alternatif pengelolaan
Pembangunan perkerasan jalan baru	1,00	1,44	1,55	0,43	0,46	0,39	1,28	42,4%
Peningkatan perkerasan jalan	0,70	1,00	1,46	0,30	0,32	0,36	0,98	32,8%
Pemeliharaan perkerasan jalan	0,65	0,68	1,00	0,27	0,22	0,25	0,74	24,8%

Jumlah	100,0%

Tabel 4.84. Matrik perbandingan tingkat kepentingan antar alternatif pengelolaan perkerasan jalan ditinjau dari tingkat kepentingan subkriteria Kecanggihan Pengolahan Data

Alternatif pengelolaan	Pembangunan perkerasan jalan baru	Peningkatan perkerasan jalan	Pemeliharaan perkerasan jalan	Kolom input dibagi jml kolom			jumlah	Bobot lokal alternatif pengelolaan
Pembangunan perkerasan jalan baru	1,00	1,47	1,35	0,41	0,46	0,37	1,24	41,2%
Peningkatan perkerasan jalan	0,68	1,00	1,34	0,28	0,31	0,36	0,95	31,9%
Pemeliharaan perkerasan jalan	0,74	0,75	1,00	0,31	0,23	0,27	0,81	26,9%
Jumlah								100,0%

Tabel 4.85. Matrik perbandingan tingkat kepentingan antar alternatif pengelolaan perkerasan jalan ditinjau dari tingkat kepentingan subkriteria Kehandalan Sistem Basis Data

Alternatif pengelolaan	Pembangunan perkerasan jalan baru	Peningkatan perkerasan jalan	Pemeliharaan perkerasan jalan	Kolom input dibagi jml kolom			jumlah	Bobot lokal alternatif pengelolaan
Pembangunan perkerasan jalan baru	1,00	3,61	3,66	0,65	0,66	0,63	1,94	64,5%
Peningkatan perkerasan jalan	0,28	1,00	1,11	0,18	0,18	0,19	0,55	18,4%
Pemeliharaan perkerasan jalan	0,27	0,90	1,00	0,18	0,16	0,17	0,51	17,1%
Jumlah	1,55	5,51	5,77	1,00	1,00	1,00	3,00	100,0%

Tabel 4.86. Matrik perbandingan tingkat kepentingan antar alternatif pengelolaan perkerasan jalan ditinjau dari tingkat kepentingan subkriteria Aksesibilitas Penggunaan Data

Alternatif pengelolaan	Pembangunan perkerasan jalan baru	Peningkatan perkerasan jalan	Pemeliharaan perkerasan jalan	Kolom input dibagi jml kolom			jumlah	Bobot lokal alternatif pengelolaan
Pembangunan perkerasan jalan baru	1,00	1,67	1,56	0,45	0,50	0,38	1,33	44,4%

Peningkatan perkerasan jalan	0,60	1,00	1,51	0,27	0,30	0,37	0,94	31,2%
Pemeliharaan perkerasan jalan	0,64	0,66	1,00	0,28	0,20	0,25	0,73	24,4%
Jumlah	2,24	3,33	4,07	1,00	1,00	1,00	3,00	100,0%

Tabel 4.87. Matrik bobot global antar alternatif pengelolaan perkerasan jalan terhadap kriteria Manajemen Data (MDA)

	Kemudahan kompilasi data	Kecanggihan pengolahan data	Kehandalan sistem basis data	Aksesibilitas pengguna data	Bobot global alternatif pengelolaan
Alternatif pengelolaan	(16%)	(13%)	(41%)	(29%)	

Pembangunan perkerasan jalan baru	70,5%	70,4%	70,8%	69,6%	51,9%
Peningkatan perkerasan jalan	21,8%	21,5%	20,9%	20,5%	26,3%
Pemeliharaan perkerasan jalan	7,7%	8,1%	8,3%	9,9%	21,8%
Jumlah	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%

Bobot perbandingan tingkat kepentingan subkriteria terhadap kriteria Manajemen Data (MDA) yang masih memerlukan pembuktian konsistensinya adalah: (i) Kehandalan Sistem Basis Data sebesar 41,1%; (ii) Aksesibilitas Penggunaan Data sebesar 29,2%; (iii) Kemudahan Kompilasi Data sebesar 16,2%; dan (iv) Kecanggihan Pengolahan Data sebesar 13,5%; yang dapat ditunjukkan dalam Tabel 4.75. Dari Tabel 4.82 dapat ditentukan urutan prioritas pengelolaan perkerasan jalan ditinjau dari pengaruh manajemen data (MDA) terhadap pemberlakuan standar mutu perkerasan jalan, yaitu: (i) 51,9% pembangunan perkerasan jalan baru; (ii) 26,3% peningkatan perkerasan jalan; dan (iii) 21,8% pemeliharaan perkerasan jalan; urutan prioritas ini masih memerlukan pembuktian konsistensinya. *Consistency ratio* (CR) dihitung dengan langkah-langkah sebagai berikut:

Kemudahan kompilasi data:

$$\begin{Bmatrix} 1,0 & 1,4 & 1,5 \\ 0 & 4 & 5 \\ 0,7 & 1,0 & 1,4 \\ 0 & 0 & 6 \\ 0,6 & 0,6 & 1,0 \\ 5 & 8 & 0 \end{Bmatrix} \times \begin{Bmatrix} 0,4 \\ 2 \\ 0,3 \\ 3 \\ 0,2 \\ 5 \end{Bmatrix} = \begin{Bmatrix} 1,2 \\ 8 \\ 0,9 \\ 9 \\ 0,7 \\ 5 \end{Bmatrix}$$

$\lambda_{\text{kemudahan kompilasi data}} =$

$$\left[\frac{1,28 \quad 0,99 \quad 0,75}{0,42 \quad 0,33 \quad 0,25}\right]/3 = \left[3,01 \quad 3,01 \quad 3,01\right]/3 = 3,01$$

Kecanggihan pengolahan data:

$$\begin{Bmatrix} 1,0 & 1,4 & 1,3 \\ 0 & 7 & 5 \\ 0,6 & 1,0 & 1,3 \\ 8 & 0 & 4 \\ 0,7 & 0,7 & 1,0 \\ 4 & 5 & 0 \end{Bmatrix} \times \begin{Bmatrix} 0,4 \\ 1 \\ 0,3 \\ 2 \\ 0,2 \\ 7 \end{Bmatrix} = \begin{Bmatrix} 1,24 \\ 0,96 \\ 0,81 \end{Bmatrix}$$

$\lambda_{\text{kecanggihan pengolahan data}} =$

$$\left[\frac{1,24 \quad 0,96 \quad 0,81}{0,41 \quad 0,32 \quad 0,27}\right] / 3 = \left[3,02 \quad 3,02 \quad 3,01\right]/3 = 3,02$$

Kehandalan sistem basis data:

$\lambda_{\text{kehandalan sistem basis data}} =$

$$\begin{Bmatrix} 1{,}0 & 3{,}6 & 3{,}6 \\ 0 & 1 & 6 \\ 0{,}2 & 1{,}0 & 1{,}1 \\ 8 & 0 & 1 \\ 0{,}2 & 0{,}9 & 1{,}0 \\ 7 & 0 & 0 \end{Bmatrix} \times \begin{Bmatrix} 0{,}6 \\ 5 \\ 0{,}1 \\ 8 \\ 0{,}1 \\ 7 \end{Bmatrix} = \begin{Bmatrix} 1{,}9 \\ 4 \\ 0{,}5 \\ 5 \\ 0{,}5 \\ 1 \end{Bmatrix} \qquad \left[\frac{1{,}94 \quad 0{,}55 \quad 0{,}51}{0{,}65 \quad 0{,}18 \quad 0{,}17}\right]/3 = \left[3{,}00 \quad 3{,}00 \quad 3{,}00\right]/3 = 3{,}00$$

Aksesibilitas penggunaan data:

$\lambda_{\text{aksesibilitas penggunaan data}} =$

$$\begin{Bmatrix} 1{,}0 & 1{,}6 & 1{,}5 \\ 0 & 7 & 6 \\ 0{,}6 & 1{,}0 & 1{,}5 \\ 0 & 0 & 1 \\ 0{,}6 & 0{,}6 & 1{,}0 \\ 4 & 6 & 0 \end{Bmatrix} \times \begin{Bmatrix} 0{,}4 \\ 4 \\ 0{,}3 \\ 1 \\ 0{,}2 \\ 4 \end{Bmatrix} = \begin{Bmatrix} 1{,}3 \\ 5 \\ 0{,}9 \\ 4 \\ 0{,}7 \\ 3 \end{Bmatrix} \qquad \left[\frac{1{,}35 \quad 0{,}94 \quad 0{,}73}{0{,}44 \quad 0{,}31 \quad 0{,}24}\right]/3 = \left[3{,}03 \quad 3{,}02 \quad 3{,}02\right]/3 = 3{,}03$$

Dari hasil perkalian matrik *pairwise comparison* antar alternatif pengelolaan perkerasan jalan dengan bobot lokalnya pada tiap subkriteria yang ditinjau, didapatkan $\lambda_{max} = 3{,}03$.

$$CR = \frac{3{,}03 - 3{,}0}{(3{,}0 - 1) \times 0{,}58} = 0{,}024$$

Hasil analisis uji konsistensi matrik *pairwise comparison* adalah CR = 0,024<0,10; yang mengindikasikan bahwa perhitungan bobot prioritas perbandingan tingkat kepentingan antar subkriteria terhadap kriteria MDA dapat dipertanggungjawabkan. Validasi selanjutnya adalah membandingkan pola konsistensi jawaban responden terhadap penilaian perbandingan tingkat kepentingan antar subkriteria terhadap kriteria MDA, sebagaimana ditunjukkan dalam Tabel 4.88.

Tabel 4.88. Pola konsistensi jawaban responden terhadap matrik *pairwise comparison* antar subkriteria yang mempengaruhi kriteria MDA

sisi kiri lebih penting ← Tengah (angka 1) : sama penting → sisi kanan lebih penting

Sub Kriteria	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Sub Kriteria
Kemudahan Kompilasi							√	●										Kecanggihan Pengolahan
Kemudahan Kompilasi											√				●			Kehandalan Sistem Basis Data
Kemudahan Kompilasi											●	√						Akses Penggunaan Data
Kecanggihan Pengolahan										√				●				Kehandalan Sistem Basis Data
Kecanggihan Pengolahan											●	√						Akses Penggunaan Data

Kehandalan Sistem Basis Data					●		√											Akses Penggunaan Data

Keterangan: √ = hasil analisis matematis; ● = pola konsistensi jawaban responden

Hasil pengamatan pola konsistensi jawaban responden (Tabel 4.88) adalah sebagai berikut :

a) pola konsistensi jawaban responden memiliki kecenderungan yang sama dengan hasil analisis matrik *pairwise comparison*, kecenderungannya lebih memprioritaskan subkriteria kehandalan sistem basis data dan akses penggunaan data; dan

b) diamati dari perbandingan tingkat kepentingannya, menunjukkan konsistensi responden :

   (i) kemudahan kompilasi > kecanggihan kompilasi;

   (ii) kehandalan sistem basis data > kemudahan kompilasi;

   (iii) akses penggunaan data > kemudahan kompilasi;

   (iv) kehandalan sistem basis data > kecanggihan pengolahan;

   (v) akses penggunaan data > kecanggihan pengolahan;

   (vi) kehandalan sistem basis data > akses penggunaan data

Dengan demikian pola konsistensi jawaban responden yang terbentuk adalah kehandalan sistem basis data > akses penggunaan data > kemudahan kompilasi data > kecanggihan pengolahan data, yang direpresentasikan dalam Tabel 4.82, yaitu: (i) Kehandalan Sistem Basis Data sebesar 41,1%; (ii) Akses Penggunaan Data sebesar 29,2%; (iii) Kemudahan Kompilasi Data sebesar 16,2%; (iv) Kecanggihan Pengolahan Data sebesar 13,5%.

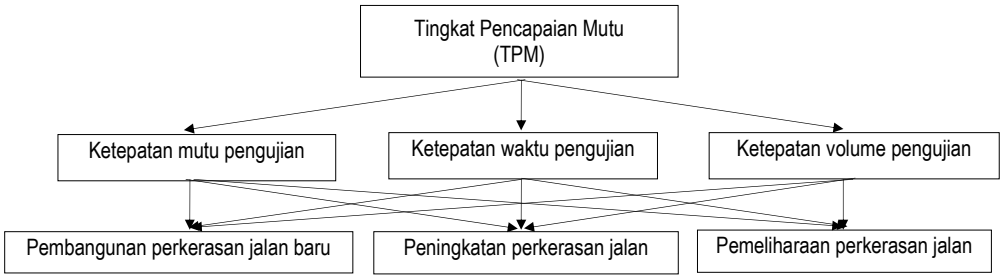
Dalam menyusun sistem basis data (Bennett *et al*, 2007; Biatna dkk., 2005) diperlukan kegiatan secara berurutan: mengumpulkan, mengolah (menganalisis), mengendalikan, mengelompokkan (mengorganisasi), dan mengarsip data dan informasi, yang merupakan mata rantai yang tidak boleh ada yang putus. Data ukur yang diperoleh dari pengujian mutu tidak hanya diperlukan sekarang tetapi suatu saat tertentu akan diperlukan lagi jika berkaitan penelitian (*research*) lain. Kehandalan sistem basis data sangat menentukan kuantitas dan kualitas data uji mutu yang terarsip dengan baik dan hadir setiap saat ketika diperlukan (Bennett & McPherson, 2005). Pendapat Bennett & McPherson (2005) sangat mendukung pendapat Goetsch & Davis (2002) yang menyebutkan bahwa kunci sukses dalam analisis masalah yang berkaitan dengan pekerjaan multi bidang yang kompleks adalah manajemen sistem basis data.

Sebaik apapun data yang dapat dikompilasi di lapangan kalau tidak diorganisasi dan diarsip dengan baik maka fungsi data akan hilang dan sangat kesulitan jika suatu saat diperlukan untuk melengkapi komparasi hasil suatu *research*. Kehandalan sistem basis data yang dituntut oleh standar mutu akan memperkuat pengguna (*engineer*) di lapangan untuk berfikir dan bertindak secara sistematis dan kronologis dalam mengakses, mengkompilasi, mengolah dan mengarsipkan data, sehingga akan terbentuk organisasi data yang tidak lekang oleh waktu dan ada penjaminan mutu terhadap data yang terimplementasi. Oleh karenannya dalam pemberlakuan standar mutu perkerasan jalan, subkriteria Kehandalan Sistem Basis Data memiliki bobot prioritas pertimbangan yang lebih besar daripada subkriteria yang lain. Subkriteria tersebut memiliki peranan yang sangat penting dan utama bagi tim pengendali mutu perkerasan untuk bertindak dengan sistematis dalam proses pemberlakuan standar mutu di lapangan.

Selain bobot perbandingan tingkat kepentingan antar subkriteria, hasil analisis juga menyimpulkan urutan prioritas pertimbangan terhadap alternatif pengelolaan perkerasan jalan ditinjau dari pengaruh kriteria MDA dalam pemberlakuan standar mutu perkerasan jalan, yaitu: (i) pembangunan perkerasan jalan baru memiliki prioritas sebesar 51,9%; (ii) diikuti peningkatan perkerasan jalan sebesar 26,3%; dan (iii) pemeliharaan perkerasan jalan sebesar 21,8%. Prioritas penggunaan manajemen sistem basis data lebih besar peluangnya diterapkan pada program pembangunan perkerasan jalan baru karena data ukur mutu yang terkompilasi di lapangan jauh lebih banyak daripada program peningkatan dan pemeliharaan. Pembangunan perkerasan jalan baru meliputi: (i) pekerjaan penyiapan tanah dasar (*subgrade*) dan perkerasan berbutir (pondasi jalan) yang memerlukan pengujian daya dukungnya dalam bentuk nilai CBR, kepadatan lapangan dan kadar air optimum, serta modulus elastisitasnya; dan (ii) pekerjaan pengaspalan *surface course* yang memerlukan pengujian mutu dalam bentuk nilai stabilitas, kelelehan plastis (*flow*), kadar pori, berat jenis, kadar pori yang terisi aspal, nilai *marshall quotient*, nilai modulus elastisitasnya dan tingkat kepadatan lapangan. Pada program peningkatan dan pemeliharaan tidak mencatat data kompleks karena pada umumnya bersifat khusus tergantung pada bagian mana dari konstruksi jalan yang diperbaiki atau ditingkatkan daya dukungnya. Uraian tersebut sangat relevan dengan hasil pembobotan prioritas penerapan manajemen data lebih besar pada pembangunan perkerasan jalan baru daripada peningkatan dan pemeliharaan jalan.

11. Perbandingan tingkat kepentingan antar subkriteria (variabel) terhadap kriteria (faktor) Tingkat Pencapaian Mutu (TPM) dalam pemberlakuan standar mutu perkerasan jalan

Model hierarki elemen dalam menganalisis perbandingan tingkat kepentingan antar subkriteria terhadap kriteria Tingkat Pencapaian Mutu (TPM) dan antar alternatif pengelolaan perkerasan jalan dapat ditunjukkan dalam Gambar 4.231. Tabel 4.89 sampai dengan Tabel 4.92 menyajikan hasil matrik *pairwise comparison* masing-masing untuk antar subkriteria dan antar alternatif pengelolaan perkerasan jalan pada tinjauan subkriteria tertentu. Selanjutnya Tabel 4.93 menyajikan nilai bobot global alternatif pengelolaan perkerasan jalan yang merupakan hasil perkalian antara bobot lokal subkriteria (Tabel 4.89) dan bobot lokal alternatif pengelolaan perkerasan jalan (Tabel 4.90 sampai dengan Tabel 4.92).



Gambar 4.231. Model hierarki elemen Tingkat Pencapaian Mutu (TPM) dalam pemberlakuan standar mutu perkerasan jalan

Tabel 4.89. Matrik perbandingan tingkat kepentingan antar subkriteria dan bobot subkriteria terhadap kriteria Tingkat Pencapaian Mutu (TPM)

Subkriteria	Ketepatan mutu pengujian	Ketepatan waktu pengujian	Ketepatan volume pengujian	Kolom input dibagi jml kolom			jumlah	Bobot lokal subkriteria
Ketepatan mutu pengujian	1,00	4,24	1,28	0,49	0,49	0,50	1,48	49,4%
Ketepatan waktu pengujian	0,24	1,00	0,29	0,12	0,11	0,11	0,34	11,5%
Ketepatan volume pengujian	0,78	3,46	1,00	0,39	0,40	0,39	1,18	39,2%
Jumlah								1,00

Tabel 4.90. Matrik perbandingan tingkat kepentingan antar alternatif pengelolaan perkerasan jalan ditinjau dari tingkat kepentingan subkriteria Ketepatan Mutu Pengujian

Alternatif pengelolaan	Pembangunan perkerasan jalan baru	Peningkatan perkerasan jalan	Pemeliharaan perkerasan jalan	Kolom input dibagi jml kolom			jumlah	Bobot lokal alternatif pengelolaan
Pembangunan perkerasan jalan baru	1,00	1,20	3,01	0,47	0,50	0,33	1,30	43,2%
Peningkatan perkerasan jalan	0,83	1,00	5,01	0,38	0,42	0,56	1,36	45,2%
Pemeliharaan perkerasan jalan	0,33	0,20	1,00	0,15	0,08	0,11	0,34	11,6%
Jumlah								100,0%

Tabel 4.91. Matrik perbandingan tingkat kepentingan antar alternatif pengelolaan perkerasan jalan ditinjau dari tingkat kepentingan subkriteria Ketepatan Waktu Pengujian

Alternatif pengelolaan	Pembangunan perkerasan jalan baru	Peningkatan perkerasan jalan	Pemeliharaan perkerasan jalan	Kolom input dibagi jml kolom			jumlah	Bobot lokal alternatif pengelolaan
Pembangunan perkerasan jalan baru	1,00	2,94	3,61	0,62	0,69	0,47	1,78	59,2%
Peningkatan perkerasan jalan	0,34	1,00	3,13	0,21	0,23	0,40	0,84	28,3%
Pemeliharaan perkerasan jalan	0,28	0,32	1,00	0,17	0,08	0,13	0,38	12,5%
Jumlah								100,0%

Tabel 4.92. Matrik perbandingan tingkat kepentingan antar alternatif pengelolaan perkerasan jalan ditinjau dari tingkat kepentingan subkriteria Ketepatan Volume Pengujian

Alternatif pengelolaan	Pembangunan perkerasan jalan baru	Peningkatan perkerasan jalan	Pemeliharaan perkerasan jalan	Kolom input dibagi jml kolom			jumlah	Bobot lokal alternatif pengelolaan
Pembangunan perkerasan jalan baru	1,00	1,52	0,93	0,37	0,46	0,29	1,12	37,3%
Peningkatan perkerasan jalan	0,66	1,00	1,27	0,24	0,30	0,40	0,94	31,3%
Pemeliharaan perkerasan jalan	1,07	0,79	1,00	0,39	0,24	0,31	0,94	31,4%
Jumlah								100,0%

Tabel 4.93. Matrik bobot global antar alternatif pengelolaan perkerasan jalan terhadap kriteria Tingkat Pencapaian Mutu (TPM)

Alternatif pengelolaan	Ketepatan mutu pengujian (49%)	Ketepatan waktu pengujian (11%)	Ketepatan volume pengujian (39%)	Bobot global alternatif pengelolaan
Pembangunan perkerasan jalan baru	43,2%	59,2%	37,3%	42,7%
Peningkatan perkerasan jalan	45,2%	28,3%	31,3%	37,9%
Pemeliharaan perkerasan jalan	11,6%	12,5%	31,4%	19,4%
Jumlah	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%

Dari Tabel 4.89 dapat ditentukan bobot lokal perbandingan tingkat kepentingan subkriteria terhadap kriteria Tingkat Pencapaian Mutu (TPM) yang masih memerlukan pembuktian konsistensinya, yaitu: (i) Ketepatan Mutu Pengujian sebesar 49,4%; (i) Ketepatan Volume Pengujian sebesar 39,2%; dan (iii) Ketepatan

Waktu Pengujian sebesar 11,5%. Dari Tabel 4.93 dapat ditentukan urutan prioritas pengelolaan perkerasan jalan ditinjau dari pengaruh tingkat pencapaian mutu (TPM) terhadap pemberlakuan standar mutu perkerasan jalan, adalah: (i) 42,7% terhadap pembangunan perkerasan jalan baru; (ii) 37,9% terhadap peningkatan perkerasan jalan; dan (iii) 19,4% terhadap pemeliharaan perkerasan jalan; urutan prioritas ini masih memerlukan pembuktian konsistensinya. Analisis CR dilakukan secara berurutan, sebagai berikut:

Ketepatan mutu pengujian:

$$\begin{Bmatrix} 1,0 & 1,2 & 3,0 \\ 0 & 0 & 1 \\ 0,8 & 1,0 & 5,0 \\ 3 & 0 & 1 \\ 0,3 & 0,2 & 1,0 \\ 3 & 0 & 0 \end{Bmatrix} \times \begin{Bmatrix} 0,4 \\ 3 \\ 0,4 \\ 5 \\ 0,1 \\ 2 \end{Bmatrix} = \begin{Bmatrix} 1,3 \\ 2 \\ 1,3 \\ 9 \\ 0,3 \\ 5 \end{Bmatrix}$$

$\lambda_{\text{ketepatan mutu pengujian}} =$

$$\begin{bmatrix} 1,32 & 1,39 & 0,35 \\ 0,43 & 0,45 & 0,12 \end{bmatrix} /3 = \begin{bmatrix} 3,06 & 3,08 & 3,02 \end{bmatrix} /3 = 3,05$$

Ketepatan waktu pengujian:

$$\begin{Bmatrix} 1,0 & 2,9 & 3,6 \\ 0 & 4 & 1 \\ 0,3 & 1,0 & 3,1 \\ 4 & 0 & 3 \\ 0,2 & 0,3 & 1,0 \\ 8 & 2 & 0 \end{Bmatrix} \times \begin{Bmatrix} 0,5 \\ 9 \\ 0,2 \\ 8 \\ 0,1 \\ 3 \end{Bmatrix} = \begin{Bmatrix} 1,88 \\ 0,88 \\ 0,38 \end{Bmatrix}$$

$\lambda_{\text{ketepatan waktu pengujian}} =$

$$\begin{bmatrix} 1,88 & 0,88 & 0,38 \\ 0,59 & 0,28 & 0,13 \end{bmatrix} / 3 = \begin{bmatrix} 3,17 & 3,09 & 3,03 \end{bmatrix} /3 = 3,10$$

Ketepatan volume pengujian:

$$\begin{Bmatrix} 1,0 & 1,5 & 0,9 \\ 0 & 2 & 3 \\ 0,6 & 1,0 & 1,2 \\ 6 & 0 & 7 \\ 1,0 & 0,7 & 1,0 \\ 7 & 9 & 0 \end{Bmatrix} \times \begin{Bmatrix} 0,3 \\ 7 \\ 0,3 \\ 1 \\ 0,3 \\ 1 \end{Bmatrix} = \begin{Bmatrix} 1,1 \\ 4 \\ 0,9 \\ 6 \\ 0,9 \\ 6 \end{Bmatrix}$$

$\lambda_{\text{ketepatan volume pengujian}} =$

$$\begin{bmatrix} 1,14 & 0,96 & 0,96 \\ 0,37 & 0,31 & 0,31 \end{bmatrix} /3 = \begin{bmatrix} 3,07 & 3,06 & 3,05 \end{bmatrix} /3 = 3,06$$

Dari hasil perkalian matrik *pairwise comparison* antar alternatif pengelolaan perkerasan jalan dengan bobot lokalnya pada tiap subkriteria yang ditinjau, didapatkan $\lambda_{max} = 3,10$.

$$CR = \frac{3,10 - 3,0}{(3,0 - 1) \times 0,58} = 0,086$$

Hasil analisis uji konsistensi matrik *pairwise comparison* adalah CR = 0,086<0,10; yang mengindikasikan bahwa perhitungan bobot prioritas perbandingan tingkat kepentingan antar subkriteria terhadap kriteria TPM dapat dipertanggungjawabkan. Validasi selanjutnya adalah membandingkan pola konsistensi jawaban responden terhadap penilaian perbandingan tingkat kepentingan antar subkriteria terhadap kriteria TPM, sebagaimana ditunjukkan dalam Tabel 4.94.

Tabel 4.94. Pola konsistensi jawaban responden terhadap matrik *pairwise comparison* antar subkriteria yang mempengaruhi kriteria TPM

sisi kiri lebih penting ← Tengah (angka 1) : sama penting → sisi kanan lebih penting

Sub Kriteria	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Sub Kriteria
Ketepatan Mutu				●		√												Ketepatan Waktu
Ketepatan Mutu							●	√										Ketepatan Volume
Ketepatan Waktu											√		●					Ketepatan Volume

Keterangan: √ = hasil analisis matematis; ● = pola konsistensi jawaban responden

Hasil pengamatan pola konsistensi jawaban responden (Tabel 4.94) adalah sebagai berikut :

a) pola konsistensi jawaban responden memiliki kecenderungan yang sama dengan hasil analisis matrik *pairwise comparison*, kecenderungannya lebih memprioritaskan subkriteria ketepatan mutu dan volume pengujian daripada ketepatan waktu pengujiannya; dan

b) diamati dari perbandingan tingkat kepentingannya, menunjukkan konsistensi responden :

   (i) ketepatan mutu > ketepatan waktu;

   (ii) ketepatan mutu > ketepatan volume;

   (iii) ketepatan volume > ketepatan waktu;

Dengan demikian pola konsistensi jawaban responden yang terbentuk adalah ketepatan mutu > ketepatan volume > ketepatan waktu, yang direpresentasikan dalam Tabel 4.89, yaitu: (i) Ketepatan Mutu Pengujian sebesar 49,4%; (ii) Ketepatan Volume Pengujian sebesar 39,2%; dan (iii) Ketepatan Waktu Pengujian sebesar 11,5%.

Hasil riset Batubara & Thiagahrajah (2007) menyebutkan bahwa pencapaian mutu dalam penerapan NSPM bidang teknik jalan dalam mencermati indikasi

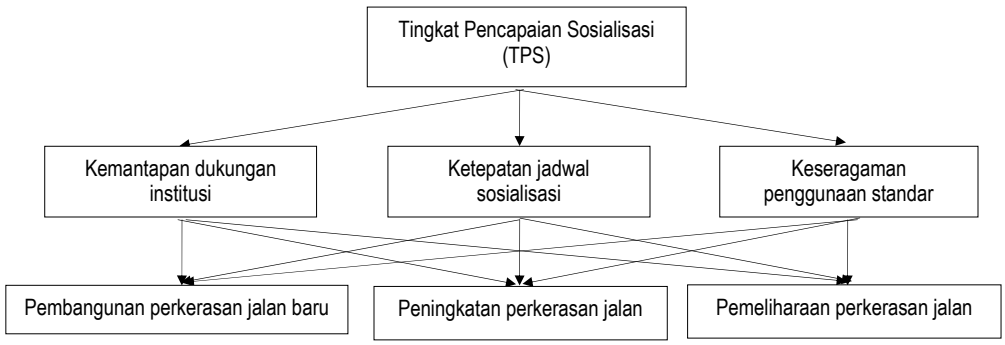
kerusakan perkerasan beton aspal yang baru sangat ditentukan oleh ketepatan kualitas pengujian mutu, yaitu ketepatan mutu prosedur dan metode pengujian di lapangan. Banyak kejadian data ukur mutu yang didapatkan tanpa melalui prosedur pengujian yang benar (sesuai standar mutu). Dampak dari ketidaktepatan mutu pengujian akan berpengaruh ketidaktepatan data ukur mutu dengan fenomena kerusakan dini yang terjadi di awal umur pelayanan. Pendapat Batubara & Thiagahrajah (2007) ini senada dengan Paterson (2007.a & 2007.b) yang meneliti kinerja mutu perkerasan jalan di 10 negara Asia (termasuk Indonesia) yang menyebutkan bahwa jumlah data ukur mutu telah memenuhi persyaratan dalam spesifikasi teknis tetapi tidak memberikan *quality assurance* terhadap kemantapan jalan, artinya ketepatan volume pengujian belum mampu memberikan jaminan mutu perkerasan jalan. Kondisi demikian ini banyak terjadi di beberapa wilayah di Indonesia. Obyek implementasi standar mutu lebih diartikan target jumlah sampel benda uji sesuai spesifikasi teknis asalkan batasan waktu pengambilannya tidak melebihi batasan waktu konstruksi, akibatnya banyak data ukur mutu kurang mendukung performansi struktural perkerasan pada awal tahun operasional. Beberapa kasus penyelesaian pembangunan jalan baru maupun peningkatan jalan lama, ketepatan volume pengujian dalam implementasi standar mutu hanya untuk memperoleh legitimasi ketepatan administrasi teknik proyek sehingga masih banyak data yang belum akurat karena prosedur pengambilan data mutu tidak terpenuhi sesuai standar mutu yang digunakan. Uraian tersebut sangat relevan dengan hasil analisis pembobotan tingkat kepentingan subkriteria Ketepatan Mutu Pengujian yang memiliki bobot prioritas lebih besar daripada subkriteria Ketepatan Volume Pengujian maupun Ketepatan Waktu Pengujian dalam pencapaian mutu perkersan jalan.

Selain bobot perbandingan tingkat kepentingan antar subkriteria, hasil analisis juga dapat menyimpulkan urutan prioritas pertimbangan terhadap alternatif pengelolaan perkerasan jalan ditinjau dari pengaruh kritera TPM dalam pemberlakuan standar mutu perkerasan jalan, yaitu: (i) pembangunan perkerasan jalan baru memiliki prioritas sebesar 42,7%; (ii) diikuti peningkatan perkerasan jalan sebesar 37,9%; dan (iii) pemeliharaan perkerasan jalan sebesar 19,4%. Bobot prioritas pertimbangan tingkat pencapaian mutu pada program pembangunan jalan baru lebih besar daripada program peningkatan maupun pemeliharaan jala lama, karena pada program pembangunan jalan baru menuntut pengujian mutu yang lebih banyak dan kompleks

daripada peningkatan dan pemeliharaan. Hal ini berkaitan dengan banyaknya jenis lapisan konstruksi perkerasan jalan baru (tanah dasar, *subbase course, base course* dan *surface course*) yang masing-masing memiliki karakteristik material yang berbeda-beda, sehingga menuntut pengendalian mutu yang tepat dan sistematis. Pada susunan struktur yang demikian maka tingkat pencapaian mutu tidak diperkenankan hanya difokuskan pada lapisan stuktur tertentu, artinya mutu hasil pembangunan perkerasan jalan baru tidak hanya tergantung hasil pengujian mutu tanah dasar tetapi semua pengujian mutu di semua lapisan harus memenuhi standar mutunya. Jika dibandingkan dengan pembangunan perkerasan jalan baru, pada peningkatan maupun pemeliharaan jalan lama lebih spesifik pengujian mutunya tergantung di bagian mana terjadi peningkatan daya dukungnya dan perbaikan kerusakan strukturalnya, areal perbaikan cukup terbatas. Uraian tersebut sangat relevan dengan hasil pembobotan prioritas pertimbangan tuntutan ketepatan mutu pada program pembangunan perkerasan jalan baru memiliki bobot yang lebih besar daripada program peningkatan dan pemeliharaan jalan lama.

12. Perbandingan tingkat kepentingan antar subkriteria (variabel) terhadap kriteria (faktor) Tingkat Pencapaian Sosialisasi (TPS) dalam pemberlakuan standar mutu perkerasan jalan

Gambar 4.232 menyajikan model hierarki elemen dalam menganalisis perbandingan tingkat kepentingan antar subkriteria terhadap kriteria Tingkat Pencapaian Sosialisasi (TPS) dan antar alternatif pengelolaan perkerasan jalan ditinjau dari aspek TPS. Tabel 4.95 sampai dengan Tabel 4.98 menyajikan hasil matrik *pairwise comparison* masing-masing untuk antar subkriteria dan antar alternatif pengelolaan perkerasan jalan pada tinjauan subkriteria tertentu. Selanjutnya Tabel 4.99 menyajikan nilai bobot global alternatif pengelolaan perkerasan jalan yang merupakan hasil perkalian antara bobot lokal subkriteria (Tabel 4.95) dan bobot lokal alternatif pengelolaan perkerasan jalan (Tabel 4.96 sampai dengan Tabel 4.98).



Gambar 4.232. Model hierarki elemen Tingkat Pencapaian Sosialisasi (TPS) dalam pemberlakuan standar mutu

Tabel 4.95. Matrik perbandingan tingkat kepentingan antar subkriteria dan bobot subkriteria terhadap kriteria Tingkat Pencapaian Sosialisasi (TPS)

Subkriteria	Kemantapan dukungan institusi	Ketepatan jadwal sosialisasi	Keseragaman penggunaan standar	Kolom input dibagi jml kolom			jumlah	Bobot lokal subkriteria
Kemantapan dukungan institusi	1,00	1,51	0,64	0,28	0,21	0,32	0,81	27,1%
Ketepatan jadwal sosialisasi	0,66	1,00	0,37	0,28	0,21	0,18	0,67	22,4%
Keseragaman penggunaan standar	1,57	2,74	1,00	0,44	0,58	0,50	1,52	50,5%
Jumlah								100,0%

Tabel 4.96. Matrik perbandingan tingkat kepentingan antar alternatif pengelolaan perkerasan jalan ditinjau dari tingkat kepentingan subkriteria Kemantapan Dukungan Institusi

Alternatif pengelolaan	Pembangunan perkerasan jalan baru	Peningkatan perkerasan jalan	Pemeliharaan perkerasan jalan	Kolom input dibagi jml kolom			jumlah	Bobot lokal alternatif pengelolaan
Pembangunan perkerasan jalan baru	1,00	1,14	1,65	0,41	0,35	0,46	1,22	40,6%
Peningkatan perkerasan jalan	0,88	1,00	0,93	0,35	0,32	0,26	0,93	30,8%
Pemeliharaan perkerasan jalan	0,60	1,07	1,00	0,24	0,33	0,28	0,85	28,6%
Jumlah								100,0%

Tabel 4.97. Matrik perbandingan tingkat kepentingan antar alternatif pengelolaan perkerasan jalan ditinjau dari tingkat kepentingan subkriteria Ketepatan Jadwal Sosialisasi

Alternatif pengelolaan	Pembangunan perkerasan jalan baru	Peningkatan perkerasan jalan	Pemeliharaan perkerasan jalan	Kolom input dibagi jml kolom			jumlah	Bobot lokal alternatif pengelolaan
Pembangunan perkerasan jalan baru	1,00	1,81	3,46	0,54	0,46	0,65	1,65	55,0%
Peningkatan perkerasan jalan	0,55	1,00	0,87	0,30	0,25	0,16	0,72	23,8%
Pemeliharaan perkerasan jalan	0,29	1,15	1,00	0,16	0,29	0,19	0,63	21,2%
Jumlah								100,0%

Tabel 4.98. Matrik perbandingan tingkat kepentingan antar alternatif pengelolaan perkerasan jalan ditinjau dari tingkat kepentingan subkriteria Keseragaman Penggunaan Standar

Alternatif pengelolaan	Pembangunan perkerasan jalan baru	Peningkatan perkerasan jalan	Pemeliharaan perkerasan jalan	Kolom input dibagi jml kolom			jumlah	Bobot lokal alternatif pengelolaan
Pembangunan perkerasan jalan baru	1,00	0,97	3,44	0,43	0,44	0,41	1,28	42,6%
Peningkatan perkerasan jalan	1,03	1,00	3,94	0,44	0,45	0,47	1,36	45,4%
Pemeliharaan perkerasan jalan	0,29	0,25	1,00	0,13	0,11	0,12	0,36	12,0%
Jumlah								100,0%

Tabel 4.99. Matrik bobot global antar alternatif pengelolaan perkerasan jalan terhadap kriteria Tingkat Pencapaian Sosialisasi (TPS)

Alternatif pengelolaan	Kemantapan dukungan institusi (27%)	Ketepatan jadwal sosialisasi (22%)	Keseragaman penggunaan standar (51%)	Bobot global alternatif pengelolaan
Pembangunan perkerasan jalan baru	40,6%	55,0%	42,6%	44,8%
Peningkatan perkerasan jalan	30,8%	23,8%	45,4%	36,7%
Pemeliharaan perkerasan jalan	28,6%	21,2%	12,0%	18,5%
Jumlah	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%

Dari Tabel 4.99 dapat ditentukan bobot perbandingan tingkat kepentingan subkriteria terhadap kriteria Tingkat Pencapaian Sosialisasi (TPS) yang masih memerlukan pembuktian konsistensinya, yaitu: (i) Keseragaman Penggunaan Standar sebesar 50,5%; (ii) Kemantapan Dukungan Institusi sebesar 27,1%; dan (iii) Ketepatan Jadwal Sosialisasi sebesar 22,4%. Dari Tabel 4.90 dapat ditentukan urutan prioritas pengelolaan perkerasan jalan ditinjau dari pengaruh tingkat pencapaian

sosialisasi (TPS) terhadap pemberlakuan standar mutu, yaitu: (i) 44,8% pembangunan perkerasan jalan baru; (ii) 36,7% peningkatan perkerasan jalan; dan (iii) 18,5% pemeliharaan perkerasan jalan; urutan prioritas ini masih memerlukan pembuktian konsistensinya. *Consistency ratio* (CR) dapat dihitung dengan langkah-langkah sebagai berikut:

Kemantapan dukungan institusi:

$$\begin{Bmatrix} 1{,}00 & 1{,}14 & 1{,}65 \\ 0{,}80 & 1{,}00 & 0{,}93 \\ 0{,}60 & 1{,}07 & 1{,}00 \end{Bmatrix} \times \begin{Bmatrix} 0{,}41 \\ 0{,}31 \\ 0{,}29 \end{Bmatrix} = \begin{Bmatrix} 1{,}23 \\ 0{,}93 \\ 0{,}86 \end{Bmatrix}$$

$\lambda_{\text{kemantapan dukungan institusi}} =$

$$\left[\frac{1{,}23 \quad 0{,}93 \quad 0{,}86}{0{,}41 \quad 0{,}31 \quad 0{,}29}\right] / 3 = \left[3{,}03 \quad 3{,}02 \quad 3{,}02\right] / 3 = 3{,}02$$

Ketepatan jadwal sosialisasi:

$$\begin{Bmatrix} 1{,}00 & 1{,}81 & 3{,}46 \\ 0{,}55 & 1{,}00 & 0{,}87 \\ 0{,}29 & 1{,}15 & 1{,}00 \end{Bmatrix} \times \begin{Bmatrix} 0{,}55 \\ 0{,}24 \\ 0{,}21 \end{Bmatrix} = \begin{Bmatrix} 1{,}71 \\ 0{,}73 \\ 0{,}64 \end{Bmatrix}$$

$\lambda_{\text{ketepatan jadwal sosialisasi}} =$

$$\left[\frac{1{,}71 \quad 0{,}73 \quad 0{,}64}{0{,}55 \quad 0{,}24 \quad 0{,}21}\right] / 3 = \left[3{,}12 \quad 3{,}04 \quad 3{,}05\right] / 3 = 3{,}07$$

Keseragaman penggunaan standar:

$$\begin{Bmatrix} 1{,}00 & 0{,}97 & 3{,}46 \\ 1{,}03 & 1{,}00 & 3{,}94 \\ 0{,}29 & 0{,}25 & 1{,}00 \end{Bmatrix} \times \begin{Bmatrix} 0{,}43 \\ 0{,}45 \\ 0{,}12 \end{Bmatrix} = \begin{Bmatrix} 1{,}28 \\ 1{,}36 \\ 0{,}36 \end{Bmatrix}$$

$\lambda_{\text{keseragaman penggunaan standar}} =$

$$\left[\frac{1{,}28 \quad 1{,}36 \quad 0{,}36}{0{,}43 \quad 0{,}45 \quad 0{,}12}\right] / 3 = \left[3{,}00 \quad 3{,}00 \quad 3{,}00\right] / 3 = 3{,}00$$

Dari hasil perkalian matrik *pairwise comparison* antar alternatif pengelolaan perkerasan jalan dengan bobot lokalnya pada tiap subkriteria yang ditinjau, didapatkan $\lambda_{max} = 3{,}07$.

$$CR = \frac{3{,}07 - 3{,}0}{(3{,}0 - 1) \times 0{,}58} = 0{,}06$$

Hasil analisis uji konsistensi matrik *pairwise comparison* adalah CR = 0,06<0,10; yang mengindikasikan bahwa perhitungan bobot prioritas perbandingan tingkat kepentingan antar subkriteria terhadap kriteria TPS dapat dipertanggungjawabkan.

Validasi selanjutnya adalah membandingkan pola konsistensi jawaban responden terhadap penilaian perbandingan tingkat kepentingan antar subkriteria terhadap kriteria TPS, sebagaimana ditunjukkan dalam Tabel 4.100.

Tabel 4.100. Pola konsistensi jawaban responden terhadap matrik *pairwise comparison* antar subkriteria yang mempengaruhi kriteria TPS

sisi kiri lebih penting ← tengah (angka 1) : sama penting → sisi kanan lebih penting

Sub Kriteria	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Sub Kriteria
Kemantapan Dukungan Institusi								√ ●										Ketepatan Jadwal Sosialisasi
Kemantapan Dukungan Institusi										√ ●								Keseragaman Penggunaan Standar
Ketepatan Jadwal Sosialisasi											√	●						Keseragaman Penggunaan Standar

Keterangan: √ = hasil analisis matematis; ● = pola konsistensi jawaban responden

Hasil pengamatan pola konsistensi jawaban responden (Tabel 4.100) adalah sebagai berikut:

a) pola konsistensi jawaban responden memiliki kecenderungan yang sama dengan hasil analisis matrik *pairwise comparison*;, subkriteria keseragaman penggunaan standar mutu lebih diutamakan untuk menilai pencapaian sosialisasi standar mutu; dan

b) diamati dari perbandingan tingkat kepentingannya, menunjukkan konsistensi responden:
   (i) kemantapan dukungan institusi > ketepatan jadwal sosialisasi;
   (ii) keseragaman penggunaan standar > kemantapan dukungan institusi;
   (iii) keseragaman penggunaan standar > ketepatan jadwal sosialisasi.

Dengan demikian pola konsistensi jawaban responden yang terbentuk adalah keseragaman penggunaan standar > kemantapan dukungan institusi > ketepatan jadwal sosialisasi, yang direpresentasikan dalam Tabel 4.95, yaitu: (i) Keseragaman Penggunaan Standar sebesar 50,5%; (ii) Kemantapan Dukungan Institusi sebesar 27,1%; dan (iii) Ketepatan Jadwal Sosialisasi sebesar 22,4%.

Hasil riset Goetsch & Davis (2002) yang mengevaluasi keberhasilan diseminasi (sosialisasi) metode penerapan standar kerja untuk penjaminan mutu produk industri obat-obatan di Amerika Serikat, menyimpulkan bahwa tolok ukur

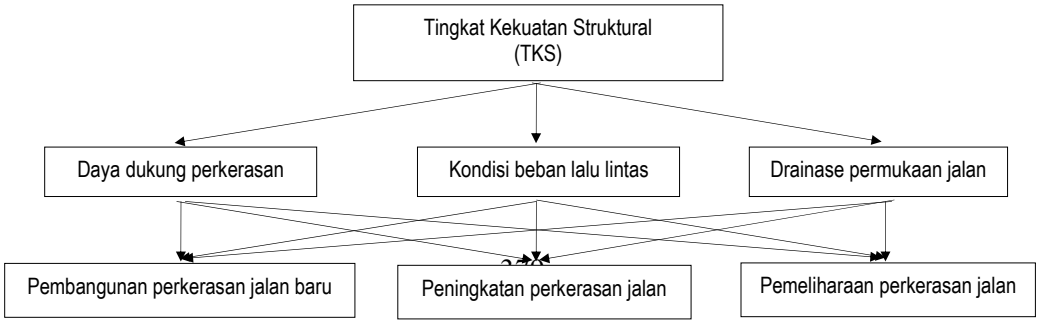
terpenting untuk menilai pencapaian program diseminasi tersebut adalah kesamaan dan keseragaman (*uniformity*) penerapan standar mutu pada semua cabang perusahaan, yang diperkuat dengan hasil monitoring dan evaluasi secara berkala terhadap implementasinya. Berkaitan dengan pencapaian keberhasilan sosialisasi standar mutu perkerasan jalan, Sjahdanulirwan (2006.b) menyimpulkan bahwa aspek yang harus dipertimbangkan paling awal untuk mengevaluasi pencapaian sosialisasi terhadap *stakeholder* adalah sejauh mana keseragaman penerapan standar mutu perkerasan jalan di lapangan, selanjutnya ditinjau aspek-aspek lain yang mendukungnya seperti dukungan organisasi profesi dan ketepatan jadwal sosialisasi. Kasi (1995) mengukur keberhasilan diseminasi standar mutu konstruksi secara berurutan adalah: (i) berapa jumlah orang atau *stakeholder* yang menggunakan norma standar kerja dalam pengujian mutu konstruksi; (ii) selanjutnya berapa banyak institusi yang mendukung diseminasinya. Pendapat Kasi (1995) ini mengandung makna perlunya peningkatan keseragaman dalam penerapan standar mutu kerja setelah dilakukan program diseminasi. Dalam bidang kebinamargaan, Palgunadi (2006) menyimpulkan dari pengalaman empiriknya berkaitan diseminasi NSPM bidang teknik jalan, yang menyebutkan bahwa keberhasilan diseminasi NSPM diukur dari kesamaan dan keseragaman penggunaan standar mutu oleh sebagian besar *stakeholder* untuk mencapai mutu kerja konstruksi yang lebih baik dan tepat. Kesamaan dan keseragaman dimonitor dan dievaluasi berdasarkan performansi perkerasan jalan yang makin mantap, jumlah luasan kerusakan struktural perkerasan makin berkurang, dan adanya *attitude* SDM pengendali mutu untuk meningkatkan pemutakhiran komptensinya. Uraian tersebut dapat memperkuat prioritas tingkat kepentingan subkriteria Keseragaman Penggunaan Standar Mutu yang memiliki bobot yang lebih besar daripada subkriteria Ketepatan Jadwal Sosialisasi maupun subkriteria Kemantapan Dukungan Kerjasama antar Lembaga karena keseragaman implementasi standar mutu mengidikasikan kesamaan kemampuan dan kemauan untuk pencapaian mutu konstruksi jalan yang sama antar wilayah yang satu dengan wilayah lain, sehingga setelah sosialisasi diharapkan dapat melaksanakan penggunaan alat uji mutu, material dan metode kerja (teknologi) yang sama.

Selain bobot perbandingan tingkat kepentingan antar subkriteria, hasil analisis juga dapat menyimpulkan urutan prioritas pertimbangan terhadap alternatif pengelolaan perkerasan jalan ditinjau dari pengaruh kriteria TPS dalam pemberlakuan

standar mutu, yaitu: (i) pembangunan perkerasan jalan baru memiliki prioritas sebesar 44,8%; (ii) diikuti peningkatan perkerasan jalan sebesar 36,7%; dan (iii) pemeliharaan perkerasan jalan sebesar 18,5%. Program pembangunan perkerasan jalan baru meliputi 4 (empat) lapisan konstruksi dari bawah ke atas, yaitu: (i) lapisan tanah dasar untuk menyiapkan badan jalan; (ii) lapisan *subbase* yang terbuat dari perkerasan berbutir; (iii) lapisan *base* yang terbuat dari perkerasan berbutir; dan (iv) lapisan *surface* yang terbuat dari beton aspal. Tiap lapisan memiliki fungsi kekuatan yang berbeda sehingga masing-masing lapisan juga memiliki karakteristik material dan standar mutu yang berbeda pula. Sedangkan jenis pekerjaan pada program peningkatan dan pemeliharaan jalan lama sangat tergantung jenis kerusakan perkerasan yang terjadi dibandingkan umur pelayanan jalan yang ditargetkan, sehingga tidak lebih komplek daripada program pembangunan jalan baru. Berdasarkan uraian tersebut, kiranya masih dapat diterima kalau bobot prioritas pertimbangan pencapaian sosialisasi standar mutu pada program pembangunan jalan baru lebih besar daripada program peningkatan maupun pemeliharaan.

13. Perbandingan tingkat kepentingan antar subkriteria (variabel) terhadap kriteria (faktor) Tingkat Kekuatan Struktural (TKS) dalam pemberlakuan standar mutu perkerasan jalan

Gambar 4.233 menyajikan model hierarki elemen dalam menganalisis bobot perbandingan tingkat kepentingan antar subkriteria terhadap kriteria Tingkat Kekuatan Struktural (TKS) dan antar alternatif pengelolaan perkerasan jalan ditinjau dari aspek TKS. Tabel 4.101 sampai dengan Tabel 4.104 menyajikan hasil matrik *pairwise comparison* masing-masing untuk antar subkriteria dan antar alternatif pengelolaan perkerasan jalan pada tinjauan subkriteria tertentu. Selanjutnya Tabel 4.105 menyajikan nilai bobot global alternatif pengelolaan perkerasan jalan yang merupakan hasil perkalian antara bobot lokal subkriteria (Tabel 4.101) dan bobot lokal alternatif pengelolaan perkerasan jalan (Tabel 4.102 sampai dengan Tabel 4.104).



Gambar 4.233. Model hierarki elemen Tingkat Kekuatan Struktural (TKS) dalam pemberlakuan standar mutu perkerasan jalan

Tabel 4.101. Matrik perbandingan tingkat kepentingan antar subkriteria dan bobot subkriteria terhadap kriteria Tingkat Kekuatan Struktural (TKS)

Subkriteria	Daya dukung perkerasan	Kondisi beban lalu lintas	Drainase permukaan jalan	Kolom input dibagi jml kolom			jumlah	Bobot lokal subkriteria
Daya dukung perkerasan	1,00	2,63	1,19	0,45	0,41	0,47	1,33	44,2%
Kondisi beban lalu lintas	0,38	1,00	0,36	0,17	0,16	0,14	0,47	15,6%
Drainase permukaan jalan	0,84	2,79	1,00	0,38	0,43	0,39	1,20	40,2%
Jumlah								100,0%

Tabel 4.102. Matrik perbandingan tingkat kepentingan antar alternatif pengelolaan perkerasan jalan ditinjau dari tingkat kepentingan subkriteria Daya Dukung Perkerasan

Alternatif pengelolaan	Pembangunan perkerasan jalan baru	Peningkatan perkerasan jalan	Pemeliharaan perkerasan jalan	Kolom input dibagi jml kolom			jumlah	Bobot lokal alternatif pengelolaan
Pembangunan perkerasan jalan baru	1,00	2,30	6,16	0,63	0,64	0,58	1,85	61,8%
Peningkatan perkerasan jalan	0,43	1,00	3,31	0,27	0,28	0,32	0,87	28,9%
Pemeliharaan perkerasan jalan	0,16	0,30	1,00	0,10	0,08	0,10	0,28	9,3%
Jumlah								100,0%

Tabel 4.103. Matrik perbandingan tingkat kepentingan antar alternatif pengelolaan perkerasan jalan ditinjau dari tingkat kepentingan subkriteria Kondisi Beban Lalu Lintas

Alternatif pengelolaan	Pembangunan perkerasan jalan baru	Peningkatan perkerasan jalan	Pemeliharaan perkerasan jalan	Kolom input dibagi jml kolom			jumlah	Bobot lokal alternatif pengelolaan
Pembangunan perkerasan jalan baru	1,00	2,99	2,59	0,58	0,62	0,54	1,74	58,1%
Peningkatan perkerasan jalan	0,33	1,00	1,19	0,19	0,21	0,25	0,65	21,7%
Pemeliharaan perkerasan jalan	0,39	0,84	1,00	0,23	0,17	0,21	0,61	20,2%
Jumlah								100,0%

Tabel 4.104. Matrik perbandingan tingkat kepentingan antar alternatif pengelolaan perkerasan jalan ditinjau dari tingkat kepentingan subkriteria Drainase Permukaan Jalan

Alternatif pengelolaan	Pembangunan perkerasan jalan baru	Peningkatan perkerasan jalan	Pemeliharaan perkerasan jalan	Kolom input dibagi jml kolom			jumlah	Bobot lokal alternatif pengelolaan
Pembangunan perkerasan jalan baru	1,00	2,21	2,00	0,51	0,49	0,53	1,53	51,1%
Peningkatan perkerasan jalan	0,45	1,00	0,79	0,23	0,23	0,21	0,67	22,1%
Pemeliharaan perkerasan jalan	0,50	1,27	1,00	0,26	0,28	0,26	0,80	26,8%
Jumlah								100,0%

Tabel 4.105. Matrik bobot global antar alternatif pengelolaan perkerasan jalan terhadap kriteria Tingkat Kekuatan Struktural (TKS)

Alternatif pengelolaan	Daya Dukung Perkerasan (44%)	Kondisi Beban Lalu Lintas (16%)	Drainase Permukuaan Jalan (40%)	Bobot global alternatif pengelolaan
Pembangunan perkerasan jalan baru	61,8%	58,1%	51,1%	56,9%
Peningkatan perkerasan jalan	28,9%	21,7%	22,1%	25,0%
Pemeliharaan perkerasan jalan	9,3%	20,2%	26,8%	18,1%
Jumlah	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%

Dari Tabel 4.101 dapat ditentukan bobot perbandingan tingkat kepentingan subkriteria terhadap kriteria Tingkat Kekuatan Struktural (TKS) yang masih memerlukan pembuktian konsistensinya, yaitu: (i) Daya Dukung Perkerasan sebesar 44,2%; (ii) Drainase Permukaan Jalan sebesar 40,2%; dan (iii) Kondisi Beban Lalu Lintas sebesar 15,6%. Dari Tabel 4.105 dapat ditentukan urutan prioritas pengelolaan perkerasan jalan ditinjau dari pengaruh tingkat kekuatan struktural (TKS) terhadap pemberlakuan standar mutu, adalah: (i) 56,9% pembangunan perkerasan jalan baru; (ii) 25,0% peningkatan perkerasan jalan; dan (iii) 18,1% pemeliharaan perkerasan jalan; urutan prioritas ini masih memerlukan pembuktian konsistensinya. *Consistency ratio* (CR) didapatkan dengan analisis sebagai berikut:

Daya dukung perkerasan:

$$\begin{Bmatrix} 1{,}0 & 2{,}3 & 6{,}1 \\ 0 & 0 & 6 \\ 0{,}4 & 1{,}0 & 3{,}3 \\ 3 & 0 & 1 \end{Bmatrix} \times \begin{Bmatrix} 0{,}6 \\ 2 \\ 0{,}2 \\ 9 \end{Bmatrix} = \begin{Bmatrix} 1{,}8 \\ 6 \\ 0{,}8 \\ 7 \end{Bmatrix}$$

$\lambda_{\text{daya dukung perkerasan}} =$

$$\begin{bmatrix} 1{,}86 & 0{,}87 & 0{,}28 \\ 0{,}62 & 0{,}29 & 0{,}09 \end{bmatrix} / 3 = \begin{bmatrix} 3{,}01 & 3{,}00 & 3{,}00 \end{bmatrix} / 3 = 3{,}00$$

0,16	0,30	1,00	0,09	0,28

Kondisi beban lalu lintas:

$$\begin{Bmatrix} 1,00 & 2,99 & 2,59 \\ 0,33 & 1,00 & 1,19 \\ 0,39 & 0,84 & 1,00 \end{Bmatrix} \times \begin{Bmatrix} 0,58 \\ 0,22 \\ 0,20 \end{Bmatrix} = \begin{Bmatrix} 1,75 \\ 0,65 \\ 0,61 \end{Bmatrix}$$

λ kondisi beban lalu lintas $= \left[\dfrac{1,75 \quad 0,65 \quad 0,61}{0,58 \quad 0,22 \quad 0,20}\right] / 3 = [3,02 \quad 3,01 \quad 3,01]/3 = 3,01$

Drainase permukaan jalan:

$$\begin{Bmatrix} 1,00 & 2,20 & 2,00 \\ 0,45 & 1,00 & 0,79 \\ 0,50 & 1,27 & 1,00 \end{Bmatrix} \times \begin{Bmatrix} 0,58 \\ 0,22 \\ 0,20 \end{Bmatrix} = \begin{Bmatrix} 1,54 \\ 0,66 \\ 0,80 \end{Bmatrix}$$

λ drainase permukaan jalan $= \left[\dfrac{1,54 \quad 0,66 \quad 0,80}{0,51 \quad 0,22 \quad 0,27}\right] /3 = [3,00 \quad 3,00 \quad 3,00]/3 = 3,00$

Dari hasil perkalian matrik *pairwise comparison* antar alternatif pengelolaan perkerasan jalan dengan bobot lokalnya pada tiap subkriteria yang ditinjau, didapatkan $\lambda_{max} = 3,01$.

$$CR = \frac{3,01 - 3,0}{(3,0 - 1) \times 0,58} = 0,008$$

Hasil analisis uji konsistensi matrik *pairwise comparison* adalah CR = 0,008<0,10; yang mengindikasikan bahwa perhitungan bobot prioritas perbandingan tingkat kepentingan antar subkriteria terhadap kriteria TKS dapat dipertanggungjawabkan. Validasi selanjutnya adalah membandingkan pola konsistensi jawaban responden terhadap penilaian perbandingan tingkat kepentingan antar subkriteria terhadap kriteria TKS, sebagaimana ditunjukkan dalam Tabel 4.106.

Tabel 4.106. Pola konsistensi jawaban responden terhadap matrik *pairwise comparison* antar subkriteria yang mempengaruhi kriteria TKS

sisi kiri lebih penting Tengah (angka 1) : sama penting sisi kanan lebih penting

Sub Kriteria	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Sub Kriteria
Daya Dukung Perkerasan			●	√														Beban Lalulintas
Daya Dukung Perkerasan								√ ●										Drainase Permukaan
Beban Lalulintas										√	●							Drainase Permukaan

Keterangan: √ = hasil analisis matematis; ● = pola konsistensi jawaban responden

Hasil pengamatan pola konsistensi jawaban responden (Tabel 4.105) adalah sebagai berikut :

a) pola konsistensi jawaban responden memiliki kecenderungan yang sama dengan hasil analisis matrik *pairwise comparison*, kecenderungan lebih memprioritaskan subkriteria daya dukung perkerasan (aspek internal) dan drainase permukaan jalan (aspek eksternal); dan

b) diamati dari perbandingan tingkat kepentingannya, menunjukkan konsistensi responden :

   (i) daya dukung perkerasan > beban lalulintas;

   (ii) daya dukung perkerasan > drainase permukaan;

   (iii) drainase permukaan > beban lalulintas.

Dengan demikian pola konsistensi jawaban responden yang terbentuk adalah daya dukung perkerasan > kondisi beban lalulintas > drainase permukaan jalan, yang direpresentasikan dalam Tabel 4.101, yaitu: (i) Daya Dukung Perkerasan sebesar 44,2%; (ii) Drainase Permukaan Jalan sebesar 40,2%; dan (iii) Kondisi Beban Lalu Lintas sebesar 15,6%.

Hasil persepsi 240 pakar (lihat Gambar 4.63) menyebutkan ada tiga variabel dominan yang mempengaruhi kekuatan struktural perkerasan jalan, yaitu: (i) variabel Daya Dukung Perkerasan (99,1% responden); (ii) variabel Drainase Permukaan (98,6% responden); dan (iii) variabel Repetisi Beban Lalulintas (97,7% responden), ketiga variabel ini mengindikasikan urutan bobot prioritas tingkat kepentingan pengaruhnya terhadap kekuatan struktural walaupun perbedaannya tidak signifikan. Sjahdanulirwan (2005) menyimpulkan bahwa kekuatan struktural perkerasan jalan dipengaruhi oleh faktor internal dan eksternal. Faktor eksternal yang dominan adalah daya dukung perkerasan yang dinyatakan dengan tingkat kepadatan lapangan, berkaitan erat dengan ketepatan pencapaian mutu pelaksanaan dan pengendalian mutu pada saat konstruksi. Faktor internal yang dominan antara lain drainase permukaan

jalan dan beban lalulintas. Jika dikaitkan dengan faktor penyebab kerusakan perkerasan (lihat Tabel 4.2), maka penyebab kerusakan didominasi oleh tidak tercapainya mutu pelaksanaan sesuai standar mutu perkerasan, artinya penyebab paling awal terjadinya kerusakan bukan karena beban lalulintas maupun disfungsi aliran air drainase permukaan melainkan akibat penurunan mutu perkerasan. Batubara & Thiagahrajah (2007) menyimpulkan terjadinya kerusakan dini perkerasan jalan lebih banyak disebabkan oleh kegagalan konstruksi pada saat pelaksanaan karena tidak mengimplementasikan standar mutunya dengan tepat, setelah itu diperparah lagi dengan kegagalan bangunan akibat drainase permukaan jalan yang tidak berfungsi dengan baik. Beban lalulintas bukan satu-satunya penyebab eksternal yang dominan terhadap kerusakan dini, pertumbuhan beban lalulintas yang tinggi tidak akan merusak perkerasan jika pelaksanaan dan pengendalian mutunya tepat dan benar sesuai standar mutu (Aly, 2006). Pendapat Aly (2006) ini diperkuat dengan Ma'soem (2006) yang menyatakan bahwa beban lalu lintas sering dianggap penyebab utama kerusakan jalan, fakta menunjukkan bahwa kerusakan jalan lebih banyak disebabkan faktor pelaksanaan yang tidak tepat dalam mengimplementasikan standar mutu. Kondisi tersebut diperparah lagi dengan kebijakan lokal mencampuri proses penjaminan mutu konstruksi. Demikian pula pengaruh genangan air akibat tidak berfungsinya drainase permukaan dapat diperkecil jika tidak terjadi penyimpangan mutu pada saat konstruksi (Aly, 2006). Kedua penyebab tersebut hanya sebagai faktor eksternal yang mempercepat kerusakan dini, yang terpenting adalah bagaimana faktor internal (daya dukung perkerasan) mampu mempertahankan kemantapan jalan sehingga tidak mudah terpengaruh oleh kedua faktor eksternal tersebut. Paterson (2007.b) menyimpulkan bahwa performansi permukaan perkerasan jalan sangat tergantung mutu konstruksi, yang terdiri atas mutu material, mutu peralatan lapangan, mutu implementasi prosedur dan metode kerja di lapangan, dan mutu pengujian, yang kesemuanya akan bermuara pada kekuatan struktural perkerasan. Dari uraian tersebut kiranya masih dapat diterima jika pertimbangan tingkat kepentingan subkriteria Daya Dukung Perkerasan memiliki bobot yang lebih besar daripada subkriteria Drainase Permukaan maupun subkriteria Beban Lalulintas dalam pengaruhnya terhadap kekuatan struktural perkerasan jalan (lihat Tabel 4.91). Namun demikian Watmove (2007) menyimpulkan dari risetnya bahwa penyebab utama penurunan kekuatan struktural perkerasan karena pengaruh air yang masuk ke dalam pori-pori perkerasan

akibat tidak berfungsinya sistem drainase permukaan jalan. Pengaruh air yang merembes ini menyebabkan penurunan 30%-50% nilai modulus elastisitas material berbutir. Pengaruh air ini dapat terjadi pada semua kondisi perkerasan, tidak hanya terjadi pada perkerasan yang memiliki mutu yang rendah. Paterson (2007.b) dan Aly (2006) menyimpulkan bahwa penurunan daya dukung perkerasan lebih banyak disebabkan ketidaktepatan mutu pelaksanaan konstruksi, tetapi Watmove (2007) menyatakan bahwa penurunan daya dukung lebih banyak disebabkan tidak berfungsinya sistem drainase. Dengan demikian kedua variabel ini merupakan variabel penting yang saling melengkapi, sehingga hasil analisis bobot kepentingan antar subkriteria menghasilkan prioritas subkriteria Daya Dukung Perkerasan dan Drainase Permukaan yang memiliki bobot lebih besar daripada subkriteria Beban Lalulintas.

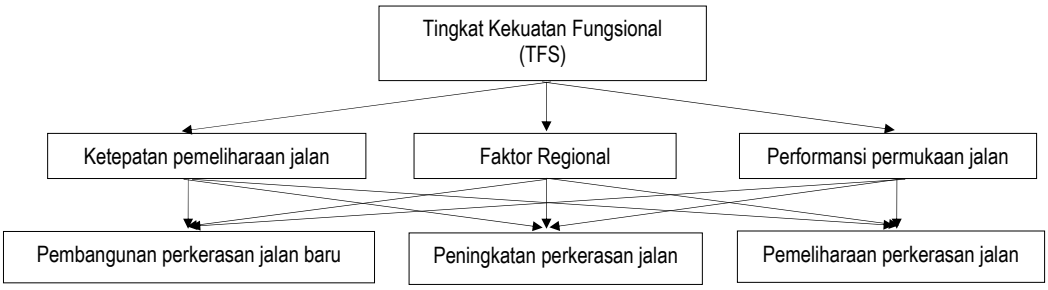
Selain bobot perbandingan tingkat kepentingan antar subkriteria, hasil analisis juga dapat menyimpulkan urutan prioritas pertimbangan terhadap alternatif pengelolaan perkerasan jalan ditinjau dari pengaruh kriteria TKS dalam pemberlakuan standar mutu perkerasan jalan, yaitu: (i) pembangunan perkerasan jalan baru memiliki prioritas sebesar 56,9%; (ii) diikuti peningkatan perkerasan jalan sebesar 25,0%; dan (iii) pemeliharaan perkerasan jalan sebesar 18,1%. Pembangunan perkerasan jalan baru merupakan embrio awal konstruksi jalan yang membuka suatu perkembangan kawasan yang ditandai antara lain pertumbuhan lalu lintas kendaraan dan peningkatan ekonomi regional. Sebagai embrio awal konstruksi jalan, maka jalan harus memiliki kekuatan struktural sampai umur pelayanan tercapai. Jika konstruksi jalan baru sudah mengalami kerusakan struktural di awal umur pelayanan maka akan menyerap anggaran lebih banyak untuk pemeliharaan berkala dan atau peningkatan sebelum umur pelayanan tercapai. Prioritas pertimbangan aspek kekuatan struktural pada program pembangunan jalan baru memiliki bobot yang lebih besar daripada program peningkatan dan pemeliharaan karena: (i) perkerasan jalan baru harus mampu memberikan performansi kekuatan awal terhadap kinerja perkerasan ketika mendukung repetisi beban lalulintas dan melawan pengaruh air limpasan permukaan serta aspek lingkungan lainnya; (ii) kerusakan dini perkerasan hasil pembangunan jalan baru akan berdampak panjang terhadap resistensi pencapaian mutu yang tepat meskipun pemeliharaan berkala dan atau peningkatan sudah dilakukan tepat waktu; (iii) perkerasan baru terdiri dari beberapa lapisan konstruksi yang memiliki fungsi

berbeda-beda sehingga memerlukan perhitungan kekuatan struktur yang cermat dengan mengakomodir hubungan antar lapisan menjadi satu kekutan yang kompak. Oleh karenanya prioritas pertimbangan tingkat kekuatan struktural pada pembangunan jalan baru lebih besar daripada peningkatan dan pemeliharaan jalan

14. Perbandingan tingkat kepentingan antar subkriteria (variabel) terhadap kriteria (faktor) Tingkat Kekuatan Fungsional (TKF) dalam pemberlakuan standar mutu perkerasan jalan

Model hierarki elemen dalam menganalisis perbandingan tingkat kepentingan antar subkriteria terhadap kriteria Tingkat Kekuatan Fungsional (TKF) dan antar alternatif pengelolaan perkerasan jalan ditinjau dari aspek TKF ditunjukkan dalam Gambar 4.234. Tabel 4.107 sampai dengan Tabel 4.110 menyajikan hasil matrik *pairwise comparison* masing-masing untuk antar subkriteria dan antar alternatif pengelolaan perkerasan jalan pada tinjauan subkriteria tertentu.

Tabel 4.111 menyajikan nilai bobot global alternatif pengelolaan perkerasan jalan yang merupakan hasil perkalian antara bobot lokal subkriteria dan bobot lokal alternatif pengelolaan perkerasan jalan.



Gambar 4.234. Model hierarki elemen Tingkat Kekuatan Fungsional (TKF) dalam pemberlakuan standar mutu perkerasan jalan

Tabel 4.107. Matrik perbandingan tingkat kepentingan antar subkriteria dan bobot subkriteria terhadap kriteria Tingkat Kekuatan Fungsional (TKF)

Subkriteria	Ketepatan pemeliharaan jalan	Faktor regional	Performansi permukaan jalan	Kolom input dibagi jml kolom			jumlah	Bobot lokal subkriteria
Ketepatan pemeliharaan jalan	1,00	6,26	1,79	0,58	0,70	0,53	1,81	60,4%
Faktor regional	0,16	1,00	0,61	0,09	0,12	0,18	0,39	12,9%
Performansi permukaan jalan	0,56	1,63	1,00	0,33	0,18	0,29	0,80	26,7%
Jumlah								100,0%

Tabel 4.108. Matrik perbandingan tingkat kepentingan antar alternatif pengelolaan perkerasan jalan ditinjau dari tingkat kepentingan subkriteria Ketepatan Pemeliharaan Jalan

Alternatif pengelolaan	Pembangunan perkerasan jalan baru	Peningkatan perkerasan jalan	Pemeliharaan perkerasan jalan	Kolom input dibagi jml kolom			jumlah	Bobot lokal alternatif pengelolaan
Pembangunan perkerasan jalan baru	1,00	0,40	0,28	0,14	0,13	0,15	0,42	14,0%
Peningkatan perkerasan jalan	2,51	1,00	0,55	0,36	0,31	0,30	0,97	32,3%
Pemeliharaan perkerasan jalan	3,56	1,81	1,00	0,50	0,56	0,55	1,61	53,7%
Jumlah								100,0%

Tabel 4.109. Matrik perbandingan tingkat kepentingan antar alternatif pengelolaan perkerasan jalan ditinjau dari tingkat kepentingan subkriteria Faktor Regional

Alternatif pengelolaan	Pembangunan perkerasan jalan baru	Peningkatan perkerasan jalan	Pemeliharaan perkerasan jalan	Kolom input dibagi jml kolom			jumlah	Bobot lokal alternatif pengelolaan
Pembangunan perkerasan jalan baru	1,00	1,57	3,83	0,53	0,48	0,61	1,62	54,0%
Peningkatan perkerasan jalan	0,64	1,00	1,41	0,33	0,31	0,23	0,87	28,9%
Pemeliharaan perkerasan jalan	0,26	0,71	1,00	0,14	0,21	0,16	0,51	17,1%
Jumlah								100,0%

Tabel 4.110. Matrik perbandingan tingkat kepentingan antar alternatif pengelolaan perkerasan jalan ditinjau dari tingkat kepentingan subkriteria Performansi Permukaan Jalan

Alternatif pengelolaan	Pembangunan perkerasan jalan baru	Peningkatan perkerasan jalan	Pemeliharaan perkerasan jalan	Kolom input dibagi jml kolom			jumlah	Bobot lokal alternatif pengelolaan
Pembangunan perkerasan jalan baru	1,00	0,96	1,80	0,39	0,35	0,44	1,18	39,3%
Peningkatan perkerasan jalan	1,04	1,00	1,27	0,40	0,36	0,31	1,07	35,8%
Pemeliharaan perkerasan jalan	0,56	0,79	1,00	0,21	0,29	0,25	0,75	24,9%
Jumlah								100,0%

Tabel 4.111. Matrik bobot global antar alternatif pengelolaan perkerasan jalan terhadap kriteria Tingkat Kekuatan Fungsional (TKF)

Alternatif pengelolaan	Ketepatan pemeliharaan jalan (44%)	Faktor regional (16%)	Performansi permukaan jalan (40%)	Bobot lokal alternatif pengelolaan
Pembangunan perkerasan jalan baru	14,0%	54,0%	39,3%	25,9%
Peningkatan perkerasan jalan	32,3%	28,9%	35,8%	32,8%
Pemeliharaan perkerasan jalan	53,7%	17,1%	24,9%	41,3%
Jumlah	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%

Dari Tabel 4.107 dapat ditentukan bobot perbandingan tingkat kepentingan subkriteria terhadap kriteria Tingkat Kekuatan Fungsional (TKF) yang masih memerlukan pembuktian konsistensinya, yaitu: (i) Ketepatan Pemeliharaan Jalan sebesar 60,4%; (ii) Performansi Permukaan Jalan sebesar 26,7%; dan (iii) Faktor Regional sebesar 12,9%. Dari Tabel 4.111 dapat ditentukan urutan prioritas pengelolaan perkerasan jalan ditinjau dari pengaruh tingkat kekuatan fungsional (TKF) terhadap pemberlakuan standar mutu perkerasan jalan, yaitu: (i) 41,3% terhadap pemeliharaan perkerasan jalan; (ii) 32,8% terhadap peningkatan perkerasan jalan; dan (iii) 25,9% terhadap pembangunan perkerasan jalan baru; urutan prioritas ini masih memerlukan pembuktian konsistensinya. *Consistency ratio* (CR) didapatkan dengan analisis sebagai berikut:

Ketepatan pemeliharaan jalan: $\lambda_{\text{ketepatan pemeliharaan jalan}} = \{\quad\}$

$$\begin{Bmatrix} 1{,}00 & 0{,}408 & 0{,}25 \\ 2{,}51 & 1{,}00 & 0{,}55 \\ 3{,}56 & 1{,}81 & 1{,}00 \end{Bmatrix} \times \begin{Bmatrix} 0{,}14 \\ 0{,}32 \\ 0{,}54 \end{Bmatrix} = \begin{Bmatrix} 0{,}42 \\ 0{,}97 \\ 1{,}62 \end{Bmatrix}$$

$$\left[\frac{0{,}42 \quad 0{,}97 \quad 1{,}62}{0{,}14 \quad 0{,}32 \quad 0{,}54}\right]/3 = \left[3{,}00 \quad 3{,}01 \quad 3{,}01\right]/3 = 3{,}01$$

Faktor regional:

$\lambda_{\text{faktor regional}} =$

$$\begin{Bmatrix} 1{,}00 & 1{,}57 & 3{,}83 \\ 0{,}64 & 1{,}00 & 1{,}41 \\ 0{,}26 & 0{,}71 & 1{,}00 \end{Bmatrix} \times \begin{Bmatrix} 0{,}54 \\ 0{,}29 \\ 0{,}17 \end{Bmatrix} = \begin{Bmatrix} 1{,}65 \\ 0{,}88 \\ 0{,}52 \end{Bmatrix}$$

$$\left[\frac{1{,}65 \quad 0{,}88 \quad 0{,}52}{0{,}54 \quad 0{,}29 \quad 0{,}17}\right]/3 = \left[3{,}06 \quad 3{,}03 \quad 3{,}02\right]/3 = 3{,}03$$

Performansi permukaan jalan:

$\lambda_{\text{performansi permukaan jalan}} =$

$$\begin{Bmatrix} 1{,}00 & 0{,}96 & 1{,}80 \\ 1{,}04 & 1{,}00 & 1{,}27 \\ 0{,}56 & 0{,}79 & 1{,}00 \end{Bmatrix} \times \begin{Bmatrix} 0{,}39 \\ 0{,}36 \\ 0{,}25 \end{Bmatrix} = \begin{Bmatrix} 1{,}19 \\ 1{,}08 \\ 0{,}75 \end{Bmatrix}$$

$$\left[\frac{1{,}19 \quad 1{,}08 \quad 0{,}75}{0{,}39 \quad 0{,}36 \quad 0{,}25}\right]/3 = \left[3{,}02 \quad 3{,}02 \quad 3{,}01\right]/3 = 3{,}02$$

Dari hasil perkalian matrik *pairwise comparison* antar alternatif pengelolaan perkerasan jalan dengan bobot lokalnya pada tiap subkriteria yang ditinjau, didapatkan $\lambda_{max} = 3{,}03$.

$$CR = \frac{3{,}03 - 3{,}0}{(3{,}0 - 1) \times 0{,}58} = 0{,}025$$

Hasil analisis uji konsistensi matrik *pairwise comparison* adalah CR = 0,025<0,10; yang mengindikasikan bahwa perhitungan bobot prioritas perbandingan tingkat kepentingan antar subkriteria terhadap kriteria TKF dapat dipertanggungjawabkan. Validasi selanjutnya adalah membandingkan pola konsistensi jawaban responden terhadap penilaian perbandingan tingkat kepentingan antar subkriteria terhadap kriteria TKF, sebagaimana ditunjukkan dalam Tabel 4.112.

Tabel 4.112. Pola konsistensi jawaban responden terhadap matrik *pairwise comparison* antar subkriteria yang mempengaruhi kriteria TKF

sisi kiri lebih penting — Tengah (angka 1) : sama penting — sisi kanan lebih penting

Sub Kriteria	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Sub Kriteria
Ketepatan Pemeliharaan			●	√														Faktor Regional
Ketepatan Pemeliharaan								√ ●										Performansi Permukaan
Faktor Regional										√	●							Performansi Permukaan

Keterangan: √ = hasil analisis matematis; ● = pola konsistensi jawaban responden

Hasil pengamatan pola konsistensi jawaban responden (Tabel 4.112) adalah sebagai berikut :

a) pola konsistensi jawaban responden memiliki kecenderungan yang sama dengan hasil analisis matrik *pairwise comparison*, kecenderungan pilihan lebih diprioritaskan terhadap subkriteria ketepatan pemeliharaan jalan; dan

b) diamati dari perbandingan tingkat kepentingannya, menunjukkan konsistensi responden :

   (i) ketepatan pemeliharaan > faktor regional;

   (ii) ketepatan pemeliharaan > performansi permukaan;

   (iii) performansi permukaan > faktor regional.

Dengan demikian pola konsistensi jawaban responden yang terbentuk adalah daya ketepatan pemeliharaan jalan > performansi permukaan jalan > faktor regional, yang direpresentasikan dalam Tabel 4.107, yaitu: (i) Ketepatan Pemeliharaan Jalan sebesar 60,4%; (ii) Performansi Permukaan Jalan sebesar 26,7%; dan (iii) Faktor Regional sebesar 12,9%.

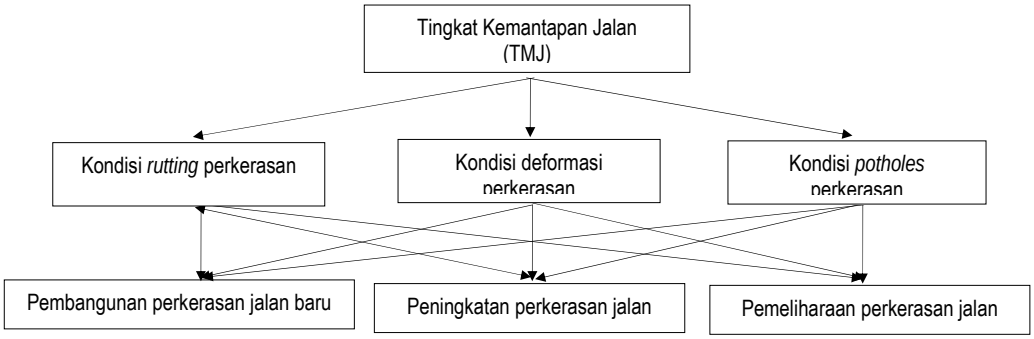
Hasil analisis tersebut sesuai hasil riset Gedafa (2006) yang menyimpulkan bahwa ketepatan pencapaian mutu perkerasan hasil pemeliharaan periodik (berkala) sangat ditentukan ketepatan jadwal pelaksanaan pemeliharaan berkala terhadap prediksi waktu terjadinya kerusakan kritis yang sudah melebihi batas ambang kritis. Jika waktu dimulainya pelaksanaan pemeliharaan berkala melebihi batas waktu *crytical cracking rating* maka akan berdampak penurunan mutu sekitar 25% terhadap target mutu perkerasan selama sisa umur pelayanan yang ada atau penurunan mutu sekitar 15% terhadap target mutu jika pelaksanaan pemeliharaan melebihi *crytical average roughness*. Hasil riset Gedafa (2006) belum banyak diterapkan di negara berkembang seperti Indonesia. Aly (2006) yang mendukung Sugiri (2006) menyimpulkan bahwa keterlambatan pemeliharaan jalan akan mempercepat keparahan kerusakan fungsional sehingga berdampak defisiensi biaya dan tidak

efektifnya mutu yang didapatkan karena selama ini kebijakan alokasi anggaran pemeliharaan berkala tidak didukung hasil prediksi laju kerusakan yang akurat. Dari uraian tersebut kiranya dapat diterima jika prioritas pertimbangan kekuatan fugnsional pada subkriteria Ketepatan Pemeliharaan Jalan memiliki bobot lebih besar daripada subkriteria Performansi Permukaan Jalan dan Faktor Regional.

Selain bobot perbandingan tingkat kepentingan antar subkriteria, hasil analisis juga menyimpulkan urutan prioritas pertimbangan terhadap alternatif pengelolaan perkerasan jalan ditinjau dari pengaruh kriteria TKF dalam pemberlakuan standar mutu, yaitu: (i) pemeliharaan perkerasan jalan memiliki prioritas sebesar 41,3%; (ii) diikuti peningkatan perkerasan jalan sebesar 32,8%; dan (iii) pembangunan perkerasan jalan baru sebesar 25,9%. Berbeda dengan aspek kekuatan struktural jalan, aspek kekuatan fungsional lebih banyak diproritaskan pertimbangan kepentingannya pada program pemeliharaan perkerasan jalan lama daripada program pembangunan jalan baru dan peningkatan perkerasan jalan lama karena performansi fungsional permukaan jalan lebih banyak ditentukan oleh hasil pemeliharaan rutin atau berkala (Scott et al, 2004). Pemeliharaan perkerasan jalan memiliki target untuk mempertahankan kondisi kenyamanan jalan selama sisa umur pelayanan, sedangkan peningkatan dan pembangunan jalan memiliki target meningkatkan daya dukung struktural perkerasan sehingga aspek TKF lebih diprioritaskan pada program pemeliharaan daripada peningkatan dan pembangunan jalan baru.

15. Perbandingan tingkat kepentingan antar subkriteria (variabel) terhadap kriteria (faktor) Tingkat Kemantapan Jalan (TMJ) dalam pemberlakuan standar mutu perkerasan jalan

Gambar 4.235 menyajikan model hierarki elemen dalam menganalisis bobot perbandingan tingkat kepentingan antar subkriteria terhadap kriteria Tingkat Kemantapan Jalan (TMJ) dan antar alternatif pengelolaan perkerasan jalan ditinjau dari aspek TMJ. Tabel 4.113 sampai dengan Tabel 4.116 menyajikan hasil matrik *pairwise comparison* masing-masing untuk antar subkriteria dan antar alternatif pengelolaan perkerasan jalan pada tinjauan subkriteria tertentu. Selanjutnya Tabel 4.117 menyajikan nilai bobot global alternatif pengelolaan perkerasan jalan yang merupakan hasil perkalian antara bobot lokal subkriteria dan bobot lokal alternatif pengelolaan perkerasan jalan.



Gambar 4.235. Model hierarki elemen Tingkat Kemantapan Jalan (TMJ) dalam pemberlakuan standar mutu perkerasan jalan

Tabel 4.113. Matrik perbandingan tingkat kepentingan antar subkriteria dan bobot subkriteria terhadap kriteria Tingkat Kemantapan Jalan (TMJ)

Subkriteria	Kondisi *rutting* perkerasan	Kondisi deformasi perkerasan	Kondisi *potholes* perkerasan	Kolom input dibagi jml kolom			jumlah	Bobot lokal subkriteria
Kondisi *rutting* perkerasan	1,00	0,54	0,58	0,22	0,13	0,29	0,64	21,4%
Kondisi deformasi perkerasan	1,85	1,00	0,39	0,40	0,25	0,20	0,85	28,3%
Kondisi *potholes* perkerasan	1,74	2,54	1,00	0,38	0,62	0,51	1,51	50,3%
Jumlah								100,0%

Tabel 4.114. Matrik perbandingan tingkat kepentingan antar alternatif pengelolaan perkerasan jalan ditinjau dari tingkat kepentingan subkriteria Kondisi *Rutting* Perkerasan

Alternatif pengelolaan	Pembangunan perkerasan jalan baru	Peningkatan perkerasan jalan	Pemeliharaan perkerasan jalan	Kolom input dibagi jml kolom			Jumlah	Bobot lokal alternatif pengelolaan
Pembangunan perkerasan jalan baru	1,00	3,01	0,45	0,28	0,46	0,25	0,99	32,9%
Peningkatan perkerasan jalan	0,33	1,00	0,39	0,10	0,15	0,21	0,46	15,3%
Pemeliharaan perkerasan jalan	2,21	2,54	1,00	0,62	0,39	0,54	1,55	51,8%
Jumlah								100,00%

Tabel 4.115. Matrik perbandingan tingkat kepentingan antar alternatif pengelolaan perkerasan jalan ditinjau dari tingkat kepentingan subkriteria Kondisi Deformasi Perkerasan

Alternatif pengelolaan	Pembangunan perkerasan jalan baru	Peningkatan perkerasan jalan	Pemeliharaan perkerasan jalan	Kolom input dibagi jml kolom			Jumlah	Bobot lokal alternatif pengelolaan
Pembangunan perkerasan jalan baru	1,00	0,31	0,31	0,13	0,08	0,18	0,39	13,2%
Peningkatan perkerasan jalan	3,24	1,00	0,40	0,44	0,26	0,23	0,93	30,9%
Pemeliharaan perkerasan jalan	3,25	2,52	1,00	0,43	0,66	0,59	1,68	55,9%
Jumlah								100,0%

Tabel 4.116. Matrik perbandingan tingkat kepentingan antar alternatif pengelolaan perkerasan jalan ditinjau dari tingkat kepentingan subkriteria Kondisi *Potholes* Perkerasan

Alternatif pengelolaan	Pembangunan perkerasan jalan baru	Peningkatan perkerasan jalan	Pemeliharaan perkerasan jalan	Kolom input dibagi jml kolom			Jumlah	Bobot lokal alternatif pengelolaan
Pembangunan perkerasan jalan baru	1,00	0,29	0,30	0,13	0,08	0,17	0,38	12,8%
Peningkatan perkerasan jalan	3,43	1,00	0,40	0,44	0,26	0,24	0,94	31,4%
Pemeliharaan perkerasan jalan	3,33	2,49	1,00	0,43	0,66	0,59	1,68	55,8%
Jumlah								100,0%

Tabel 4.117. Matrik bobot global antar alternatif pengelolaan perkerasan jalan terhadap kriteria Tingkat Kemantapan Jalan (TMJ)

Alternatif pengelolaan	Kondisi *rutting* perkerasan (44%)	Kondisi deformasi perkerasan (16%)	Kondisi *potholes* perkerasan (40%)	Bobot lokal alternatif pengelolaan
Pembangunan perkerasan jalan baru	32,9%	13,2%	12,8%	17,2%
Peningkatan perkerasan jalan	15,3%	30,9%	31,4%	27,8%

Pemeliharaan perkerasan jalan	51,8%	55,9%	55,8%	55,0%
Jumlah	100,00%	100,0%	100,0%	100,0%

Dari Tabel 4.113 dapat ditentukan bobot perbandingan tingkat kepentingan subkriteria terhadap kriteria Tingkat Kemantapan Jalan (TMJ) yang masih memerlukan pembuktian konsistensinya, yaitu: (i) Kondisi *Potholes* Perkerasan sebesar 50,3%; (ii) Kondisi Deformasi Perkerasan sebesar 28,3%; dan (iii) Kondisi *Rutting* Perkerasan sebesar 21,4%. Dari Tabel 4.117 dapat ditentukan urutan prioritas pengelolaan perkerasan jalan ditinjau dari pengaruh tingkat kemantapan jalan (TMJ) terhadap pemberlakuan standar mutu perkerasan jalan, yaitu: (i) 55,0% pemeliharaan perkerasan jalan; (ii) 27,8% peningkatan perkerasan jalan; dan (iii) 17,2% pembangunan perkerasan jalan baru; urutan prioritas ini masih memerlukan pembuktian konsistensinya. *Consistency ratio* (CR) didapatkan dengan analisis sebagai berikut:

Kondisi *rutting* perkerasan:

$$\begin{Bmatrix} 1{,}00 & 3{,}01 & 0{,}45 \\ 0{,}33 & 1{,}00 & 0{,}39 \\ 2{,}21 & 2{,}54 & 1{,}00 \end{Bmatrix} \times \begin{Bmatrix} 0{,}33 \\ 0{,}15 \\ 0{,}52 \end{Bmatrix} = \begin{Bmatrix} 1{,}03 \\ 0{,}47 \\ 1{,}63 \end{Bmatrix}$$

λ kondisi *rutting* perkerasan=

$$\left[\frac{1{,}03 \quad 0{,}47 \quad 1{,}63}{0{,}33 \quad 0{,}15 \quad 0{,}52}\right]/3 = [3{,}11 \quad 3{,}04 \quad 3{,}16]/3 = 3{,}10$$

Kondisi deformasi perkerasan:

$$\begin{Bmatrix} 1{,}00 & 0{,}30 & 0{,}30 \\ 0{,}40 & 1{,}00 & 1{,}00 \\ 3{,}24 & 1{,}00 & 0{,}40 \end{Bmatrix} \times \begin{Bmatrix} 0{,}13 \\ 0{,}31 \\ 0{,}56 \end{Bmatrix} = \begin{Bmatrix} 0{,}40 \\ 0{,}96 \\ 1{,}77 \end{Bmatrix}$$

λ kondisi deformasi perkerasan=

$$\left[\frac{0{,}40 \quad 0{,}96 \quad 1{,}77}{0{,}13 \quad 0{,}31 \quad 0{,}56}\right] / 3 = [3{,}03 \quad 3{,}10 \quad 3{,}16]/3 = 3{,}10$$

Kondisi *potholes* perkerasan:

$$\begin{Bmatrix} 1{,}00 & 0{,}29 & 0{,}30 \\ 3{,}40 & 1{,}00 & 0{,}40 \\ 3{,}33 & 2{,}49 & 1{,}00 \end{Bmatrix} \times \begin{Bmatrix} 0{,}13 \\ 0{,}31 \\ 0{,}56 \end{Bmatrix} = \begin{Bmatrix} 0{,}38 \\ 0{,}98 \\ 1{,}77 \end{Bmatrix}$$

λ kondisi *potholes* perkerasan=

$$\left[\frac{0{,}39 \quad 0{,}98 \quad 1{,}77}{0{,}13 \quad 0{,}31 \quad 0{,}56}\right]/3 = [3{,}03 \quad 3{,}11 \quad 3{,}16]/3 = 3{,}10$$

Dari hasil perkalian matrik *pairwise comparison* antar alternatif pengelolaan perkerasan jalan dengan bobot lokalnya pada tiap subkriteria yang ditinjau, didapatkan $\lambda_{max} = 3{,}10$.

$$CR = \frac{3{,}10 - 3{,}0}{(3{,}0 - 1) \times 0{,}58} = 0{,}086$$

Hasil analisis uji konsistensi matrik *pairwise comparison* adalah CR = 0,086<0,10; yang mengindikasikan bahwa perhitungan bobot prioritas perbandingan tingkat kepentingan antar subkriteria terhadap kriteria TMJ dapat dipertanggungjawabkan. Validasi selanjutnya adalah membandingkan pola konsistensi jawaban responden terhadap penilaian perbandingan tingkat kepentingan antar subkriteria terhadap kriteria TMJ, sebagaimana ditunjukkan dalam Tabel 4.118.

Tabel 4.118. Pola konsistensi jawaban responden terhadap matrik *pairwise comparison* antar subkriteria yang mempengaruhi kriteria TMJ

sisi kiri lebih penting ← Tengah (angka 1) : sama penting → sisi kanan lebih penting

Sub Kriteria	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Sub Kriteria
Kondisi *Rutting*										√	●							Kondisi Deformasi
Kondisi *Rutting*										√	●							Kondisi *Potholes*
Kondisi Deformasi											√		●					Kondisi *Potholes*

Keterangan: √ = hasil analisis matematis; ● = pola konsistensi jawaban responden

Hasil pengamatan pola konsistensi jawaban responden (Tabel 4.118) adalah sebagai berikut :

a) pola konsistensi jawaban responden memiliki kecenderungan yang sama dengan hasil analisis matrik *pairwise comparison*, kecenderungan lebih memprioritaskan *potholes* sebagai kerusakan struktural yang sangat menurunkan kemantapan jalan; dan

b) diamati dari perbandingan tingkat kepentingannya, menunjukkan konsistensi responden :

   (i) kondisi *potholes* > kondisi deformasi;

   (ii) kondisi deformasi > kondisi *rutting*;

   (iii) kondisi *potholes* > kondisi *rutting*.

Dengan demikian pola konsistensi jawaban responden yang terbentuk adalah daya kondisi *potholes* perkerasan > kondisi deformasi perkerasan > kondisi *rutting,* yang direpresentasikan dalam Tabel 4.113, yaitu: (i) Kondisi *Potholes* Perkerasan sebesar 50,3%; (ii) Kondisi Deformasi Perkerasan sebesar 28,3%; dan (iii) Kondisi *Rutting* Perkerasan sebesar 21,4%.

Hasil analisis tersebut cukup relevan dengan hasil riset Bennett, *et al.* (2007) yang meneliti performansi permukaan perkerasan lentur (*flexible pavement*) di 21 negara Asia Pasifik (termasuk Indonesia), secara fakta disebutkan ada 9 negara (termasuk Indonesia) dari 21 negara tersebut memiliki kerusakan perkerasan tipe *pothole* yang paling banyak terjadi (rata-rata mencapai hampir 30% dari luasan perkerasan tiap kilometer panjang jalan). *Pothole* ini terjadi karena rembesan air limpasan yang masuk ke dalam celah *block cracking* yang dapat merusak ikatan aspal dengan butiran agregat, selanjutnya diperparah lagi dengan repetisi beban lalu lintas kendaraan sehingga celah tadi makin lama makin besar dan dalam kemudian terbentuklah lubang. Dalam laporan kinerja perkerasan jalan nasional (Ditjen Bina Marga, 2005) disebutkan bahwa kondisi kerusakan perkerasan tipe *pothole* sudah melebihi 30% dari luasan perkerasan tiap kilometer panjang jalan yang dievaluasi sehingga menuntut perbaikan yang intensif.

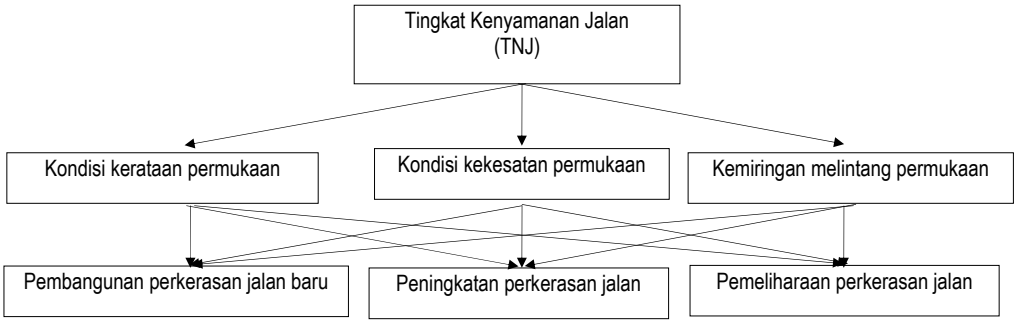
Bennett, *et al*. (2007) menyebutkan bahwa dampak kerusakan *pothole* yang sudah melebihi 30% luasan perkerasan tiap kilometer tersebut adalah penurunan kecepatan kendaraan sampai 50% dari semula atau peningkatan biaya operasi kendaraan sampai 30% dari semula. Sedangkan dampak tipe kerusakan deformasi permukaan yang melebihi 30% dari luasan perkerasan tiap kilometer panjang jalan dapat menurunkan kecepatan sampai 25% dari semula, artinya kondisi ini masih lebih kondusif daripada kerusakan *pothole*. Hasil pengamatan empirik Widjajanto & Pryandana (2005) yang meneliti kinerja perkerasan jalan di Pantura Jawa dan Lintas Timur Sumatera, menyimpulkan bahwa jenis kerusakan struktural jalan yang paling dominan terjadi adalah tipe *pothole*, diikuti deformasi permukaan dan *rutting.* Rata-rata *pothole* yang terjadi memiliki diameter 50 cm dengan kedalaman sekitar 25 cm yang berjarak satu sama lain sekitar 5,0 meter sampai 10,0 meter, jumlah luasan *pothole* per kilometer panjang jalan melebihi 300 m^2 sehingga *pothole* yang terjadi dikategorikan rusak berat. Kondisi *pothole* kategori rusak berat tersebut berdampak kecepatan perjalanan berkisar antara 20 km/jam sampai 30 km/jam. Rata-rata deformasi permukaan yang

terjadi memiliki kedalaman melebihi 5 cm dengan jumlah luasan antara 100 m^2 sampai 200 m^2 per kilometer panjang jalan dalam kategori rusak ringan, berdampak kecepatan perjalanan berkisar antara 30 km/jam sampai 45 km/jam. Demikian pula luasan *rutting* rata-rata yang terjadi 200 m^2 sampai 1000 m^2 tiap kilometer panjang jalan dalam kategori rusak ringan. Dari uraian tersebut kiranya dapat diterima jika prioritas pertimbangan subkriteria *Potholes* memiliki bobot lebih besar daripada subkriteria Deformasi dan *Rutting* karena *potholes* memberikan dampak ketidakmantapan perkerasan yang lebih berat daripada deformasi maupun *rutting*.

Selain bobot perbandingan tingkat kepentingan antar subkriteria, hasil analisis juga dapat menyimpulkan urutan prioritas pertimbangan terhadap alternatif pengelolaan perkerasan jalan ditinjau dari pengaruh kriteria TMJ dalam pemberlakuan standar mutu, yaitu: (i) pemeliharaan perkerasan jalan memiliki prioritas sebesar 55,0%; (ii) diikuti peningkatan perkerasan jalan sebesar 27,8%; dan (iii) pembangunan perkerasan jalan baru sebesar 17,2%. Program pemeliharaan perkerasan jalan lama menurut Paterson (2007) memerlukan kecermatan *research* dalam menetapkan jenis material dan teknologi yang akan digunakan. Ketidaktepatan pemilihan metode kerja dan jenis material akan berdampak pada defisiensi biaya dan penyimpangan mutu, lebih-lebih ditambah lagi dengan ketidaktepatan waktu pelaksanaannya terhadap jadwal terjadinya ambang batas kerusakan yang diperkirakan. Sebagaimana diuraikan sebelumnya bahwa pemeliharaan rutin dan berkala terhadap jalan lama lebih menitikberatkan pada pencapaian kemantapan perkerasan jalan selama sisa umur pelayanannya, sehingga diharapkan memberikan manfaat bagi pengguna dalam bentuk kecepatan perjalanan yang masih mendekati kecepatan rencana. Sedangkan program pembangunan jalan baru menghasilkan konstruksi jalan yang mantap sampai sepertiga umur pelayanan kemudian mengalami penurunan mutu sampai tercapainya masa pelayanan. Untuk mempertahankan mutu performansi setelah sepertiga umur pelayanan tersebut maka harus dilakukan pemeliharaan berkala. Demikian juga program peningkatan jalan dilakukan jika mutu performansi permukaan jalan sudah di bawah batas kritis yang diijinkan atau umur pelayanan sudah terlampaui, sehingga harus segera dilakukan peningkatan daya dukungnya. Dari uraian tersebut makin jelas bahwa prioritas aspek kemantapan jalan lebih banyak dipertimbangkan pada program pemeliharaan jalan daripada program peningkatan jalan lama maupun pembangunan perkerasan jalan baru.

16. Perbandingan tingkat kepentingan antar subkriteria (variabel) terhadap kriteria (faktor) Tingkat Kenyamanan Jalan (TNJ) dalam pemberlakuan standar mutu perkerasan jalan

Model hierarki elemen dalam menganalisis perbandingan tingkat kepentingan antar subkriteria terhadap kriteria Tingkat Kenyamanan Jalan (TNJ) dan antar alternatif pengelolaan perkerasan jalan ditinjau dari aspek TNJ, dapat ditunjukkan dalam Gambar 4.236. Tabel 4.119 sampai dengan Tabel 4.122 menyajikan hasil matrik *pairwise comparison* masing-masing untuk antar subkriteria dan antar alternatif pengelolaan perkerasan jalan pada tinjauan subkriteria tertentu. Selanjutnya Tabel 4.123 menyajikan nilai bobot global alternatif pengelolaan perkerasan jalan yang merupakan hasil perkalian antara bobot lokal subkriteria dan bobot lokal alternatif pengelolaan perkerasan jalan.



Gambar 4.236. Model hierarki elemen Tingkat Kenyamanan Jalan (TNJ) dalam pemberlakuan standar mutu perkerasan jalan

Tabel 4.119. Matrik perbandingan tingkat kepentingan antar subkriteria dan bobot subkriteria terhadap kriteria Tingkat Kenyamanan Jalan (TNJ)

Subkriteria	Kondisi kerataan permukaan	Kondisi kekesatan permukaan	Kemiringan melintang permukaan	Kolom input dibagi jml kolom			jumlah	Bobot lokal subkriteria
Kondisi kerataan permukaan	1,00	3,96	1,27	0,49	0,58	0,45	1,52	50,8%
Kondisi kekesatan permukaan	0,25	1,00	0,54	0,12	0,15	0,19	0,46	15,5%
Kemiringan melintang permukaan	0,79	1,84	1,00	0,39	0,27	0,36	1,02	33,7%
Jumlah								100,0%

Tabel 4.120. Matrik perbandingan tingkat kepentingan antar alternatif pengelolaan perkerasan jalan ditinjau dari tingkat kepentingan subkriteria Kondisi Kerataan Permukaan

Alternatif pengelolaan	Pembangunan perkerasan jalan baru	Peningkatan perkerasan jalan	Pemeliharaan perkerasan jalan	Kolom input dibagi jml kolom			jumlah	Bobot lokal alternatif pengelolaan
Pembangunan perkerasan jalan baru	1,00	1,09	1,58	0,39	0,37	0,42	1,18	39,5%
Peningkatan perkerasan jalan	0,91	1,00	1,21	0,36	0,34	0,32	1,02	34,0%
Pemeliharaan perkerasan jalan	0,63	0,83	1,00	0,25	0,29	0,26	0,80	26,5%
Jumlah								100,0%

Tabel 4.121. Matrik perbandingan tingkat kepentingan antar alternatif pengelolaan perkerasan jalan ditinjau dari tingkat kepentingan subkriteria Kondisi Kekesatan Permukaan

Alternatif pengelolaan	Pembangunan perkerasan jalan baru	Peningkatan perkerasan jalan	Pemeliharaan perkerasan jalan	Kolom input dibagi jml kolom			jumlah	Bobot lokal alternatif pengelolaan
Pembangunan perkerasan jalan baru	1,00	1,06	2,82	0,44	0,35	0,58	1,37	45,6%
Peningkatan perkerasan jalan	0,94	1,00	1,06	0,41	0,33	0,22	0,96	32,0%
Pemeliharaan perkerasan jalan	0,35	0,94	1,00	0,15	0,31	0,20	0,67	22,4%
Jumlah								100,0%

Tabel 4.122. Matrik perbandingan tingkat kepentingan antar alternatif pengelolaan perkerasan jalan ditinjau dari tingkat kepentingan subkriteria Kemiringan Melintang Permukaan

Alternatif pengelolaan	Pembangunan perkerasan jalan baru	Peningkatan perkerasan jalan	Pemeliharaan perkerasan jalan	Kolom input dibagi jml kolom			jumlah	Bobot lokal alternatif pengelolaan
Pembangunan perkerasan jalan baru	1,00	1,71	4,53	0,56	0,48	0,67	1,71	57,0%
Peningkatan perkerasan jalan	0,58	1,00	1,21	0,32	0,29	0,18	0,79	26,2%
Pemeliharaan perkerasan jalan	0,22	0,83	1,00	0,12	0,23	0,15	0,50	16,8%
Jumlah								100,0%

Tabel 4.123. Matrik bobot global antar alternatif pengelolaan perkerasan jalan terhadap kriteria Tingkat Kenyamanan Jalan (TNJ)

Alternatif pengelolaan	Kondisi kerataan permukaan (51%)	Kondisi kekesatan permukaan (15%)	Kemiringan melintang permukaan (34%)	Bobot lokal alternatif pengelolaan
Pembangunan perkerasan jalan baru	39,5%	45,6%	57,0%	46,3%
Peningkatan perkerasan jalan	34,0%	32,0%	26,2%	31,1%
Pemeliharaan perkerasan jalan	26,5%	22,4%	16,8%	22,6%
Jumlah	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%

Dari Tabel 4.119 dapat ditentukan perbandingan tingkat kepentingan subkriteria terhadap kriteria Tingkat Kenyamanan Jalan (TNJ) yang masih memerlukan pembuktian konsistensinya, yaitu: (i) Kondisi Kerataan Permukaan sebesar 50,8%; (ii) Kemiringan Melintang Permukaan sebesar 33,7%; dan (iii) Kondisi Kekesatan Permukaan sebesar 15,5%. Dari Tabel 4.123 dapat ditentukan urutan prioritas pengelolaan perkerasan jalan ditinjau dari pengaruh tingkat kenyamanan jalan (TNJ) terhadap pemberlakuan standar mutu, yaitu: (i) 46,3% pembangunan perkerasan jalan baru; (ii) 31,1% peningkatan perkerasan jalan; dan (iii) 22,6% pemeliharaan perkerasan jalan; urutan prioritas ini masih memerlukan pembuktian konsistensinya. *Consistency ratio* (CR) dapat dihitung dalam langkah analisis sebagai berikut:

Kondisi kerataan permukaan:

$$\begin{Bmatrix} 1{,}00 & 1{,}09 & 1{,}58 \\ 0{,}91 & 1{,}00 & 1{,}21 \\ 0{,}63 & 0{,}83 & 1{,}00 \end{Bmatrix} \times \begin{Bmatrix} 0{,}39 \\ 0{,}34 \\ 0{,}274 \end{Bmatrix} = \begin{Bmatrix} 1{,}19 \\ 1{,}02 \\ 0{,}80 \end{Bmatrix}$$

$\lambda_{\text{kondisi kerataan permukaan}} =$

$$\left[\frac{1{,}19 \quad 1{,}02 \quad 0{,}80}{0{,}39 \quad 0{,}34 \quad 0{,}27}\right] / 3 = \left[3{,}00 \quad 3{,}00 \quad 3{,}00\right] / 3 = 3{,}00$$

Kondisi kekesatan permukaan:

$$\begin{Bmatrix} 1{,}00 & 1{,}06 & 2{,}82 \\ 0{,}94 & 1{,}00 & 1{,}06 \\ 0{,}35 & 0{,}94 & 1{,}00 \end{Bmatrix} \times \begin{Bmatrix} 0{,}46 \\ 0{,}32 \\ 0{,}222 \end{Bmatrix} = \begin{Bmatrix} 1{,}43 \\ 0{,}99 \\ 0{,}69 \end{Bmatrix}$$

$\lambda_{\text{kondisi kekesatan permukaan}} =$

$$\left[\frac{1{,}43 \quad 0{,}99 \quad 0{,}69}{0{,}46 \quad 0{,}32 \quad 0{,}22}\right] / 3 = \left[3{,}13 \quad 3{,}08 \quad 3{,}06\right] / 3 = 3{,}09$$

Kemiringan melintang

$\lambda_{\text{kemiringan melintang permukaan}} =$

permukaan:

$$\begin{Bmatrix} 1{,}0 & 1{,}7 & 4{,}5 \\ 0 & 1 & 3 \\ 0{,}5 & 1{,}0 & 1{,}2 \end{Bmatrix} \times \begin{Bmatrix} 0{,}5 \\ 7 \\ 0{,}2 \end{Bmatrix} = \begin{Bmatrix} 1{,}7 \\ 8 \\ 0{,}8 \end{Bmatrix} \qquad \begin{bmatrix} 1{,}78 & 0{,}80 & 0{,}51 \\ \hline 0{,}57 & 0{,}26 & 0{,}17 \end{bmatrix} /3 = \begin{bmatrix} 3{,}12 & 3{,}05 & 3{,}04 \end{bmatrix} /3 = 3{,}07$$

$$\begin{matrix} 8 & 0 & 1 & 6 & 0 \\ 0{,}2 & 0{,}8 & 1{,}0 & 0{,}1 & 0{,}5 \\ 2 & 3 & 0 & 7 & 1 \end{matrix}$$

Dari hasil perkalian matrik *pairwise comparison* alternatif pengelolaan dengan bobot lokalnya pada tiap subkriteria yang ditinjau , didapatkan $\lambda_{max} = 3{,}09$.

$$CR = \frac{3{,}09 - 3{,}0}{(3{,}0 - 1) \times 0{,}58} = 0{,}077$$

Hasil analisis uji konsistensi matrik *pairwise comparison* adalah CR = 0,077<0,10; yang mengindikasikan bahwa perhitungan bobot prioritas perbandingan tingkat kepentingan antar subkriteria terhadap kriteria TNJ dapat dipertanggungjawabkan. Validasi selanjutnya adalah membandingkan pola konsistensi jawaban responden terhadap penilaian perbandingan tingkat kepentingan antar subkriteria terhadap kriteria TNJ, sebagaimana ditunjukkan dalam Tabel 4.124.

Tabel 4.124. Pola konsistensi jawaban responden terhadap matrik *pairwise comparison* antar subkriteria yang mempengaruhi kriteria TNJ

sisi kiri lebih penting ← Tengah (angka 1) : sama penting → sisi kanan lebih penting

Sub Kriteria	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Sub Kriteria
Kondisi Kerataan Permukaan					●	√												Kondisi Kekesatan Permukaan
Kondisi Kerataan Permukaan								√ ●										Kemiringan Melintang Permukaan
Kondisi Kekesatan Permukaan										√	●							Kemiringan Melintang Permukaan

Keterangan: √ = hasil analisis matematis; ● = pola konsistensi jawaban responden

Hasil pengamatan pola konsistensi jawaban responden (Tabel 4.124) adalah sebagai berikut :

a) pola konsistensi jawaban responden memiliki kecenderungan yang sama dengan hasil analisis matrik *pairwise comparison*, subkriteria kondisi kerataan permukaan dan kemiringan melintang sebagai variabel penting untuk menilai kondisi kenyamanan jalan; dan

b) diamati dari perbandingan tingkat kepentingannya, menunjukkan konsistensi responden :

(i) kondisi kerataan permukaan > kemiringan melintang permukaan;

(ii) kemiringan melintang permukaan > kondisi kekesatan permukaan;

(iii) kondisi kerataan permukaan > kondisi kekesatan permukaan..

Dengan demikian pola konsistensi jawaban responden yang terbentuk adalah daya kondisi kerataan permukaan > kondisi kemiringan melintang permukaan > kondisi kekesatan permukaan, yang direpresentasikan dalam Tabel 4.119, yaitu: (i) Kondisi Kerataan Permukaan sebesar 50,8%; (ii) Kemiringan Melintang Permukaan sebesar 33,7%; dan (iii) Kondisi Kekesatan Permukaan sebesar 15,5%.

Hasil analis tersebut sangat relevan dengan hasil riset yang dikembangkan Bennett *et al*. (2007) yang melakukan evaluasi teknis terhadap kinerja perkerasan jalan di 21 negara Asia Pasifik (termasuk Indonesia). Kesimpulan yang diperoleh adalah yang menyimpulkan bahwa 9 (sembilan) negara (termasuk Indonesia) dari 21 negara tersebut memiliki nilai indek kerataan permukaan perkerasan (IRI) yang melebihi ambang batas kritis kategori sedang atau lebih besar 7,0 m/km, artinya sebagian besar performansi ruas jalan dinyatakan dalam kagori rusak ringan dan berat. Nilai IRI yang makin besar berawal dari terjadinya beberapa tipe kerusakan struktural yang menyebar pada luasan perkerasan per kilometer panjang jalan, oleh Paterson (1987) dalam Gedafa (2006) disebutkan nilai IRI sebagai indikator kumulatif dari dampak dari kerusakan *potholes, rutting, cracking, deformation, ravelling,* dan *shoving*. Makin besar nilai IRI maka makin turun tingkat kenyamanan jalan. Beberapa indikasi ketidaknyamanan jalan akibat kenaikan nilai IRI adalah: (i) penurunan kecepatan perjalanan; (ii) pengemudi kendaraan merasa tidak ada *safety* dalam perjalanannya; (iii) biaya operasi kendaraan makin naik; (iv) waktu perjalanan makin lama; (v) kerusakan kendaraan makin bertambah. Implikasi nilai IRI sebagai indikator dalam mengukur dan memprediksi tingkat kenyamanan jalan banyak dilakukan di negara berkembang seperti Indonesia karena proses dan metode pengukurannya mudah dilakukan dan hasil ukurnya mudah dianalisis. Namun demikian di beberapa negara yang sudah maju seperti New Zealand, Swedia, Inggris, dan Amerika, indikator kenyamanan jalan dinyatakan dalam indek kekesatan permukaan perkerasan yang dikur dalam *rating* SCRIM. Evaluasi kondisi kekesatan hanya dilakukan pada permukaan perkerasan yang sudah rata (tidak ada kerusakan struktural permukaan),

yang diukur adalah gaya gesek (*rideway-force coefficient*) antara roda kendaraan dengan permukaan perkerasan. Hasil riset TNZ (2002.b) menyebutkan bahwa batas minimal *rating* SCRIM sebesar 0,30 yang mengindikasikan bahwa nilai kekesatan permukaan jalan memberikan gaya gesekan yang rendah antara roda kendaraan dengan permukaan perkerasan. Kondisi *rating* SCRIM sebesar 0,30 ini terjadi pada saat tigaperempat umur pelayanan jalan. Jika dibandingkan dengan evaluasi kenyamanan jalan dengan nilai IRI, maka evaluasi dengan *rating* SCRIM ini memiliki kelebihan, yaitu nilai SCRIM yang tinggi lebih menggambarkan kemungkinan resiko fatalitas terjadinya kecelakaan kendaraan akibat selip. Namun demikian ada beberapa kekurangan evaluasi rating SCRIM (indek kekesatan permukaan) dibandingkan dengan nilai IRI (indek kerataan permukaan), yaitu: (i) biaya pengukurannya untuk tiap kilometer panjang jalan lebih mahal, kira-kira tiga kali lipatnya; (ii) tidak dapat dilakukan pada permukaan jalan yang mengalami kerusakan berat, misalnya di atas *potholes,* deformasi, *rutting* karena pengukurannya hanya dilakukan di atas permukaan jalan yang rata; (iii) proses dan metode pengukurannya lebih sulit karena memerlukan alat pendukung kendaraan roda empat yang mampu berjalan dengan kecepatan minimal 80 km/jam serta hasil data ukurnya tidak langsung dibaca di lapangan; (iv) jadwal pengukuran hanya dilakukan pada saat musim hujan untuk melihat pengaruh waktu basah perkerasan terhadap *rating* SCRIM; (v) tidak banyak dimplementasikan di negara berkembang seperti Indonesia karena masih keterbatasan sumber daya; (vi) tersebarnya jaringan jalan di beberapa wilayah kepulauan sehingga memerlukan penyeragaman pengukuran yang sederhana tetapi sudah cukup memberikan informasi kinerja perkerasan. Satu hal lagi yang perlu dipertimbangkan dalam tingkat kenyamanan jalan adalah kondisi kemiringan melintang permukaan jalan. Batasan kemiringan melintang permukaan jalan digunakan untuk memberikan proses percepatan aliran air limpasan menuju ke sistem darinase permukaan agar air tersebut tidak menggenang di atas perkerasan sehingga tidak memberikan kesempatan air untuk merembes ke dalam pori-pori yang ada di antara retak atau menerobos lubang (*potholes*) permukaannya. Makin kecil kemiringan melintang permukaan jalan maka makin mempercepat kecenderungan kerusakan struktural perkerasannya, namun sebaliknya makin besar kemiringan melintangnya maka makin mudah air mengalir dan makin kecil kecenderungan kerusakannya. Oleh karenanya perlu ada batasan besaran kemiringan melintang permukaan perkerasannya. Indikasi ketidaknyamanan

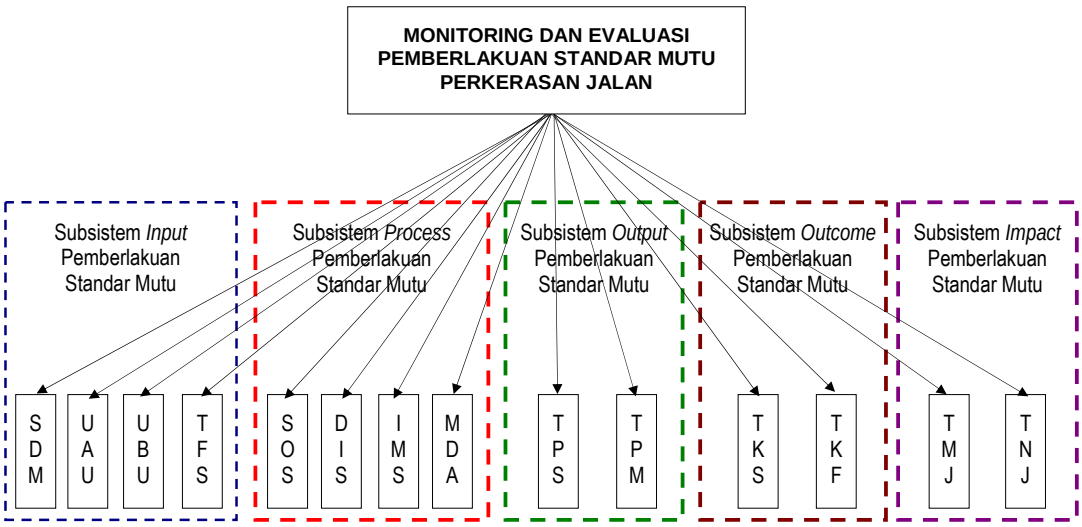
dari aspek kemiringan melintang permukaan jalan adalah terjadinya genangan air sehingga menurunkan kecepatan perjalanan dan ketidakpastian rasa *safety* bagi pengemudi walaupun kondisi perkerasannya belum mengalami kerusakan struktural. Dari uraian tersebut kiranya dapat diterima jika prioritas pertimbangan subkriteria Kondisi Kerataan Permukaan memiliki bobot yang lebih besar daripada subkriteria Kemiringan Melintang Permukaan dan Kondisi Kekesatan Permukaan karena kondisi kerataan permukaan lebih menggambarkan detail naik turunnya permukaan perkerasan akibat berbagai macam pengaruh tipe kerusakan struktural yang terjadi dalam tinjauan tiap kilometer panjang jalan.

Selain bobot perbandingan tingkat kepentingan antar subkriteria, hasil analisis juga menyimpulkan urutan prioritas pertimbangan terhadap alternatif pengelolaan perkerasan jalan ditinjau dari pengaruh kriteria TNJ dalam pemberlakuan standar mutu, yaitu: (i) pembangunan perkerasan jalan baru memiliki prioritas sebesar 46,3%; (ii) diikuti peningkatan perkerasan jalan sebesar 31,1%; dan (iii) pemeliharaan perkerasan jalan sebesar 22,6%. Sebagaimana dijelaskan sebelumnya bahwa pembangunan perkerasan jalan baru harus mampu meletakkan dasar konstruksi pertama jalan mulai beroperasi sampai mencapai umur pelayanan yang ditargetkan. Jika hasil pembangunan perkerasan jalan baru mencapai mutu yang sesuai standar mutunya maka akan mereduksi kerusakan struktural yang terjadi selama umur pelayanan. Sebaliknya tidak tercapainya mutu saat pembangunan perkerasan baru akan berdampak terjadinya kerusakan dini di awal umur pelayanan seperti penurunan permukaan (deformasi), terbentuknya lubang-lubang permukaan (*potholes*), terjadinya *block* dan *alligator cracking*, terbentuknya *rutting* dan *ravelling*, yang pada akhirnya berdampak pada penurunan tingkat kemantapan dan kenyamanan bagi pengguna jalan. Hasil analisis tersebut sangat mendukung beberapa riset yang pernah dilakukan oleh Paterson (2007.b), Drakos (2007), Lawson *et al*. (2007), yang pada prinsipnya menyebutkan bahwa aspek kenyamanan jalan lebih ditentukan bagaimana kinerja (performansi) perkerasan hasil pembangunan jalan baru sejak beroperasi sampai sepertiga dari umur pelayanan yang ditargetkan. Pada rentang waktu tersebut sangat menentukan bentuk performansi perkerasan yang terjadi. Performansi perkerasan buruk berarti ada penurunan daya dukung sehingga timbul kerusakan struktural dan fungsional, hal ini akan lebih parah jika kemiringan melintang permukaan jalan tidak mampu mempercepat aliran air limpasan menuju sistem drainase permukaan. Kondisi

performansi yang buruk ini memerlukan percepatan program peningkatan dan atau pemeliharaan berkala perkerasan jalan lama. Dengan demikian dari uraian tersebut kiranya masih dapat diterima jika prioritas pertimbangan aspek tingkat kenyamanan jalan pada program pembangunan perkerasan jalan baru memiliki bobot yang lebih besar daripada program peningkatan dan atau pemeliharaan berkala.

17. Perbandingan tingkat kepentingan antar kriteria (faktor) terhadap subsistem pemberlakuan standar mutu perkerasan jalan

Gambar 4.237 menyajikan model hierarki elemen dalam menganalisis bobot perbandingan tingkat kepentingan antar kriteria terhadap pemberlakuan standar mutu perkerasan jalan. Tabel 4.125 menyajikan hasil matrik *pairwise comparison* antar kriteria yang mendasarkan pada metode AHP, sebagaimana ditunjukkan dalam Gambar 3.9.



Keterangan:

SDM	=	Sumber Daya Manusia	MDA	=	Manajemen Data
UAU	=	Utilisasi Alat Uji	TPS	=	Tingkat Pencapaian Sosialisasi
UBU	=	Utilisasi Bahan Uji	TPM	=	Tingkat Pencapaian Mutu
TFS	=	Tampilan Format Standar	TKS	=	Tingkat Kekuatan Struktural
SOS	=	Sosialisasi Standar Mutu	TKF	=	Tingkat Kekuatan Fungsional
DIS	=	Distribusi Standar Mutu	TMJ	=	Tingkat Kemantapan Jalan
IMS	=	Implementasi Standar Mutu	TNJ	=	Tingkat Kenyamanan Jalan

Gambar 4.237. Model hierarki kriteria terhadap pemberlakuan standar mutu perkerasan jalan

Tabel 4.125. Matrik perbandingan tingkat kepentingan antar kriteria terhadap pemberlakuan standar mutu perkerasan jalan

Kriteria	SDM	UAU	UBU	TFS	SOS	DIS	IMS	MDA	TPS	TPM	TKS	TKF	TMJ	TKJ
SDM	1,00	2,68	2,15	2,27	2,42	2,27	2,35	2,43	1,96	1,98	1,84	2,01	1,90	1,81
UAU	1,43	1,00	1,51	0,97	1,06	1,08	1,18	1,41	0,94	0,87	0,93	0,78	1,58	1,08
UBU	1,64	0,78	1,00	0,81	0,83	0,82	0,70	1,17	0,83	0,92	0,75	0,79	0,93	1,21
TFS	0,61	0,83	0,63	1,00	0,81	0,35	0,50	0,32	0,35	0,22	0,38	0,40	0,29	0,32
SOS	1,79	1,68	1,43	0,99	1,00	1,10	0,95	1,20	0,88	0,87	0,96	1,07	0,91	1,33
DIS	0,40	0,50	0,52	0,56	0,48	1,00	0,42	0,30	0,18	0,30	0,33	0,27	0,55	0,41
IMS	1,10	0,97	1,26	0,85	1,42	0,83	1,00	0,78	0,60	0,60	0,62	0,80	0,71	0,75
MDA	0,54	0,38	0,45	0,68	0,59	0,58	0,64	1,00	0,55	0,25	0,28	0,32	0,31	0,34
TPS	1,62	1,42	1,15	1,22	1,59	1,39	1,45	1,05	1,00	1,00	0,65	0,95	0,72	0,92
TPM	2,12	2,12	1,52	2,08	2,13	1,63	1,93	2,08	1,40	1,00	1,17	1,19	1,34	1,09
TKS	1,66	1,48	1,35	1,14	1,43	1,29	1,49	1,65	1,65	1,32	1,00	0,93	1,11	0,94
TKF	1,01	1,53	0,90	0,78	0,87	0,97	0,81	1,08	0,79	1,03	0,95	1,00	0,50	0,47
TMJ	1,44	0,78	1,00	1,02	1,41	0,91	1,20	1,41	1,38	1,01	0,93	1,35	1,00	1,13
TKJ	1,36	0,75	0,47	0,96	0,54	0,72	0,81	0,98	0,76	1,18	0,88	1,14	0,56	1,00

Tabel 4.126. Matrik perhitungan bobot global perbandingan tingkat kepentingan antar kriteria terhadap pemberlakuan standar mutu perkerasan jalan

Kriteria	SDM	UAU	UBU	FTS	SOS	DIS	IMS	MDA	TPS	TPM	TKS	TKF	TMJ	TNJ	Jmlh	Bobot pioritas
SDM	0,06	0,16	0,14	0,15	0,15	0,15	0,15	0,14	0,15	0,16	0,16	0,15	0,15	0,14	2,01	15,10
UAU	0,08	0,06	0,10	0,06	0,06	0,07	0,08	0,08	0,07	0,07	0,08	0,06	0,13	0,08	1,09	7,90
UBU	0,09	0,05	0,07	0,05	0,05	0,05	0,05	0,07	0,06	0,07	0,06	0,06	0,07	0,09	0,91	6,40
FTS	0,03	0,05	0,04	0,07	0,05	0,02	0,03	0,02	0,03	0,02	0,03	0,03	0,02	0,02	0,47	3,10
SOS	0,10	0,10	0,09	0,06	0,06	0,07	0,06	0,07	0,07	0,07	0,08	0,08	0,07	0,10	1,10	8,00
DIS	0,02	0,03	0,03	0,04	0,03	0,07	0,03	0,02	0,01	0,02	0,03	0,02	0,04	0,03	0,43	2,80
IMS	0,06	0,06	0,08	0,06	0,09	0,06	0,06	0,05	0,05	0,05	0,05	0,06	0,06	0,06	0,83	5,90
MDA	0,03	0,02	0,03	0,04	0,04	0,04	0,04	0,06	0,04	0,02	0,02	0,02	0,02	0,03	0,46	3,00
TPS	0,09	0,08	0,07	0,08	0,10	0,09	0,09	0,06	0,08	0,08	0,06	0,07	0,06	0,07	1,09	7,90
TPM	0,12	0,13	0,10	0,14	0,13	0,11	0,12	0,12	0,11	0,08	0,10	0,09	0,11	0,08	1,54	11,20
TKS	0,09	0,09	0,09	0,07	0,09	0,09	0,10	0,10	0,12	0,11	0,09	0,07	0,09	0,07	1,26	9,00
TKF	0,06	0,09	0,06	0,05	0,05	0,06	0,05	0,06	0,06	0,08	0,08	0,08	0,04	0,04	0,87	6,00
TMJ	0,08	0,05	0,07	0,07	0,09	0,06	0,08	0,08	0,10	0,08	0,08	0,10	0,08	0,09	1,10	7,80
TNJ	0,08	0,04	0,03	0,06	0,03	0,05	0,05	0,06	0,06	0,09	0,07	0,09	0,05	0,08	0,84	5,90
Total															14,00	100,00

Dari Tabel 4.126 dapat ditentukan bobot perbandingan tingkat kepentingan antar kriteria terhadap pemberlakuan standar mutu perkerasan jalan yang masih memerlukan pembuktian konsistensinya, yaitu: (i) Sumber Daya Manusia (SDM) pengendali mutu sebesar 15,10%; (ii) Utilisasi Alat Uji (UAU) sebesar 7,90%; (iii) Utilisasi Bahan Uji (UBU) sebesar 6,40%; (iv) Tampilan Format Standar (TFS) sebesar 3,10%; (v) Sosialisasi Standar Mutu (SOS) sebesar 8,00%; (vi) Distribusi

Standar Mutu (DIS) sebesar 2,80%; (vii) Implementasi Standar Mutu (IMS) sebesar 5,90%; (viii) Manajemen Data (MDA) sebesar 3,00%; (ix) Tingkat Pencapaian Mutu (TPM) sebesar 11,20%; (x) Tingkat Pencapaian Sosialisasi (TPS) sebesar 7,90%; (xi) Tingkat Kekuatan Struktural (TKS) sebesar 9,00%; (xii) Tingkat Kekuatan Fungsional (TKF) sebesar 6,00%; (xiii) Tingkat Kemantapan Jalan (TMJ) sebesar 7,80%; dan (xiv) Tingkat Kenyamanan Jalan (TNJ) sebesar 5,90%. *Consistency index* (CI) dapat dianalisis dengan langkah-langkah sebagai berikut:

pairwise comparison: bobot :

$$\begin{Bmatrix} 1{,}00 & 2{,}68 & 2{,}15 & 2{,}27 & 2{,}42 & 2{,}27 & 2{,}35 & 2{,}43 & 1{,}96 & 1{,}98 & 1{,}84 & 2{,}01 & 1{,}90 & 1{,}81 \\ 1{,}43 & 1{,}00 & 1{,}51 & 0{,}97 & 1{,}06 & 1{,}08 & 1{,}18 & 1{,}41 & 0{,}94 & 0{,}87 & 0{,}93 & 0{,}78 & 1{,}58 & 1{,}08 \\ 1{,}64 & 0{,}78 & 1{,}00 & 0{,}81 & 0{,}83 & 0{,}82 & 0{,}70 & 1{,}17 & 0{,}83 & 0{,}92 & 0{,}75 & 0{,}79 & 0{,}93 & 1{,}21 \\ 0{,}61 & 0{,}83 & 0{,}63 & 1{,}00 & 0{,}81 & 0{,}35 & 0{,}50 & 0{,}32 & 0{,}35 & 0{,}22 & 0{,}38 & 0{,}40 & 0{,}29 & 0{,}32 \\ 1{,}79 & 1{,}68 & 1{,}43 & 0{,}99 & 1{,}00 & 1{,}10 & 0{,}95 & 1{,}20 & 0{,}88 & 0{,}87 & 0{,}96 & 1{,}07 & 0{,}91 & 1{,}33 \\ 0{,}40 & 0{,}50 & 0{,}52 & 0{,}56 & 0{,}48 & 1{,}00 & 0{,}42 & 0{,}30 & 0{,}18 & 0{,}30 & 0{,}33 & 0{,}27 & 0{,}55 & 0{,}41 \\ 1{,}10 & 0{,}97 & 1{,}26 & 0{,}85 & 1{,}42 & 0{,}83 & 1{,}00 & 0{,}78 & 0{,}60 & 0{,}60 & 0{,}62 & 0{,}80 & 0{,}71 & 0{,}75 \\ 0{,}54 & 0{,}38 & 0{,}45 & 0{,}68 & 0{,}59 & 0{,}58 & 0{,}64 & 1{,}00 & 0{,}55 & 0{,}25 & 0{,}28 & 0{,}32 & 0{,}31 & 0{,}34 \\ 1{,}62 & 1{,}42 & 1{,}15 & 1{,}22 & 1{,}59 & 1{,}39 & 1{,}45 & 1{,}05 & 1{,}00 & 1{,}00 & 0{,}65 & 0{,}95 & 0{,}72 & 0{,}92 \\ 2{,}12 & 2{,}12 & 1{,}52 & 2{,}08 & 2{,}13 & 1{,}63 & 1{,}93 & 2{,}08 & 1{,}40 & 1{,}00 & 1{,}17 & 1{,}19 & 1{,}34 & 1{,}09 \\ 1{,}66 & 1{,}48 & 1{,}35 & 1{,}14 & 1{,}43 & 1{,}29 & 1{,}49 & 1{,}65 & 1{,}65 & 1{,}32 & 1{,}00 & 0{,}93 & 1{,}11 & 0{,}94 \\ 1{,}01 & 1{,}53 & 0{,}90 & 0{,}78 & 0{,}87 & 0{,}97 & 0{,}81 & 1{,}08 & 0{,}79 & 1{,}03 & 0{,}95 & 1{,}00 & 0{,}50 & 0{,}47 \\ 1{,}44 & 0{,}78 & 1{,}00 & 1{,}02 & 1{,}41 & 0{,}91 & 1{,}20 & 1{,}41 & 1{,}38 & 1{,}01 & 0{,}93 & 1{,}35 & 1{,}00 & 1{,}13 \\ 1{,}36 & 0{,}75 & 0{,}47 & 0{,}96 & 0{,}54 & 0{,}72 & 0{,}81 & 0{,}98 & 0{,}76 & 1{,}18 & 0{,}88 & 1{,}14 & 0{,}56 & 1{,}00 \end{Bmatrix} \text{X} \begin{Bmatrix} 0{,}15 \\ 0{,}08 \\ 0{,}06 \\ 0{,}03 \\ 0{,}08 \\ 0{,}03 \\ 0{,}06 \\ 0{,}03 \\ 0{,}08 \\ 0{,}11 \\ 0{,}09 \\ 0{,}06 \\ 0{,}08 \\ 0{,}06 \end{Bmatrix} = \begin{Bmatrix} 1{,}96 \\ 1{,}14 \\ 0{,}99 \\ 0{,}50 \\ 1{,}20 \\ 0{,}41 \\ 0{,}89 \\ 0{,}45 \\ 1{,}17 \\ 1{,}61 \\ 1{,}34 \\ 0{,}92 \\ 1{,}16 \\ 0{,}91 \end{Bmatrix}$$

Menghitung λ dari masing-masing kriteria :

$$\lambda = \left[\frac{1{,}96 \;\; 1{,}14 \;\; 0{,}99 \;\; 0{,}50 \;\; 1{,}20 \;\; 0{,}41 \;\; 0{,}89 \;\; 0{,}45 \;\; 1{,}17 \;\; 1{,}61 \;\; 1{,}34 \;\; 0{,}92 \;\; 1{,}16 \;\; 0{,}91}{0{,}15 \;\; 0{,}08 \;\; 0{,}06 \;\; 0{,}03 \;\; 0{,}08 \;\; 0{,}03 \;\; 0{,}06 \;\; 0{,}03 \;\; 0{,}08 \;\; 0{,}11 \;\; 0{,}09 \;\; 0{,}06 \;\; 0{,}08 \;\; 0{,}06} \right] / 14$$

$$= [12{,}97 \;\; 14{,}40 \;\; 15{,}50 \;\; 16{,}00 \;\; 14{,}94 \;\; 14{,}67 \;\; 15{,}06 \;\; 15{,}07 \;\; 14{,}80 \;\; 14{,}39 \;\; 14{,}93 \;\; 15{,}34 \;\; 14{,}82 \;\; 15{,}36] / 14 = 14{,}88$$

$$\textit{Consistency index } (CI) = \frac{14{,}88 - 14}{(14 - 1)} = 0{,}080$$

$$\textit{Consistency Ratio } (CR) = \frac{CI}{1{,}57} = \frac{0{,}080}{1{,}57} = 0{,}0429$$

Hasil analisis uji konsistensi matrik *pairwise comparison* adalah CR = 0,0429<0,10; yang mengindikasikan bahwa perhitungan bobot prioritas perbandingan tingkat kepentingan antar kriteria terhadap pemberlakuan standar mutu perkerasan jalan dapat dipertanggungjawabkan. Validasi terhadap pola konsistensi jawaban responden menunjukkan kecenderungan yang sama dengan hasil analisis matrik *pairwise comparison* antar kriteria dalam pemberlakuan standar mutu.

Dengan demikian pemberlakuan standar mutu perkerasan jalan dipengaruhi oleh bobot prioritas perbandingan tingkat kepentingan 14 kriteria sebagaimana dapat dilihat dalam Tabel 4.126, yang secara berurutan bobot prioritasnya adalah: (i) 15.1% kriteria SDM pengendali mutu; (ii) 11,2% kriteria TPM; (iii) 9,0% kriteria TKS; (iv) 8,0% kritera SOS; (v) 7,9% masaing-masing kriteria UAU dan TPS; (vi) 7,8% kriteria

TMJ; (vii) 6,4% kriteria UBU; (viii) 6,0% kriteria TKF; (ix) 5,9% masing-masing kriteria IMS dan TNJ; (x) 3,1% kriteria TFS; (xi) 3,0% kriteria MDA; dan (xii) 2,8% kriteria DIS.

Ditinjau secara urutan bobot tersebut, hasil analisis sangat relevan dengan teori total manajemen mutu yang dikembangkan Goetsch & Davis (2002), yang menyebutkan bahwa pengendalian mutu dalam suatu rangkaian sistem pekerjaan fisik lebih memfokus (mengerucut) ke arah aspek sumber daya (manusia, peralatan, bahan, *stakeholder* atau kelembagaan).

Kunci sukses terletak pada kualitas manusia yang handal (sebagai *input* manajemen) untuk mencapai hasil pekerjaan dengan mutu yang maksimal (sebagai *ouput* manajemen) yang pada akhirnya dapat mencapai daya guna dan daya manfaat yang sebesar-besarnya dari hasil pekerjaan (sebagai *outcome* manajemen), selanjutnya semuanya tersebut akan bermuara pada dampak dari hasil pekerjaan terhadap perubahan sistem yang sudah ada (sebagai *impact* manajemen). Untuk mencapai *output* dan *outcome* yang baik sehingga meningkatkan dampak positip yang baik, maka diperlukan proses yang sistematis dengan melibatkan *stakeholder* terkait. Berkaitan dengan pendapat Goetsch & Davis (2002) tersebut, hasil analisis menggambarkan konvergensi ke arah 4 (empat) aspek yang memiliki bobot terbesar yang masing-masing merepresentasikan subsistem dalam urutan total manajemen mutu, yang dimulai dari kriteria sumber daya manusia pengendali mutu (bagian dari subsistem *input*) sebesar 15,1%; diikuti kriteria pencapaian mutu perkerasan jalan (bagian subsistem *output*) sebesar 11,2%; kemudian dimonitor kriteria aspek kekuatan struktural perkerasannya pada awal umur pelayanannya (bagian subsistem *outcome*) sebesar 9,0% dan dievaluasi aspek kemantapannya setelah satu tahun jalan beroperasi (bagian subsistem *impact*) sebesar 7,8%. Semua langkah sistem ini didukung oleh aspek sosialisasi pemberlakuan standar mutu (bagian subsistem proses) sebesar 7,9%.

Hasil analisis tersebut juga mendukung riset Donald & Harvey (2006) yang menyimpulkan bahwa semua langkah manajemen mutu dalam suatu sistem sangat ditentukan faktor SDM pengendali mutu yang harus memiliki pendidikan, pengetahuan, keterampilan, motivasi, etika dan pengalaman profesi. Selanjutnya indikator untuk mengukur keberhasilannya adalah sejauh mana pencapaian mutu terealisasi sesuai standar mutu yang digunakan dan berapa besar dampak positip yang terjadi akibat pencapaian mutu tersebut. Soenarno (2006) dan Agah (2003) telah

merumuskan paket kebijakan untuk mencapai mutu jalan yang baik, dengan menetapkan faktor SDM pengendali mutu sebagai faktor pengaruh yang paling dominan dalam implementasi standar mutu, sedangkan faktor peralatan dan bahan maupun teknologi akan berdaya guna jika manusianya sudah memiliki motivasi kuat untuk mengubah, mengolah dan menerapkannya dengan tepat sesuai standar mutu. Soenarno (2006) menyatakan ada dua indikator penting untuk menilai daya guna SDM pengendali mutu dalam implementasi standar mutu pengelolaan jalan, yaitu ketepatan mutu dalam implementasi prosedur standar mutu dan pencapaian mutu jalan agar memiliki kekuatan struktural dan fungsional selama umur pelayanan. Namun demikian, konsep yang disimpulkan oleh Soenarno (2006), Agah (2003) maupun Donald & Harvey (2006) tidak dapat digunakan untuk menilai keberhasilan kualitas pengelolaan perkerasan jalan secara menyeluruh pada semua elemen yang berpengaruh secara langsung terhadap pencapaian totalitas mutu perkerasan jalan.

Schliessler & Bull (2005) telah melakukan riset tentang *road network management* yang dilakukan di beberapa negara Amerika Latin dan Caribbean, yang menyimpulkan bahwa manajemen mutu perkerasan jalan merupakan kegiatan yang bersifat sistemik yang terdiri atas urutan subsistem secara menyeluruh dalam suatu lingkaran tertutup yang didalamnya ada subsistem *input–output–outcome–impact*. Keberhasilan implementasi standar mutu tidak hanya dilihat dari subsistem input saja (misalnya SDM pengendali mutu dan teknologi) atau dari subsistem *outcome* saja (misalnya daya dukung perkerasan) tetapi harus dilihat dari semua elemen yang menyusun tiap tahapan subsistem dalam suatu pemikiran yang hierarkis dan sistematis. Hasil penelitian yang disajikan dalam Tabel 4.126 ini lebih menekankan bahwa menilai keberhasilan implementasi standar mutu dilakukan secara divergensi (tidak mengerucut) pada semua aspek dan variabel yang berpengaruh secara langsung dari tahap awal sampai tahap operasional jalan. Berkaitan dengan konsep hierarki dalam Gambar 4.237 tersebut, Schliessler & Bull (2005) juga mempertegas hasil risetnya bahwa tiap subsistem memiliki elemen-elemen penting yang harus dapat diukur dalam implementasi standar mutu, misalnya subsistem *input* memiliki elemen manusia (*engineer*), teknologi (alat dan material) dan metode kerja (standar mutu). Subsistem *outcome* memiliki elemen kekuatan struktural dan fungsional dan subsistem *impact* memiliki elemen kemantapan dan kenyamanan jalan, sehingga tiap elemen tersebut memberikan konstribusi keberhasilan pencapaian mutu.

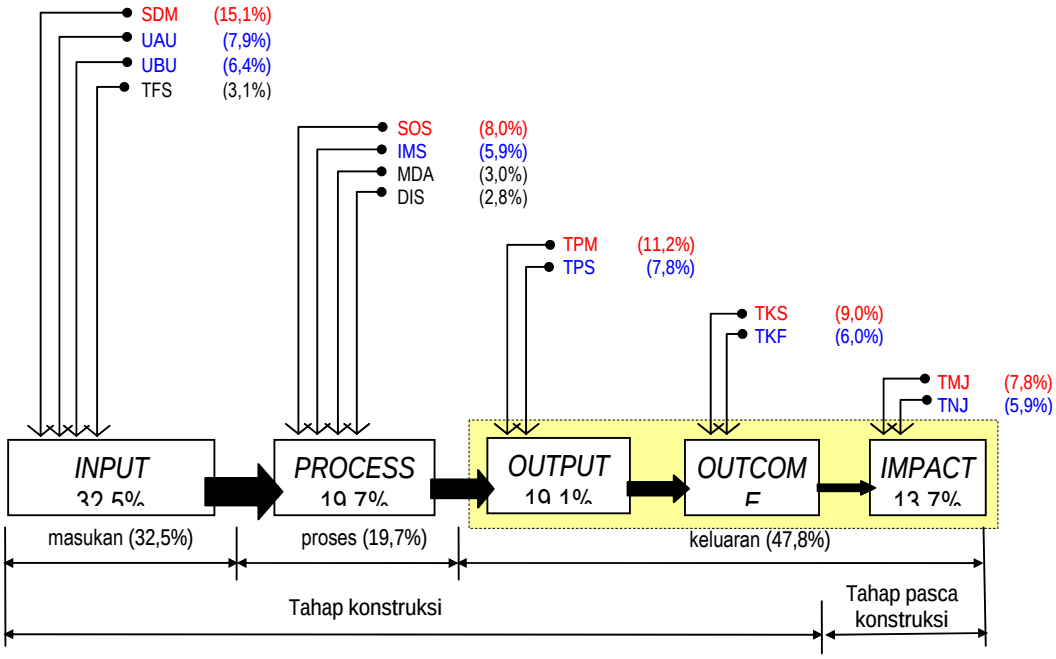
Hasil riset Schliesler & Bull (2005) tersebut diperkuat oleh Paterson (2007) yang bersama-sama dengan Bennett *et al*. (2007) dalam penelitiannya tentang *data collection technologies for road management*, yang menyatakan bahwa monitoring dan evaluasi performansi permukaan perkerasan jalan harus dilakukan pada dua dimensi waktu yang berbeda, yaitu: (i) dimensi waktu sebelum jalan beroperasi yang meliputi bagaimana pengendalian mutu dilakukan pada saat persiapan, pelaksanaan dan pengawasan terhadap peningkatan dan pemeliharaannya; (ii) dimensi waktu sesudah jalan beroperasi terutama pada saat satu tahun pertama jalan dibuka yang meliputi bagaimana kondisi kemantapan dan kenyamanannya. Tiap dimensi waktu tersebut memiliki tahapan evaluasi yang berbeda-beda, misalnya dimensi waktu setelah jalan dibuka lebih melihat pada aspek *outcome* (manfaat) dan *impact* (dampak) dari implementasi standar mutunya. Sedangkan pada dimensi waktu sebelum jalan beroperasi lebih melihat pada aspek *input* dan *output* dari implementasi standar mutunya. Dengan demikian makin jelas bahwa monitoring dan evaluasi pemberlakuan standar mutu harus dilihat dalam kaca mata divergensi yang luas terhadap semua aspek (faktor) beserta elemennya dalam suatu sistem hierarki yang sistematis.

Berdasarkan sistem hierarki tersebut, maka dapat dicermati hasil analisis pembobotan tiap subsistem manajemen totalitas mutu perkerasan jalan sebagaimana sudah disajikan dalam Tabel 4.126, adalah: (i) bobot subsistem *input* 32,5% yang terdiri atas: 15,1% sumber daya manusia pengendali mutu; 7,9% utilisasi alat uji; 6,4% utilisasi bahan uji; dan 3,1% tampilan format standar; (ii) bobot subsistem proses 19,7% yang terdiri atas: 8,0% sosialisasi standar mutu; 2,8% distribusi standar mutu; 5,9% implementasi standar mutu; dan 3,0% manajemen data; (iii) bobot subsistem *output* 19,1% yang terdiri atas: 11,2% tingkat pencapaian mutu dan 7,9% tingkat pencapaian sosialisasi; (iv) bobot subsistem *outcome* 15,0% yang terdiri atas: 9,0% tingkat kekuatan struktural dan 6,0% tingkat kekuatan fungsional; dan (v) bobot subsistem *impact* 13,7% yang terdiri atas 7,8% tingkat kemantapan jalan dan 5,9% tingkat kenyamanan jalan.

Jika dibandingkan dengan teori manajemen proyek yang dikembangkan Smith (1996) disebutkan bahwa dalam mengelola elemen sumber daya menjadi hasil pekerjaan yang berdaya guna dalam suatu lingkaran manajemen maka diperlukan tahapan proses pengelolaan yang efisien dan efektif untuk menghasilkan proporsi

keluaran hasil yang jauh lebih besar daripada proporsi *input*. Untuk memahami teori Smith (1996) tersebut, hasil penelitian pembobotan kepentingan antar kriteria (elemen) dalam subsistem manajemen mutu perkerasan jalan dapat dicermati dalam Gambar 4.238, yang menyebutkan bahwa subsistem masukan (*input*) dan pengelolaan (proses) masing-masing memiliki bobot 32,5% dan 19,7% yang selanjutnya mampu menghasilkan subsistem keluaran (*output – outcome – impact*) sebesar 47,8%. Model ini mengindikasikan bahwa proporsi keluaran dalam sistem manajemen mutu tersebut lebih dua kali lipat daripada subsistem proses atau hampir mendekati jumlah proporsi *input* dan proses. Dari Gambar 4.238 dapat dilihat secara konvergensi bahwa: (i) subsistem *input* lebih didominasi oleh kriteria Sumber Daya Manusia pengendali mutu (15,1%); (ii) subsistem proses lebih didominasi oleh kriteria Sosialisasi Standar Mutu (8,0%); (iii) subsistem keluaran, yang terdiri atas: *output* didominasi kriteria Tingkat Pencapaian Mutu (11,2%), *outcome* didominasi kriteria Tingkat Kekuatan Struktural (9,0%), dan *impact* didominasi kriteria Tingkat Kemantapan Jalan (7,8%).

Dari Gambar 4.238 dapat dicatat beberapa fenomena majamemen mutu perkerasan jalan yang sangat penting terutama transisi dari subsistem *process* menuju subsistem *output*. Pada subsistem *process* pemberlakuan standar mutu, terjadi proses diseminasi atau sosialisasi (SOS) substansi standar mutu (8,0%; dominan) dan proses penerapan standar mutu yang merupakan gabungan dari IMS (5,9%), MDA (3,0%) dan DIS (2,8%). Pada subsistem *output* pemberlakuan standar mutu, tingkat pencapaian mutu (TPM) merupakan representasi dari proses penerapan standar mutu (IMS, MDA, DIS) pada subsistem *process*, sehingga TPM memiliki bobot yang lebih dominan daripada TPS. Selain itu dapat diamati transisi dari subsistem *output* menuju subsistem *outcome* dan transisi dari *outcome* menuju *impact*. Faktor TPM meruapakan faktor dominan subsistem *output* dapat mempengaruhi faktor dominan subsistem *outcome* (TKS), selanjutnya faktor TKS ini mempengaruhi faktor dominan subsistem *impact* (TMJ). *Logic model* tersebut menggambarkan hubungan kualitatif antara TPM (*output*), TKS (*outcome*) dan TMJ (*impact*). Pemberlakuan suatu standar mutu di ruas jalan tertentu jika tingkat pencapaian faktor TMJ dibawah batas ambang kritis, maka dapat ditelusuri tingkat pencapaian TKS maupun TPM masing-masing di bawah batas ambang kritisnya, demikian pula sebaliknya.



Gambar 4.238. Bobot faktor dan subsistem dalam sistem manajemen mutu perkerasan jalan hasil perbandingan tingkat kepentingan antar kriteria pemebrlakuan standar mutu (ditinjau dari teori Smith, 1996)

Teori Smith (1996) juga banyak diacu oleh Fryer (1998) yang mendeskripsikan bahwa keluaran suatu sistem manajemen mutu tidak hanya dilihat dari *output* saja melainkan dapat dilihat dari nilai *outcome* dan *impact*. Ketiga aspek ini menurut Fryer (1998) memegang peranan penting untuk menilai keberhasilan manajemen mutu terpadu, serta tidak dapat dievaluasi pada saat yang bersamaan karena prosesnya berbeda. Suatu pekerjaan konstruksi mungkin menghasilkan daya dukung (*output*) yang baik tetapi belum tentu menghasilkan manfaat (*outcome*) yang banyak bagi pengguna walaupun tidak menimbulkan dampak negatif. Manajemen mutu yang optimal (baik) menurut Fryer (1998) jika prioritas pertimbangan aspek keluaran (*output-outcome-impact*) memiliki bobot yang lebih besar daripada aspek *input*, artinya secara prinsip ekonomi akan memberikan efisiensi dan efektivitas yang tinggi.

Berkaitan dengan manajemen mutu terpadu tersebut, Goetsch & Davis (2002) telah mengembangkan teori Smith (1996) untuk memperbaiki kinerja persaingan industri jasa di Amerika Serikat, yang lebih menekankan peranan performansi mutu konstruksi sebagai jaminan persaingan yang sehat. Dalam hal ini mutu tidak hanya

diukur dari performansi *output* saja melainkan harus diukur secara terpadu yang melibatkan semua elemen dari awal (saat masukan), di tengah-tengah saat proses dan diakhiri saat operasional. Penetapan bobot pengaruh dari tiap tahapan dalam manajemen mutu menjadi dasar untuk mengukur besaran kualitas yang dicapai, artinya penelusuran kegagalan mutu akan mudah dicari pada bagian subsistem mana yang mengalami gangguan performansi elemennya.

Sejalan dengan pemikiran Goetsch & Davis (2002) tersebut, Nasution (2005) telah menyusun konsep pemikiran tentang manajemen mutu terpadu untuk menerapkan manajemen proses dan perbaikan proses dalam pencapaian mutu konstruksi. Model perbaikan kualitas harus berorientasi pada proses, artinya proses yang terpadu dari awal (*input*), keluaran (*output*), manfaat (*outcome*) dan tujuan (*goal*). Perbaikan proses dilakukan dengan pengukuran performansi kualitas tiap elemen yang menyusun tiap tahapan manajemen proses. Teori manajemen mutu terpadu yang dikemukakan Nasution (2005) mengindikasikan bahwa perbaikan terhadap kegagalan mutu hasil pekerjaan tidak hanya ditelusuri pada catatan elemen-elemen tahapan *ouput* dan *outcome* melainkan harus diteliti ulang terhadap kinerja elemen-elemen pada tahapan *input* dan proses. Perbaikan proses pencapaian mutu dapat dilakukan dengan pendekatan sistematis dan hierarkis. Jika ditinjau teori manajemen mutu tersebut terhadap performansi perkerasan jalan di Indonesia, menunjukkan bahwa pada umumnya perkerasan jalan mengalami kerusakan struktural pada satu tahun pertama beroperasi karena banyak faktor yang mempengaruhinya dari tahapan konstruksi sampai pasca konstruksi. Berdasarkan pemikiran Nasution (2005) tersebut maka kerusakan perkerasan jalan tidak hanya dilihat dari faktor-faktor eksternal yang berpengaruh pada tahapan keluaran dan manfaat, tetapi yang terpenting adalah bagaimana performansi faktor-faktor internalnya. Faktor internal yang dimaksud adalah kinerja mutu perkerasan yang didapatkan dari ketepatan mutu pelaksanaan, pengendalian dan pengujian pada tahapan konstruksi. Semua penyebab tersebut bermuara pada ketidaktepatan implementasi standar mutu perkerasan jalan sehingga diperlukan suatu manajemen untuk memonitor dan mengevaluasi pemberlakuan standar mutu perkearasan jalan agar didapatkan kekuatan struktural (*outcome*) dan kenyamanan jalan (*impact*) yang optimal (Mulyono, 2007.b).

Dari uraian tersebut kiranya masih dapat diterima bahwa hasil pembobotan tingkat kepentingan antar kriteria dalam pemberlakuan standar mutu perkerasan jalan

(lihat Tabel 4.126) sangat relevan dengan upaya perbaikan proses mutu dengan lebih memperhatikan proporsi pengaruh tiap elemen yang menyusun tahapan manajemen mutu sebagaimana dikemukan oleh Smith (1996), Goetsch & Davis (2002) dan Nasution (2005).

18. Model monitoring dan evaluasi pemberlakuan standar mutu perkerasan jalan yang hierarkis, komprehensif dan berbasis sistemik

Monitoring dan evaluasi pemberlakuan standar mutu perkerasan jalan dimodelkan sebagai struktur *logic model* yang hierarkis dan komprehensif yang berbasis pendekatan sistemik. *Logic model* ini merupakan satu kesatuan yang saling berkaitan antara subsistem yang satu dengan subsistem lainnya, artinya keberhasilan pemberlakuan standar mutu harus ditinjau secara terpadu dan holistik dari sejak tahapan konstruksi (*input-process-output-outcome*) sampai pasca konstruksi (*impact*).

Sebagai model yang berbasis sistemik, maka monitoring dan evaluasi tersebut dijabarkan secara horizontal (mendatar) dalam subsistem-subsistem pemberlakuan yang lengkap dan berurutan, terdiri atas: (i) subsistem *input* (masukan); (ii) subsistem *process* (proses atau aktivitas); (iii) subsistem *output* (keluaran atau hasil); (iv) subsistem *outcome* (manfaat); dan (v) subsistem *impact* (dampak).

Sebagai model yang hierarkis, maka tiap subsistem tersebut dijabarkan secara vertikal kedalam faktor-faktor sebagai elemen utama yang mempengaruhi pemberlakuan standar mutu. Selanjutnya faktor-faktor tersebut dijabarkan lagi kedalam variabel-variabel yang dilengkapi dengan indikator mikro beserta parameternya untuk mengukur kecenderungan pengaruh variabel terhadap faktor tersebut. Dengan demikian secara hierarki, model dapat digambarkan sebagai struktur berfikir yang terdiri atas 3 (tiga) tingkatan, yaitu: (i) tingkat bawah, terdiri atas 50 variabel yang mempengaruhi faktor-faktor pemberlakuan standar mutu; (ii) tingkat tengah (antara), terdiri atas 14 faktor yang mempengaruhi subsistem pemberlakuan standar mutu; dan (iii) tingkat atas, terdiri atas 5 (lima) subsistem pemberlakuan standar mutu. Tingkat atas (subsistem) sangat tergantung bagaimana nilai indikator dari tingkat di bawahnya, yaitu tingkat tengah (faktor-faktor) dan bawah (variabel-variabel), artinya antar tingkatan secara vertikal saling terkait satu sama lain. Hubungan tersebut dimodelkan dalam bentuk bobot perbandingan tingkat kepentingan: (i) antar variabel (tingkat bawah) terhadap faktor (tingkat tengah); (ii)

antar faktor terhadap subsistem (tingkat atas); (iii) antar variabel (tingkat bawah) terhadap subsistem (tingkat atas); atau (iv) antar variabel terhadap sistem pemberlakuan.

Sebagai model yang komprehensif (luas dan lengkap), maka elemen-elemen yang membangun faktor dan variabel tersebut berkaitan dengan aspek SDM pengendali mutu, alat dan bahan uji, performansi perkerasan, lalu lintas kendaraan, drainase permukaan jalan dan faktor regional serta aspek *socio engineering* seperti sosialisasi, distribusi dan hubungan kelembagan. Model monitoring dan evaluasi pemberlakuan standar mutu perkerasan jalan yang hierarkis dan komprehensif yang berbasis pendekatan sistemik tersebut dapat ditunjukkan dalam Tabel 4.127 dan Gambar 4.239.

Tabel 4.127. Bobot faktor dan variabel untuk membuat *logic model* hierarki elemen dalam pemberlakuan standar mutu perkerasan jalan

No	Bobot FAKTOR (Kriteria) terhadap pemberlakuan standar mutu perkerasan jalan		Bobot VARIABEL (Subkriteria) terhadap FAKTOR pemberlakuan standar mutu perkerasan jalan		Bobot VARIABEL terhadap pemberlakuan standar mutu perkerasan jalan (dalam Model)	
(a)	(b)		(c)		(d)	
I.	Subsistem *Input* (32,5%)					
1	Sumber Daya Manusia (SDM)	15,1%	1. Kompetensi profesi	38,3%	1. Kompetensi profesi	5,8%
			2. Tingkat pendidikan	29,9%	2. Tingkat pendidikan	4,5%
			3. *Training* profesi	16,1%	3. *Training* profesi	2,4%
			4. Pengalaman kerja profesi	15,7%	4. Pengalaman kerja profesi	2,4%
2	Utilisasi Alat Uji (UAU)	7,9%	1. Ketersediaan alat uji	40,2%	1. Ketersediaan alat uji	3,2%
			2. Kemudahan juknis alat uji	23,5%	2. Kemudahan juknis alat uji	1,9%
			3. Kehandalan alat uji	22,2%	3. Kehandalan alat uji	1,8%
			4. Kesiapan alat uji	14,0%	4. Kesiapan alat uji	1,1%
3	Utilisasi Bahan Uji (UBU)	6,4%	1. Ketepatan metoda *sampling*	40,5%	1. Ketepatan metoda *sampling*	2,6%
			2. Kualitas bahan uji	30,4%	2. Kualitas bahan uji	1,9%
			3. Ketersediaan bahan uji	16,4%	3. Ketersediaan bahan uji	1,1%
			4. Proses pengadaan bahan uji	12,7%	4. Proses pengadaan bahan uji	0,8%
4	Tampilan Format Standar (TFS)	3,1%	1. Kemudahan bahasa standar mutu	39,1%	1. Kemudahan bahasa standar mutu	1,2%
			2. Ukuran buku standar mutu	24,7%	2. Ukuran buku standar mutu	0,8%
			3. Kualifikasi standar mutu	20,5%	3. Kualifikasi standar mutu	0,6%
			4. Kelengkapan standar mutu	15,7%	4. Kelengkapan standar mutu	0,5%
II.	Subsistem *Process* (19,7%)					
1	Sosialisasi Standar (SOS)	8,0%	1. Kompetensi instruktur sosialisasi	45,5%	1. Kompetensi instruktur sosialisasi	3,6%

Tabel 4.127. (lanjutan)

No	Bobot FAKTOR (Kriteria) terhadap pemberlakuan standar mutu perkerasan jalan		Bobot VARIABEL (Subkriteria) terhadap FAKTOR pemberlakuan standar mutu perkerasan jalan		Bobot VARIABEL terhadap pemberlakuan standar mutu perkerasan jalan (dalam Model)	
(a)	(b)		(c)		(d)	
			2. Kualitas materi sosialisasi	26,3%	2. Kualitas materi sosialisasi	2,1%
			3. Komitmen kerjasama kelembagaan	19,8%	3. Komitmen kerjasama kelembagaan	1,6%
			4. Keragaman cara sosialisasi	8,5%	4. Keragaman cara sosialisasi	0,7%
2	Implementasi Standar Mutu (IMS)	5,9%	1. Ketepatan implementasi standar	48,5%	1. Ketepatan implementasi standar	2,9%
			2. Kesesuaian spesifikasi teknis	29,0%	2. Kesesuaian spesifikasi teknis	1,7%
			3. Pengakuan hasil implementasi	14,1%	3. Pengakuan hasil implementasi	0,8%
			4. Jangka waktu implementasi	8,4%	4. Jangka waktu implementasi	0,5%
3	Manajemen Data (MDA)	3,0%	1. Kehandalan sistem basis data	41,1%	1. Kehandalan sistem basis data	1,2%
			2. Aksesibilitas penggunaan data	29,2%	2. Aksesibilitas penggunaan data	0,9%
			3. Kemudahan kompilasi data	16,2%	3. Kemudahan kompilasi data	0,5%
			4. Kecanggihan pengolahan data	13,5%	4. Kecanggihan pengolahan data	0,4%
4	Distribusi Standar (DIS)	2,8%	1. Ketepatan distribusi standar	44,9%	1. Ketepatan distribusi standar	1,3%
			2. Kecepatan distribusi standar	25,4%	2. Kecepatan distribusi standar	0,7%
			3. Ketersediaan buku standar	16,2%	3. Ketersediaan buku standar	0,5%
			4. Partisipasi *stakeholder*	13,5%	4. Partisipasi *stakeholder*	0,4%
III.	Subsistem *Output* (19,1%)					
1	Tingkat Pencapaian Mutu (TPM)	11,2%	1. Ketepatan mutu pengujian	49,4%	1. Ketepatan mutu pengujian	5,5%
			2. Ketepatan volume pengujian	39,2%	2. Ketepatan volume pengujian	4,4%
			3. Ketepatan waktu pengujian	11,5%	3. Ketepatan waktu pengujian	1,3%
2	Tingkat Pencapaian Sosialisasi (TPS)	7,9%	1. Keseragaman penggunaan standar	50,5%	1. Keseragaman penggunaan standar	4,0%
			2. Kemantapan dukungan institusi	27,1%	2. Kemantapan dukungan institusi	2,1%
			3. Ketepatan jadwal sosialisasi	22,4%	3. Ketepatan jadwal sosialisasi	1,8%
IV.	Subsistem *Outcome* (15,0%)					
1	Tingkat Kekuatan Struktural (TKS)	9,0%	1. Daya Dukung Perkerasan	44,2%	1. Daya Dukung Perkerasan	4,0%
			2. Drainase Permukuaan Jalan	40,2%	2. Drainase Permukuaan Jalan	3,6%
			3. Kondisi Beban Lalu Lintas	15,6%	3. Kondisi Beban Lalu Lintas	1,4%
2	Tingkat Kekuatan Fungsional (TKF)	6,0%	1. Ketepatan pemeliharaan jalan	60,4%	1. Ketepatan pemeliharaan jalan	3,6%
			2. Performansi permukaan jalan	26,7%	2. Performansi permukaan jalan	1,6%
			3. Faktor regional	12,8%	3. Faktor regional	0,8%
V.	Subsistem *Impact* (13,7%)					
1	Tingkat Kemantapan Jalan (TMJ)	7,8%	1. Kondisi *potholes* perkerasan	50,3%	1. Kondisi *potholes* perkerasan	3,9%
			2. Kondisi deformasi perkerasan	28,3%	2. Kondisi deformasi perkerasan	2,2%
			3. Kondisi *rutting* perkerasan	21,4%	3. Kondisi *rutting* perkerasan	1,7%
2	Tingkat Kenyamanan Jalan (TNJ)	5,9%	1. Kondisi kerataan permukaan	50,8%	1. Kondisi kerataan permukaan	3,0%
			2. Kemiringan melintang permukaan	33,7%	2. Kemiringan melintang permukaan	2,0%
			3. Kondisi kekesatan permukaan	15,5%	3. Kondisi kekesatan permukaan	0,9%

	Jumlah bobot	100,0%				100,0%

Dari Tabel 4.127 dapat dijelaskan bahwa kolom (b) berisi model yang menyajikan bobot perbandingan tingkat kepentingan antar faktor dalam 14 faktor terhadap pemberlakuan standar mutu perkerasan jalan, contoh: faktor SDM, SOS dan TPM, masing-masing memiliki bobot pengaruh 15,1%, 8,0%, dan 11,2% terhadap pemberlakuan standar mutu perkerasan jalan. Kolom (c) menyajikan bobot perbandingan tingkat kepentingan antar variabel terhadap tiap faktor yang ditinjau, misalnya: faktor SDM dipengaruhi: 38,3% variabel Kompetensi Profesi; 29,9% variabel Tingkat Pendidikan; 16,1% variabel *Training* Profesi; dan 15,7% variabel Pengalaman Kerja Profesi. Selanjutnya kolom (d) berisi model yang menyajikan bobot perbandingan tingkat kepentingan antar variabel terhadap pemberlakuan standar mutu perkerasan jalan, yang diperoleh dari perkalian antara "nilai bobot faktor terhadap pemberlakuan standar mutu" dan "nilai bobot variabel pengaruh terhadap faktor yang ditinjau". Misalnya bobot variabel Kompetensi Profesi 5,8% terhadap pemberlakuan standar mutu, diperoleh dari 15,1% x 38,3%; demikian juga bobot variabel Tingkat Pendidikan 4,5% terhadap pemberlakuan standar mutu diperoleh dari 15,1% x 29,9%. Bobot pengaruh variabel Kompetensi Instruktur Sosialisasi 3,6% diperoleh dari 8,0% x 45,5%. Bobot pengaruh variabel Ketepatan Mutu Pengujian 5,5% terhadap pemberlakuan standar mutu perkerasan jalan diperoleh dari 11,2% x 49,4%. Bobot pengaruh variabel Daya Dukung Perkerasan 4,0% terhadap pemberlakuan standar mutu perkerasan jalan diperoleh dari 9,0% x 44,2%. Bobot pengaruh variabel Kondisi *Pothole* Perkerasan 3,9% diperoleh dari 7,8% x 50,3%. Setelah didapatkan bobot faktor dan variabel masing-masing terhadap pemberlakuan standar mutu, kemudian dapat dihitung bobot tiap subsistem dalam pemberlakuan standar mutu. Misalnya bobot subsistem input sebesar 32,5% merupakan jumlah dari bobot SDM 15,1%; UAU 7,9%; UBU 6,4%; dan TFS 3,1%; demikian juga bobot subsistem *outcome* sebesar 15,0% merupakan jumlah dari bobot TKS 9,0% dan TKF 6,0%.

Monitoring pemberlakuan standar mutu merupakan kegiatan untuk menilai atau mengukur indikator-indikator beserta parameternya terhadap variabel pengaruh dari awal implementasi pada tahap konstruksi sampai pasca konstruksi, yang dilakukan dalam tiap tahapan subsistem pemberlakuannya. Misalnya menilai dan mengukur pengaruh variabel Kompetensi Profesi maka diperlukan pengukuran jumlah

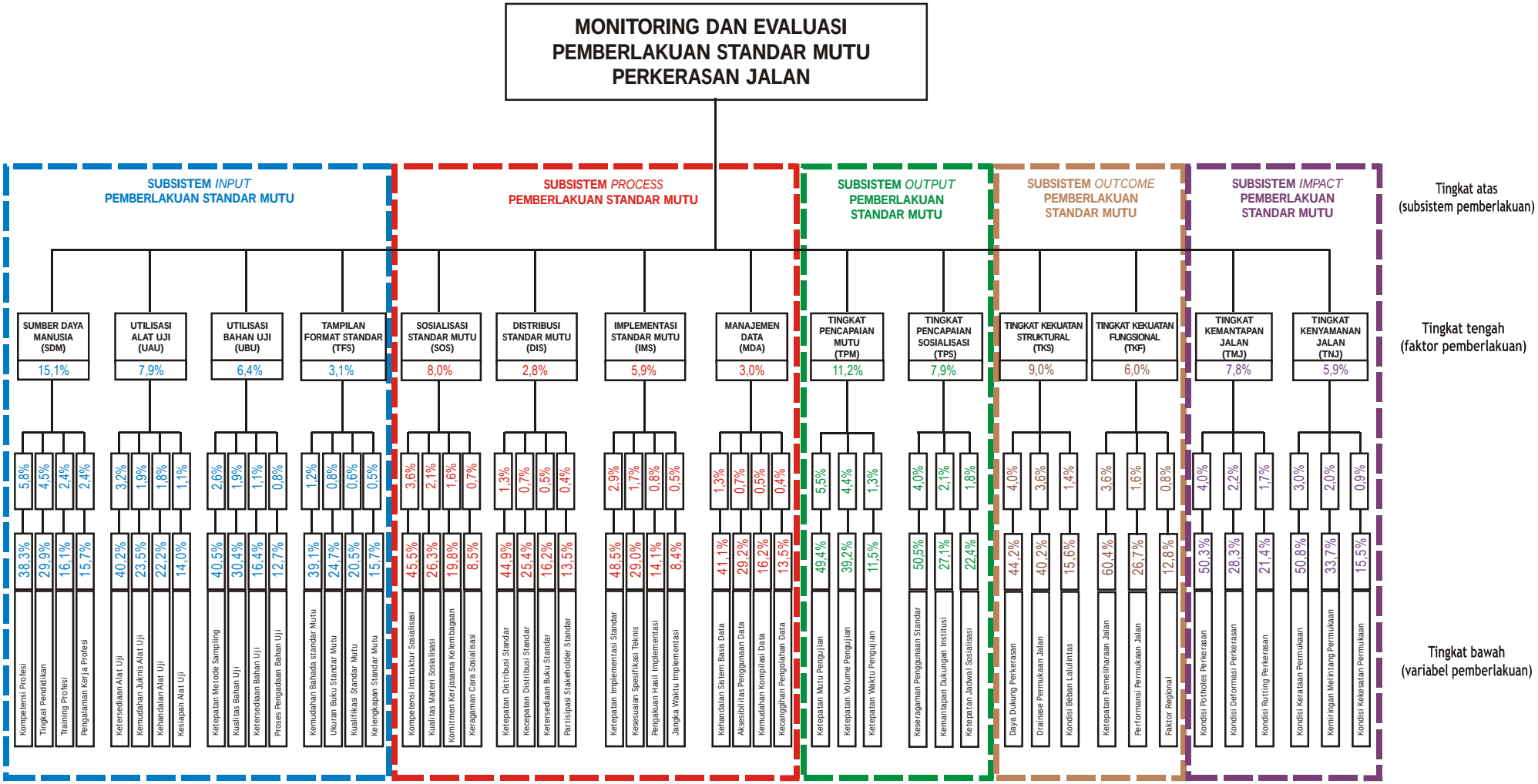
SDM yang memiliki minimal sertifikasi keahlian madya dalam tiap satu unit kerja pengendali mutu. Monitoring dilakukan pada semua variabel terhadap faktor yang masing-masing telah dikelompokan dalam tiap subsistem pemberlakuan standar mutu.

Evaluasi pemberlakuan standar mutu perkerasan jalan jika dikaitkan dengan teori sistemik dari Mindell (2002), the World Bank-OED (2002), McNamara (2000), OECD (2000), dan Binnendijk (2001) seharusnya dapat menghitung efisiensi pemberlakuan yang merupakan perbandingan antara nilai *output* dan *input*; demikian pula seharusnya dapat menghitung efektivitas pemberlakuannya yang merupakan perbandingan nilai *outcome* dengan *output*. *Logic model* yang dibangun dalam penelitian ini tidak mengevaluasi nilai efisiensi dan efektivitas pemberlakuan standar mutu karena semua variabel hanya dapat diukur dengan indikator yang bersifat kualitatif (*rating*) dalam bentuk persentase yang mengindikasikan kategori "buruk" sampai "baik", tergantung sifat kecenderungan pengaruh variabel tersebut terhadap faktor-faktor pemberlakuan standar mutu.

Evaluasi pemberlakuan standar mutu yang dapat dilakukan dalam *logic model* sebagaimana ditunjukkan dalam Gambar 4.239, adalah:

a) membandingkan *rating* faktor-faktor pemberlakuan standar mutu berdasarkan hasil monitoring pengukuran indikator variabel yang mempengaruhinya pada beberapa ruas jalan dalam satu atau antar wilayah kerja sehingga didapatkan solusi dan rekomendasi untuk perbaikan kecenderungan pengaruh variabel yang makin buruk dalam pemberlakuannya;
b) membandingkan *rating* subsistem pemberlakuan standar mutu berdasarkan hasil monitoring faktor-faktor yang mempengaruhinya pada beberapa ruas jalan dalam satu atau antar wilayah kerja sehingga didapatkan solusi dan rekomendasi untuk penyempurnaan pengaruh faktor terhadap pemberlakuannya; dan
c) membandingkan tingkat pencapaian pemberlakuan standar mutu antar ruas jalan dalam satu atau antar wilayah sehingga didapatkan data teknis performansi perkerasan jalan sebagai umpan balik bagi pemangku kebijakan dalam menentukan ketepatan jadwal dan alokasi anggaran pemeliharaan berkala maupun peningkatan perkerasan jalan.

Solusi untuk perbaikan dan penyempurnaan pemberlakuan standar mutu jika kecenderungan pengaruh variabel-variabelnya dalam kondisi makin buruk, dapat ditunjukkan dalam Tabel 4.128 sampai dengan Tabel 4.132.



Gambar 4.239. Model hierarki monitoring dan evaluasi pemberlakuan standar mutu perkerasan jalan berbasis pendekatan sistemik

Nilai efisiensi, efektivitas, dan keberlanjutan dalam model Mindel (2002), OECD (2000), dan Binnendjik (2001) tidak digunakan dalam *logic model* sebagaimana ditunjukkan pada Gambar 4.329 karena akan menghasilkan solusi yang tidak logis. Misal pemberlakuan SNI-03-1737-1991 di Nusa Tenggara Timur memiliki tingkat pencapaian subsistem *input* sebesar 39,83% (kategori "buruk"), dan tingkat pencapaian subsistem *output* 33,71% (kategori "buruk"); sementara itu di daerah Jawa Tengah pemberlakuan standar tersebut menunjukkan tingkat pencapaian subsistem *input* sebesar 65,72% (kategori "baik") dan tingkat pencapaian subsistem *output* 76,0% (kategori "baik"). Kedua daerah tersebut masing-masing memiliki nilai efisiensi yang tinggi di atas 75,0% (berdasarkan teori Smith, 1996), tetapi nilai efisiensi tersebut belum menggambarkan logika tingkat pencapaian pemberlakuan yang sebenarnya, karena nilai efisiensi di Nusa Tenggara Timur diperoleh dari perbandingan antara *output* kategori "buruk" dan *input* kategori "buruk", sedangkan efisiensi di daerah Jawa Tengah diperoleh dari perbandingan antara *output* kategori "baik" dan *input* kategori "baik", sehingga sulit untuk diinterpretasikan logikanya. Berdasarkan hasil analisis yang tidak logis tersebut maka tingkat efisiensi, efektivitas dan *sustainability* belum menjadi bagian penting dalam membangun *logic model* monitoring dan evaluasi pemberlakuan standar mutu perkerasan jalan kecuali hasil monitoring tidak dinyatakan dalam *rating* (persentase), sebagaimana ditunjukkan dalam Gambar 4.239.

Dengan demikian evaluasi kinerja pemberlakuan standar mutu perkerasan jalan dalam aplikasi *logic model* (Gambar 4.239) dilakukan dengan memberikan solusi berupa program aksi pada tiap variabel yang memiliki kecenderungan penurunan kinerja pengaruh variabel terhadap faktor-faktor pemberlakuan standar mutu. Kondisi pemberlakuan standar mutu dinyatakan dalam kategori buruk jika nilai indikator yang diperoleh lebih kecil dari nilai ambang batas kritis. Nilai ambang batas kritis diperoleh dari hubungan kualitatif antara nilai pencapaian faktor pemberlakuan standar mutu dengan nilai performansi perkerasan ruas jalan yang ditinjau.

Dari uraian pembahasan tersebut dapat disimpulkan bahwa *logic model* monitoring dan evaluasi pemberlakuan standar mutu perkerasan jalan dalam disertasi ini merupakan salah satu alternatif model yang dapat melengkapi beberapa

kekurangan konsep model evaluasi implementasi standar mutu perkerasan jalan yang pernah ada. Beberapa hasil penyempurnaan yang dilakukan dalam *logic model* ini terhadap konsep model sebelumnya, adalah sebagai berikut:

a) *logic model* yang dibangun telah merumuskan perbandingan tingkat kepentingan faktor-faktor yang harus dipertimbangkan pengaruhnya terhadap pemberlakuan standar mutu dalam suatu sistem yang komprehensif dan sistemik (melengkapi kekurangan konsep pemikiran Scott *et al*., 2004; Buttlar & Harrell, 1998; Paterson, 2007.b; Ditjen Bina Marga, 2006.a);
b) *logic model* yang dibangun telah merumuskan perbandingan tingkat kepentingan antar variabel secara hierarki terhadap faktor-faktor pemberlakuan standar mutu dalam suatu sistem yang komprehensif dan sistemik (melengkapi kekurangan konsep pemikiran Buttlar & Harrell, 1998; Deputi Bidang Konstruksi, Kementrian Negara PU, 2000; Ford, 2004; Bennett & McPherson, 2005; Paterson, 2007.b; Ditjen Bina Marga, 2006.a);
c) *logic model* yang dibangun telah mengakomodasi aspek *socio-engineering* seperti penyelenggaraan sosialisasi dan distribusi standar mutu yang harus didukung komitmen kelembagaan untuk memperoleh penyeragaman implementasi dan pemahaman substansinya untuk mendapatkan keseragaman mutu konstruksi (melengkapi kekurangan konsep pemikiran Aiken & Cavallini, 1994; Oksada et al., 1996; Paterson, 2007.b; Ditjen Bina Marga, 2006.a);
d) *logic model* yang dibangun telah merumuskan konsep pendekatan sistemik yang komprehensif meliputi *input-process-output-outcome-impact*, yang secara hierarki masing-masing subsistem ini didetailkan ke dalam faktor-faktor, dan selanjutnya faktor-faktor ini didetailkan ke dalam variabel-variabel beserta indikator dan parameter ukurnya (melengkapi kekurangan konsep pemikiran Bapekin, 2003; Deputi Bidang Konstruksi Kementerian Negara PU, 2000; Ditjen Bina Marga, 2006.a; Mindell, 2002; Binnendjik, 2001; Bennett & McPherson, 2005; Paterson, 2007.b); dan
e) aplikasi *logic model* ini dilengkapi pengukuran indikator beserta parameternya terhadap variabel-variabel yang mempengaruhi pemberlakuan standar mutu dengan mengembangkan perangkat lunak dalam paket *software,* sehingga

mudah diterapkan oleh tim audit dan evaluator mutu perkerasan jalan di Indonesia.

Tabel 4.128. Solusi perbaikan subsistem *input* (masukan) pemberlakuan standar mutu perkerasan jalan

Faktor	Variabel	Indikator pengukuran	Solusi penanganan perbaikan pemberlakuan standar mutu perkerasan jalan jika kecenderungan pengaruh variabel-variabelnya dalam kondisi makin buruk
SDM	1. Kompetensi profesi	a. Persentase (%) jumlah SDM yang memiliki sertifikat keahlian madya dalam satu unit kerja pengendali mutu.	Meningkatkan kompetensi SDM pengendali mutu melalui program training (pelatihan) bersertifikat keahlian madya bidang perkerasan jalan.
		b. Persentase (%) SDM yang memahami substansi standar mutu dan mengaplikasikannya dalam satu unit kerja pengendali mutu.	Meningkatkan kompetensi SDM pengendali mutu melalui program diseminasi pendalaman materi standar mutu perkerasan jalan.
		c. Persentase (%) jumlah SDM yang mengikuti CPD dua kali per tahun dalam satu unit kerja pengendali mutu.	Meningkatkan kompetensi SDM pengendali mutu melalui program CPD dua kali per tahun bidang perkerasan jalan.
		d. Persentase (%) jumlah SDM yang memiliki pengalaman kerja sesuai bidangnya dalam satu unit kerja pengendali mutu.	Meningkatkan kompetensi SDM pengendali mutu melalui penambahan pengalaman kerja pengendalian mutu perkerasan jalan.
	2. Tingkat pendidikan	a. Persentase (%) jumlah SDM yang berpendidikan sarjana teknik sipil dalam satu unit kerja pengendali mutu.	Meningkatkan kualitas SDM pengendali mutu melalui program pendidikan formal sarjana S-1 teknik sipil bidang teknik jalan.
		b. Persentase (%) jumlah SDM yang berpendidikan keterampilan khusus dalam satu unit kerja pengendali mutu.	Meningkatkan kualitas SDM pengendali mutu melalui program pendidikan ketrampilan khusus pengendalian mutu perkerasan jalan.
	3. Training profesi	Persentase (%) jumlah SDM yang pernah mengikuti minimal training keahlian madya dalam satu unit kerja pengendali mutu	Meningkatkan training SDM pengendali mutu perkerasan jalan melalui program training setingkat ahli madya
	4. Pengalaman kerja profesi	Persentase (%) jumlah SDM yang memiliki pengalaman kerja profesi minimal 5 (lima) tahun dalam satu unit kerja pengendali mutu	Menambah jumlah SDM pengendalian mutu yang berpengalaman di bidangnya minimal 5 (lima) tahun.
UAU	1. Ketersediaan alat uji	a. Persentase (%) jumlah alat uji mutu yang memenuhi spesifikasi teknis mutu pekerjaan terhadap jumlah alat uji yang dibutuhkan oleh satu unit kerja pengendali mutu	Menambah jumlah dan jenis alat uji mutu perkerasan jalan yang memenuhi tuntutan spesifikasi teknis
		b. Persentase (%) jumlah alat uji yang dapat disediakan oleh laboratorium independensi pengujian terhadap jumlah alat uji yang dibutuhkan oleh satu unit kerja pengendalian mutu	Menambah jumlah dan jenis alat uji mutu perkerasan jalan melalui program kerjasama dengan laboratorium independen
	2. Kemudahan juknis alat uji	a. Persentase (%) jumlah kejadian kesalahan teknisi alat uji mutu terhadap jumlah kejadian pengujian mutu yang dilakukan satu unit kerja pengendali mutu	Mereduksi kesalahan teknisi alat uji mutu melalui peningkatan pemahaman materi petunjuk teknis alat uji
		b. Persentase (%) jumlah bab atau bagian manual alat uji mutu yang dapat dipahami teknisi terhadap jumlah bab atau bagian yang ada dalam manual alat uji	Meningkatkan pemahaman tiap bab (bagian) materi petunjuk teknis alat kepada teknisinya melalui pelatihan khusus
	3. Kehandalan alat uji	a. Persentase (%) jumlah alat uji mutu yang memiliki sertifikasi kalibrasi dari JKN terhadap jumlah alat uji yang dibutuhkan	Meningkatkan kehandalan alat uji mutu melalui program sertifikasi

Tabel 4.128. (Lanjutan)

Faktor	Variabel	Indikator pengukuran	Solusi penanganan perbaikan pemberlakuan standar mutu perkerasan jalan jika kecenderungan pengaruh variabel-variabelnya dalam kondisi makin buruk
UBU	1. Ketepatan metoda *sampling*	a. Persentase (%) jumlah sampel benda uji yang tidak memenuhi prosedur pengambilannya terhadap total sampel benda uji yang dibutuhkan dalam pengujian mutu tertentu	Mereduksi jumlah benda uji yang tidak memenuhi prosedur pengambilan *sampling*
		b. Persentase (%) jumlah sampel benda uji yang tidak mewakili lokasi sumber material atau lokasi pekerjaan fisik di lapangan terhadap total sampel benda uji yang dibutuhkan dalam pengujian mutu tertentu	Menambah jumlah benda uji mutu yang merepresentasikan lokasi kerja
		c. Persentase (%) jumlah sampel benda uji yang rusak (tidak dapat dipakai) terhadap total sampel benda uji yang dibutuhkan dalam pengujian mutu tertentu	Memperkecil jumlah benda uji yang rusak
	2. Kualitas bahan uji	Persentase (%) jumlah bahan uji yang memiliki standar mutu yang sesuai dengan spesifikasi teknis terhadap jumlah total bahan uji yang dibutuhkan pada jenis pengujian mutu tertentu	Menambah jumlah bahan uji mutu yang memenuhi prosedur spesifikasi teknis
	3. Ketersediaan bahan uji	a. Persentase (%) jumlah bahan uji yang dapat disediakan terhadap total kebutuhan bahan uji mutu	Menambah jumlah bahan uji yang dapat disediakan sesuai spesifikasi teknis
		b. Persentase (%) jumlah bahan uji dari bahan lokal yang memenuhi standar mutu yang sesuai spesifikasi terknis yang dapat disediakan terhadap total kebutuhan bahan uji mutu	Menambah bahan uji dari bahan lokal yang memenuhi spesifikasi teknis
	4. Proses pengadaan bahan uji	Persentase (%) jumlah sampel benda uji yang proses pengadaannya melebihi 24 jam (satu hari kalender) terhadap total kebutuhan sampel benda uji dalam pengujian mutu tertentu	Memperkecil jumlah benda uji yang proses pengadaannya melebihi 24 jam
TFS	1. Kemudahan bahasa standar mutu	persentase (%) jumlah bab (bagian) substansi standar mutu yang bahasanya sulit dipahami dan diaplikasikan terhadap jumlah bab (bagian) substansi standar mutu yang digunakan	Mengurangi tampilan substansi standar mutu perkerasan jalan yang bahasanya sulit dipahami
	2. Ukuran buku standar mutu	persentase (%) jumlah buku standar mutu yang berbentuk buku saku terhadap jumlah buku standar mutu yang digunakan dalam pengujian mutu	Menambah tampilan buku standar mutu perkerasan jalan dalam bentuk buku saku agar mudah dibawa pengguna
	3. Kualifikasi standar mutu	a. Persentase (%) jumlah bagian tampilan format standar mutu disukai pengguna terhadap semua tampilan standar mutu yang digunakan	Memperbaiki tampilan buku standar perkerasan jalan agar lebih disukai pengguna
		b. Persentase (%) jumlah pengguna yang sesuai tingkatan standar mutu dalam satu unit kerja pengendali mutu	Meningkatkan jumlah tingkat pengguna yang sesuai untuk mengimplementasikan standar mutu perkerasan jalan
		c. Persentase (%) jumlah institusi yang mengakui standar mutu di wilayah kerja terhadap jumlah institusi yang terkait dengan utilisasi standar mutu di wilayah kerja	Meningkatkan pengakuan tampilan standar mutu perkerasan jalan oleh institusi terkait di wilayah kerja
		d. Persentase (%) bagian substansi standar mutu yang menyimpang dari standar aslinya terhadap jumlah bab substansi standar mutu yang digunakan	Mengurangi tampilan substansi standar mutu perkerasan jalan yang menyimpang dari standar aslinya
		e. Persentase (%) bagian substansi standar mutu yang tidak sesuai spesifikasi teknis terhadap jumlah bab substansi standar mutu yang digunakan	Mengurangi tampilan substansi standar mutu perkerasan jalan yang tidak sesuai dengan spesifikasi teknis
	4. Kelengkapan standar mutu	a. Persentase (%) jumlah bab (bagian) substansi standar mutu yang mudah dipahami dalam satu unit kerja pengendali mutu terhadap jumlah bab (bagian) substansi standar mutu yang digunakan	Menambah tampilan substansi standar mutu perkerasan jalan agar lebih mudah dipahami oleh pengguna
		b. Persentase (%) jumlah bab (bagian) manual standar mutu yang sesuai dengan tuntutan spesifikasi teknis	Menambah tampilan substansi standar mutu perkerasan jalan agar lebih sesuai dengan tuntutan spesifikasi teknis

Tabel 4.129. Solusi perbaikan subsistem *process* (proses atau aktivitas) pemberlakuan standar mutu perkerasan jalan

Faktor	Variabel	Indikator pengukuran	Solusi penanganan perbaikan pemberlakuan standar mutu perkerasan jalan jika kecenderungan pengaruh variabel-variabelnya dalam kondisi makin buruk
SOS	1. Kompetensi instruktur sosialisasi	Persentase (%) jumlah instruktur yang memiliki minimal sertifikasi keahlian utama terhadap jumlah instruktur dalam satu tim sosialisasi	Meningkatkan jumlah instruktur sosialisasi stanadr mutu perkerasan jalan yang bersertifikasi keahlian utama
	2. Kualitas materi sosialisasi	Persentase (%) jumlah bab (bagian) materi sosialisasi yang sesuai dengan standar mutu yang diimplementasikan terhadap jumlah bab (bagian) materi standar mutu yang diimplementasikan	Meningkatakan kualitas materi sosialisasi agar sesuai dengan substansi standar mutu perkerasan jalan yang diiplementasikan
	3. Komitmen kerjasama kelembagaan	a. Persentase (%) jumlah stakeholder yang berpartisipasi dalam sosialisasi terhadap jumlah stakeholder yang terkait utilisasi standar mutu di wilayah kerja	Meningkatkan jumlah stakeholder untuk berpartisipasi dalam sosialisasi standar mutu perkerasan jalan
		b. Persentase (%) jumlah organisasi profesi yang berpartisipasi dalam sosialisasi terhadap jemlah kelembagaan yang terkait utilisasi standar mutu di wilayah kerja	Meningkatkan jumlah organisasi profesi untuk berpartisipasi dalam sosialisasi standar mutu perkerasan jalan
	4. Keragaman cara sosialisasi	a. Persentase (%) jumlah pelatihan standar mutu dalam satu tahun terhadap jumlah pelatihan yang diperlukan dalam satu tahun	Meningkatkan jumlah pelatihan pemahaman standar mutu perkerasan jalan tiap tahun di wilayah kerja
		b. Persentase (%) jumlah diseminasi standar mutu dalam satu tahun terhadap jumlah diseminasi yang diperlukan dalam satu tahun	Meningkatkan jumlah diseminasi pemahaman standar mutu perkerasan jalan tiap tahun di wilayah kerja
		c. Persentase (%) jumlah kota lokasi penyelenggaraan sosialisasi terhadap jumlah kota dalam satu wilayah propinsi	Menambah jumlah lokasi kota penyelenggaraan sosialisasi standar mutu perkerasan jalan di propinsi wilayah kerja
		d. Persentase (%) jumlah organisasi profesi yang mendukung penyelenggaraan sosialisasi terhadap jumlah organisasi profesi yang ada di wilayah kerja	Meningkatkan peranan organisasi profesi yang mendukung sosialisasi standar mutu perkerasan jalan
		e. Persentase (%) jumlah peserta sosialisasi yang mengajukan pertanyaan terhadap jumlah peserta sosialisasi standar mutu	Meningkatkan motivasi keaktifan peserta sosialisasi standar mutu perkerasan jalan
		f. Persentase (%) jumlah selisih waktu antara sosialisasi dan implementasi terhadap selisih waktu antara sosialisasi terjadwal dan permulaan implementasi	Ketepatan waktu sosialisasi agar tidak terlalau jauh atau overlapping dengan implementasi standar mutu perkerasan jalan
DIS	1. Ketepatan waktu distribusi standar	Persentase (%) selisih waktu yang terjadi antara distribusi dan implementasinya terhadap durasi waktu terjadwal antara distribusi dan permulaan impelementasi standar mutu	Ketepatan waktu distribusi standar mutu perkerasan jalan agar tidak terlalu jauh atau overlapping dengan implementasinya
	2. Kecepatan distribusi standar	a. Persentase (%) pengurangan jumlah pergantian moda transportasi dalam distribusi standar mutu terhadap jumlah pergantian moda yang ada dari asal distribusi sampai ke lokasi pendistribusian	Mereduksi pergantian moda trasportasi dalam distribusi buku standar mutu perkerasan jalan di wilayah kerja
		b. Persentase (%) pengurangan waktu distribusi standar mutu terhadap waktu distribusi yang dihitung dari asal sampai ke lokasi pendistribusian	Mengurangi waktu distribusi standar mutu perkerasan jalan dari asal sampai ke lokasi pendistribusiannya
		c. Persentase (%) pengurangan jarak tempuh distribusi terhadap jarak tempuh sesuai kategori yang ditetapkan antara asal distribusi sampai ke lokasi pendistribusian	Mengurangi jarak tempuh distribusi standar mutu perkerasan jalan dari asal sampai ke lokasi pendistribusiannya
	3. Ketersediaan buku standar	Persentase (%) jumlah buku standar mutu yang dapat didistribusikan terhadap jumlah buku standar mutu yang dibutuhkan dalam satu wilayah kerja	Meningkatkan jumlah buku standar mutu perkerasan yang dapat terdistribusi di wilayah kerja
	4. Partisipasi stakeholder standar	a. Persentase (%) jumlah lembaga pemerintah yang berpartisipasi aktif dalam distribusi standar mutu terhadap jumlah lembaga dan organisasi terkait dengan distribusi standar mutu di wilayah kerja	Meningkatkan peranan lembaga pemerintah di daerah agar berpartisipasi aktif dalam distribusi standar mutu perkerasan jalan
		b. Persentase (%) jumlah organisasi profesi yang berpartisipasi aktif dalam distribusi standar mutu terhadap jumlah lembaga dan organisasi terkait dengan distribusi standar mutu di wilayah kerja	Meningkatkan peranan organisasi profesi di daerah agar berpartisipasi aktif dalam distribusi standar mutu perkerasan jalan
		c. Persentase (%) jumlah lembaga birokrasi yang harus dilalui dalam proses distribusi standar mutu terhadap jumlah lembaga dan organisasi terkait dengan distribusi standar mutu di wilayah kerja	Mengurangi lembaga birokrasi yang dilalui dalam proses distribusi standar mutu perkerasan jalan

Tabel 4.129. (Lanjutan)

Faktor	Variabel	Indikator pengukuran	Solusi penanganan perbaikan pemberlakuan standar mutu perkerasan jalan jika kecenderungan pengaruh variabel-variabelnya dalam kondisi makin buruk
IMS	1. Ketepatan implementasi standar	a. Persentase (%) jumlah bab (bagian) dari prosedur implementasi yang dapat dipahami terhadap jumlah total bab (bagian) prosedur implementasi yang ditargetkan oleh satu tim pengendali mutu	Meningkatkan pemahaman pengguna terhadap substansi prosedur implementasi standar mutu perkerasan jalan
		b. Persentase (%) jumlah bab (bagian) dari prosedur implementasi yang dapat dilaksanakan terhadap jumlah total bab (bagian) prosedur implementasi yang ditargetkan dalam satu tim pengendali mutu	Meningkatkan pemahaman pengguna terhadap pelaksanaan prosedur implementasi standar mutu perkerasan jalan
		c. Persentase (%) jumlah bab (bagian) dari prosedur impelementasi yang tidak dipenuhi sesuai spesifikasi teknis terhadap jumlah total bab (bagian) prosedur implementasi yang ditargetkan dalam satu tim pengendali mutu	Mengevaluasi substansi prosedur implementasi standar mutu perkerasan jalan yang kurang memenuhi tuntutan spesifikasi teknis
	2. Kesesuaian spesifikasi teknis	a. Persentase (%) selisih antara data terukur dan data yang disyaratkan dalam spesifikasi teknis	Memperkecil selisih antara data terukur dan data standar optimum yang disyaratkan dalam implementasi standar mutu perkerasan jalan
		b. Persentase (%) jumlah bab (bagian) substansi standar mutu yang tidak sesuai dengan spesifikasi teknis terhadap jumlah bab (bagian) substansi standar mutu yang digunakan	Mengevaluasi beberapa bagian substansi standar mutu perkerasan jalan yang tidak sesuai dengan spesifikasi teknis
	3. Pengakuan hasil implementasi	a. Persentase (%) jumlah bab (bagian) substansi standar mutu yang dapat dikerjakan oleh laboratorium independen di wilayah kerja terhadap jumlah bab (bagian) substansi standar mutu yang digunakan	Mengevaluasi beberapa bagian substansi standar mutu perkerasan jalan yang dapat diimplementasikan oleh laboratorium independen di wilayah kerja
		b. Persentase (%) jumlah bab (bagian) standar mutu yang dapat dimodifikasi karena faktor regional terhadap jumlah bab (bagian) standar mutu yang digunakan	Mengevaluasi beberapa substansi standar mutu perkerasan jalan yang dapat dimodifikasi untuk disesuaikan dengan faktor regional
		c. Persentase (%) selisih jumlah data ukur mutu antara lapangan dan laboratorium terhadap jumlah data ukur mutu di laboratorium pada implementasi standar mutu yang sama	Memperkecil selisih antara data ukur mutu perkerasan jalan antara di lapangan dan di laboratorium
	4. Jangka waktu implementasi	a. Persentase (%) selisih waktu antara waktu yang dibutuhkan untuk memperoleh data ukur hasil analisis dan waktu standar akuisisi yang ditetapkan, dibandingkan terhadap durasi implementasi yang disyaratkan sesuai metode kerja	Memperkecil selisih waktu antara proses analisis data ukur dan waktu standar akuisisi data yang ditetapkan dalam prosedur implementasi standar mutu perkerasan jalan
		b. Persentase (%) selisih antara waktu yang dibutuhkan untuk implementasi (sampling, pengujian, analisis data) dan waktu standar implementasi yang ditetapkan, dibandingkan terhadap durasi implementasi yang disyaratkan sesuai metode kerja	Memperkecil selisih waktu antara proses implementasi dan waktu standar yang ditetapkan dalam prosedur implementasi standar mutu perkerasan jalan
MDA	1. Kehandalan sistem basis data	a. Persentase (%) jumlah data terarsip yang dapat diperoleh kembali dalam waktu kurang dari lima menit, terhadap jumlah data yang diarsip berdasarkan pengelompokkan jenis data tertentu	Memperbaiki sistem arsip data ukur untuk mempercepat waktu perolehan data historikal
		b. Persentase (%) jumlah data yang tidak valid (rusak) dalam rentang waktu satu tahun terhadap jumlah data yang diarsip berdasarkan pengelompokkan jenis data tertentu	Memperbaiki sistem basis data ukur untuk memperkecil kerusakan data dalam satu tahun awal
		c. Persentase (%) jumlah data yang tercampur dengan jenis data lain dalam rentang waktu satu tahun, terhadap jumlah data yang diarsip berdasarkan pengelompokkan jenis data tertentu	Memperbaiki sistem basis data untuk memperkecil tercampurnya data ukur dengan data lain dalam satu tahun awal
		d. Persentase (%) jumlah data yang tidak valid (rusak) dalam rentang waktu satu tahun terhadap jumlah data yang diarsip berdasarkan pengelompokkan jenis data tertentu	Memperbaiki sistem basis data ukur untuk memperkecil kerusakan data dalam satu tahun awal
		e. Persentase (%) jumlah data yang tercampur dengan jenis data lain dalam rentang waktu satu tahun, terhadap jumlah data yang diarsip berdasarkan pengelompokkan jenis data tertentu	Memperbaiki sistem basis data untuk memperkecil tercampurnya data ukur dengan data lain dalam satu tahun awal

Tabel 4.129. (Lanjutan)

Faktor	Variabel	Indikator pengukuran	Solusi penanganan perbaikan pemberlakuan standar mutu perkerasan jalan jika kecenderungan pengaruh variabel-variabelnya dalam kondisi makin buruk
	2. Aksesibilitas penggunaan data	a. Persentase (%) jumlah data ukur yang harus didapatkan dari sumber lain, terhadap jumlah data ukur yang diperlukan dalam implementasi standar mutu	Mengevaluasi aksesibilitas kebutuhan data ukur yang diperoleh dari sumber lain
		b. Persentase (%) selisih waktu antara waktu mengakses data pendukung dan waktu pengujian lapangan, dibandingkan terhadap waktu total pengujian mutu di lapangan sesuai standar mutu yang digunakan	Memperkecil selisih waktu antara waktu mengakses data pendukung dari sumber lain dengan waktu pengujian mutu di lapangan
	3. Kemudahan kompilasi data	Persentase (%) jumlah ragam satuan data hasil pengujian mutu terhadap jumlah ragam satuan data dalam standar mutu yang sesuai dengan spesifikasi teknis	Mengevaluasi ragam satuan data ukur dikaitkan dengan kemampuan teknis pengguna dan tuntutan spesifikasi teknis
	4. Kecanggihan pengolahan data	a. Persentase (%) jumlah data yang akurat sesuai spesifikasi teknis terhadap jumlah data yang disyaratkan dalam spesifikasi teknis	Meningkatkan sistem pengolahan data untuk menghasilkan data yang akurat
		b. Persentase (%) jumlah data akurat yang berbeda jauh dari kelompoknya, dibandingkan terhadap jumlah data yang disyaratkan dalam spesifikasi teknis	Meningkatkan kualitas sistem pengolahan data untuk mereduksi data yang berbeda jauh dari kelompok data ukur

Tabel 4.130. Solusi perbaikan subsistem *output* (hasil atau keluaran) pemberlakuan standar mutu perkerasan jalan

Faktor	Variabel	Indikator pengukuran	Solusi penanganan perbaikan pemberlakuan standar mutu perkerasan jalan jika kecenderungan pengaruh variabel-variabelnya dalam kondisi makin buruk
TPS	1. Keseragaman penggunaan standar	a. Persentase (%) jumlah bab (bagian) substansi standar mutu yang dapat disosialisasikan tahun ini terhadap tahun sebelumnya	Meningkatkan keseragaman penggunaan standar mutu perkerasan jalan dengan melengkapi materi sosialisasinya yang lebih baik daripada tahun ini
		b. Persentase (%) jumlah stakeholder terkait yang mendapatkan informasi (dokumen) tahun ini terhadap tahun sebelumnya	Meningkatkan keseragaman penggunaan standar mutu perkerasan jalan dengan menambah jumlah stakeholder yang mendapatkan dokumen standar lebih lengkap daripada tahun ini
		c. Persentase (%) stakeholder terkait yang menggunakan standar mutu yang sama sebagai acuan kualitas pada tahun ini terhadap tahun sebelumnya	Meningkatkan keseragaman penggunaan standar mutu perkerasan jalan dengan menambah stakeholder yang lebih banyak daripada tahun ini dalam menggunakan standar mutu yang sama
	2. Kemantapan dukungan institusi	a. Persentase (%) selisih antara jumlah peserta realisasi dan target pada tahun ini, dibandingkan terhadap selisih antara jumlah peserta realisasi dan target pada tahun sebelumnya	Meningkatkan kemantapan dukungan institusi dengan menambah jumlah peserta lebih banyak daripada tahun sebelumnya untuk berpartisipasi aktif dalam sosialisasi standar mutu perkerasan jalan
		b. Persentase (%) selisih antara jumlah organisasi profesi yang berpartisipasi aktif tahun ini dan tahun sebelumnya, dibandingkan terhadap jumlah organisasi profesi yang berpartisipasi aktif tahun sebelumnya	Meningkatkan kemantapan dukungan institusi dengan menambah jumlah organisasi profesi lebih banyak daripada tahun sebelumnya untuk berpartisipasi aktif dalam sosialisasi standar mutu perkerasan jalan
	3. Ketepatan jadwal sosialisasi	Persentase (%) selisih waktu antara penyelenggaraan sosialisasi dan dimulainya implementasi standar mutu terhadap durasi waktu terjadwal antara penyelenggaraan sosialisasi dan permulaan implementasi	Ketepatan waktu penyelenggaraan sosialisasi standar mutu perkerasan jalan agar tidak terlalu jauh atau overlapping dengan jadwal implementasinya di lapangan
TPM	1. Ketepatan mutu pengujian	a. Persentase (%) jumlah data ukur yang didapatkan dari mutu pengujian yang kurang tepat dibandingkan terhadap jumlah data ukur yang disyaratkan dalam spesifikasi teknis	Meningkatkan ketepatan mutu pengujian dengan memperbaiki proses pengujian untuk mendapatkan data ukur yang akurat
		b. Persentase (%) jumlah data ukur hasil analisis yang tidak sesuai dengan prosedur analisis standar mutu, dibandingkan terhadap jumlah data ukur yang disyaratkan dalam spesifikasi teknis	Meningkatkan ketepatan mutu pengujian dengan memperbaiki prosedur implementasi untuk mendaptkan dat a ukur yang sesuai spesifikasi teknis

Tabel 4.130. (Lanjutan)

Faktor	Variabel	Indikator pengukuran	Solusi penanganan perbaikan pemberlakuan standar mutu perkerasan jalan jika kecenderungan pengaruh variabel-variabelnya dalam kondisi makin buruk
	2. Ketepatan volume pengujian	a. Persentase (%) jumlah sampel yang tidak memenuhi prosedur standar pengambilan sampling terhadap jumlah sampel yang dibutuhkan sesuai tuntutan spesifikasi teknis	Meningkatkan ketepatan volume pengujian mutu dengan memperbaiki jumlah sampel benda uji yang sesuai prosedur pengambilan sampling
		b. Persentase (%) jumlah sampel yang mengalami kesalahan pelaporan administrasi teknik terhadap jumlah sampel yang dibutuhkan sesuai tuntutan spesifikasi teknis	Meningkatkan ketepatan volume pengujian mutu dengan menghindari terjadinya kesalahan pelaporan administrasi teknis
	3. Ketepatan waktu pengujian	a. Persentase (%) keterlambatan waktu terhadap pengujian mutu terhadap batas akhir jadwal pengujian mutu, dibandingkan terhadap durasi waktu terjadwal yang ditetapkan untuk pengujian mutu	Meningkatkan ketepatan waktu pengujian mutu terhadap jadwal yang ditetapkan di lapangan
		b. Persentase (%) jumlah data ukur yang didapatkan dari uji mutu di lapangan terhadap jumlah sampel yang ditargetkan sesuai spesifikasi teknis	Meningkatkan ketepatan waktu pengujian mutu dengan pencapaian target data ukur yang ditetapkan di lapangan

Tabel 4.131. Solusi perbaikan subsistem *outcome* (manfaat) pemberlakuan standar mutu perkerasan jalan

Faktor	Variabel	Indikator pengukuran	Solusi penanganan perbaikan pemberlakuan standar mutu perkerasan jalan jika kecenderungan pengaruh variabel-variabelnya dalam kondisi makin buruk
TKS	1. Daya Dukung Perkerasan	a. Persentase (%) perbedaan rating PCI antara kondisi sebelum dan satu tahun pertama sesudah peningkatan atau pemeliharaan berkala	Mengevaluasi daya dukung perkerasan jalan dengan menghitung rating PCI perkerasan eksisting
		b. Persentase (%) perbedaan panjang jalan yang memiliki SDI>50 antara kondisi sebelum dan satu tahun pertama sesudah peningkatan atau pemeliharaan berkala	Mengevaluasi daya dukung perkerasan jalan dengan menghitung jumlah panjang ruas jalan eksisting yang memiliki SDI>50
	2. Drainase Permukuaan Jalan	Persentase (%) perbedaan waktu (lama) air limpasan menggenang di atas permukaan jalan antara kondisi sebelum dan satu tahun pertama sesudah peningkatan atau pemeliharaan berkala	Mengevaluasi drainase permukaan jalan dengan menghitung data lama waktu air limpasan menggenang di atas permukaan jalan eksisting
	3. Kondisi Beban Lalu Lintas	Persentase (%) perbedaan nilai TF (truck factor) antara kondisi sebelum dan satu tahun pertama sesudah peningkatan atau pemeliharaan berkala	Mengevaluasi kondisi beban lalulintas dengan menghitung ulang nilai TF (*truck factor*) pada ruas jalan eksisting
TKF	1. Ketepatan pemeliharaan jalan	Persentase (%) waktu keterlambatan pelaksanaan pemeliharaan berkala terhadap jadwal akhir pemeliharaan berkala (ditetapkan berdasarkan hasil penelitian performansi permukaan jalan), selanjutnya dibandingkan terhadap jumlah waktu yang diperlukan untuk mela	Mengevaluasi ketepatan pelaksanaan pemeliharaan berkala terhadap performansi permukaan perkerasan jalan eksisting
	2. Performansi permukaan jalan	Persentase (%) perbedaan nilai IRI permukaan perkerasan jalan pada kondisi sebelum dan satu tahun pertama sesudah peningkatan atau pemeliharaan berkala perkerasan jalan	Mengevaluasi kondisi performansi permukaan perkerasan jalan dengan menghitung ulang nilai IRI pada permukaan perkerasan jalan eksisting
	3. Faktor regional	Persentase (%) perbedaan jumlah kendaraan berat pada kondisi sebelum dan satu tahun pertama sesudah peningkatan atau pemeliharaan berkala perkerasan jalan	Mengevaluasi faktor regional dengan menghitung ulang persentase (%) kendaraan berat yang lewat pada ruas jalan eksisting

Tabel 4.132. Solusi perbaikan subsistem *impact* (dampak) pemberlakuan standar mutu perkerasan jalan

Faktor	Variabel	Indikator pengukuran	Solusi penanganan perbaikan pemberlakuan standar mutu perkerasan jalan jika kecenderungan pengaruh variabel-variabelnya dalam kondisi makin buruk
TMJ	1. Kondisi *potholes* perkerasan	a. Persentase (%) perbedaan luas (m^2) *ravelling* permukaan perkerasan tiap kilometer panjang jalan antara kondisi sebelum dan satu tahun pertama setelah peningkatan atau pemeliharaan berkala	Mengevaluasi kondisi *pothole* perkerasan jalan eksisting dengan menghitung luasan *ravelling* permukaan tiap kilometer panjang jalan
		b. Persentase (%) perbedaan jumlah pothole permukaan perkerasan tiap kilometer panjang jalan antara kondisi sebelum dan satu tahun pertama setelah peningkatan atau pemeliharaan berkala	Mengevaluasi kondisi pothole perkerasan jalan eksisting dengan menghitung jumlah *pothole* permukaan tiap kilometer panjang jalan
	2. Kondisi deformasi perkerasan	Persentase (%) perbedaan luas (m^2) deformation permukaan perkerasan tiap kilometer panjang jalan antara kondisi sebelum dan satu tahun pertama setelah peningkatan atau pemeliharaan berkala	Mengevaluasi kondisi deformasi perkerasan jalan eksisting dengan menghitung luasan deformasi permukaan tiap kilometer panjang jalan
	3. Kondisi *rutting* perkerasan	a. Persentase (%) perbedaan luas (m^2) *rutting* permukaan perkerasan tiap kilometer panjang jalan antara kondisi sebelum dan satu tahun pertama setelah pelaksanaan peningkatan atau pemeliharaan berkala	Mengevaluasi kondisi *rutting* perkerasan jalan eksisting dengan menghitung luasan rutting permukaan tiap kilometer panjang jalan
		b. Persentase (%) perbedaan luas (m^2) *alligator cracking* permukaan perkerasan tiap kilometer panjang jalan antara kondisi sebelum dan satu tahun pertama setelah pelaksanaan peningkatan atau pemeliharaan berkala	Mengevaluasi kondisi *alligator cracking* perkerasan jalan eksisting dengan menghitung luasan alligator cracking permukaan tiap kilometer panjang jalan
		c. Persentase (%) perbedaan luas (m^2) *corrugation* permukaan perkerasan tiap kilometer panjang antara kondisi sebelum dan satu tahun pertama setelah pelaksanaan peningkatan atau pemeliharaan berkala	Mengevaluasi kondisi corrugation perkerasan jalan eksisting dengan menghitung luasan corrugation permukaan tiap kilometer panjang jalan
TNJ	1. Kondisi kerataan permukaan	Persentase (%) perbedaan nilai RCI perkerasan jalan antara kondisi sebelum dan satu tahun pertama setelah peningkatan atau pemeliharaan berkala	Mengevaluasi kondisi kerataan permukaan dengan menghitung nilai RCI permukaan perkerasan jalan eksisting
	2. Kemiringan melintang permukaan	Persentase (%) pengurangan slope kemiringan melintang permukaan perkerasan jalan terhadap standar slope kemiringan melintang maksimal yang diijinkan	Mengevaluasi kemiringan melintang permukaan dengan menghitung ulang kemiringan melintang permukaan perkerasan jalan eksisting
	3. Kondisi kekesatan permukaan	a. Persentase (%) perbedaan jumlah kecelakaan kendaraan akibat slip (tergelincir) pada kondisi antara sebelum dan satu tahun pertama setelah peningkatan atau pemeliharaan berkala	Mengevaluasi kondisi kekesatan permukaan dengan menghitung jumlah kecelakaan kendaraan akibat slip roda kendaraan terhadap permukaan perkerasan jalan eksisting
		b. Persentase (%) perbedaan luasan (m^2) bleeding permukaan perkerasan per kilometer panjang jalan antara kondisi sebelum dan satu tahun pertama setelah peningkatan atau pemeliharaan berkala	Mengevaluasi kondisi kekesatan permukaan perkerasan jalan eksisting dengan menghitung luasan *bleeding* per kilometer panjang jalan
		c. Persentase (%) perbedaan nilai *skid resistance* permukaan perkerasan antara kondisi sebelum dan satu tahun pertama setelah peningkatan atau pemeliharaan berkala	Mengevaluasi kondisi kekesatan permukaan perkerasan jalan eksisting dengan menghitung nilai *skid resistance* permukaan perkerasannya

BAB V. PENGEMBANGAN PERANGKAT LUNAK MESTAM_JALAN

A. Konsep Berpikir Pengembangan Perangkat Lunak

1. Maksud dan tujuan

Pengembangan perangkat lunak program monitoring dan evaluasi kinerja pemberlakuan standar mutu perkerasan jalan (SMPJ) dibangun untuk mengaplikasikan struktur *logic model* yang hierarkis dan komprehensif terhadap pemberlakuan SMPJ yang berbasis pendekatan sistemik (*input-process-output-outcome-impact*). *Logic model* yang dibangun tersebut dapat ditunjukkan dalam Gambar 4.239. Istilah MESTAM_JALAN digunakan sebagai akronim aplikasi model yang dibangun dengan pengembangan perangkat lunak, yang tidak lain merupakan kepanjangan dari: ”Monitoring dan Evaluasi pemberlakuan STAndar Mutu perkerasan JALAN”. Maksud dan tujuan pengembangan perangkat lunak MESTAM_JALAN, adalah:

a) memodelkan hasil analisis bobot perbandingan tingkat kepentingan: (i) antar variabel terhadap faktor; (ii) antar faktor terhadap subsistem; (iii) antar subsistem terhadap sistem, yang dibangun dalam bahasa program komputer yang *user friendly*, termasuk di dalamnya mencakup solusi dan rekomendasi penyempurnaan dan peningkatan pemberlakuan SMPJ sebagai umpan balik perbaikan pencapaian mutu perkerasan jalan;
b) hasil pemodelan merupakan alat bantu kebijakan bagi pengambil keputusan dalam menetapkan alternatif pengelolaan perkerasan jalan yang tepat;
c) membangun sistem basis data mutu perkerasan jalan dan kinerja pemberlakuan SMPJ pada suatu ruas jalan tertentu, sebagai dasar keputusan berfikir dalam merencanakan program peningkatan dan pemeliharaan berkala; dan
d) hasil pemodelan dapat digunakan sebagai instrumen evaluasi kinerja implementasi suatu standar mutu antar ruas jalan dalam satu propinsi dan atau

antar propinsi sehingga dapat direkomendasikan solusi penyempurnaan prosedur implementasinya secara komprehensif.

2. Metodologi pengembangan perangkat lunak

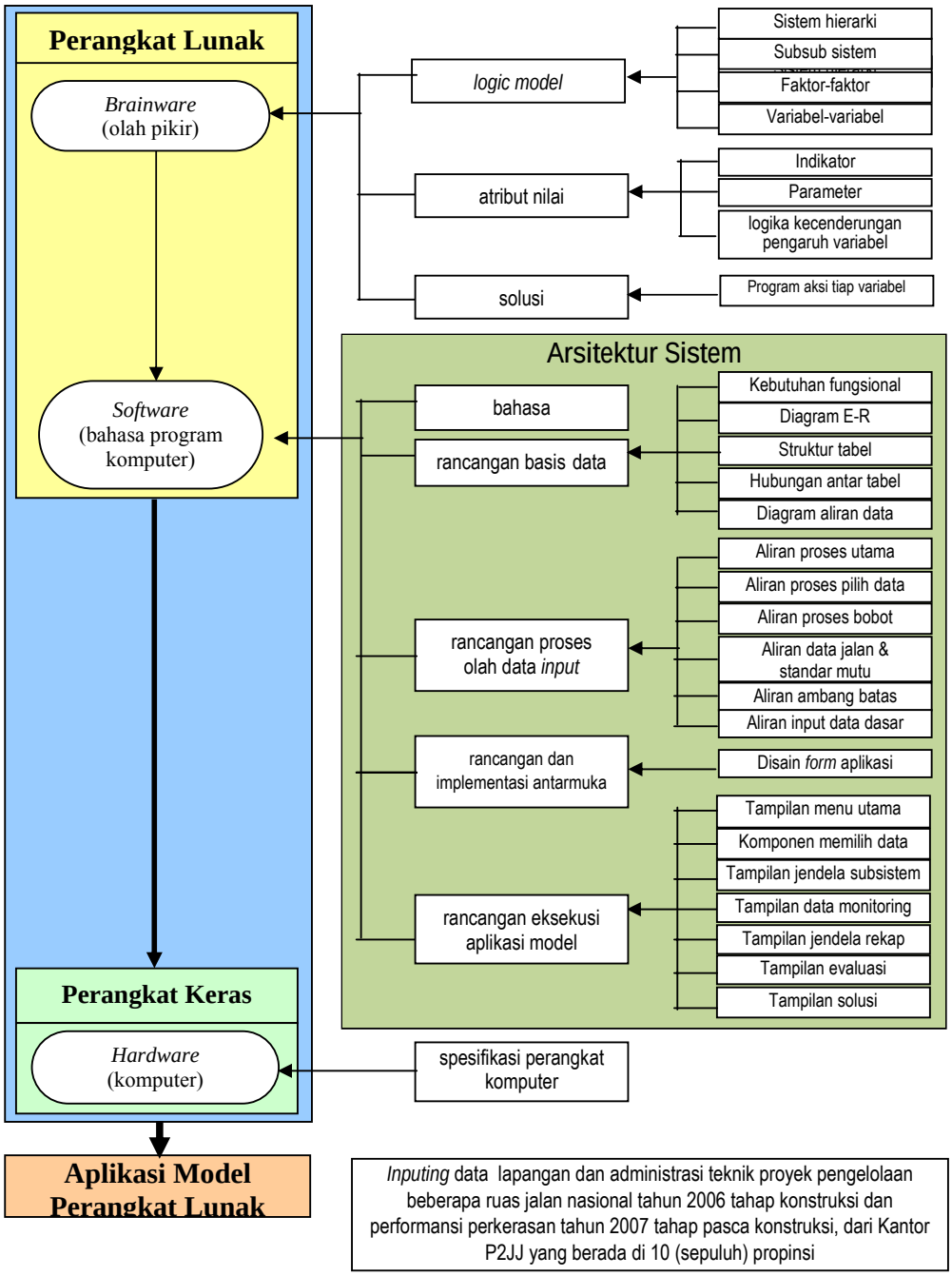
Pengembangan perangkat lunak MESTAM_JALAN didasarkan pada kerangka berpikir penelitian disertasi ini yang dapat ditunjukkan dalam Gambar 2.28 dan Gambar 2.29. Pada prinsipnya perangkat lunak yang dibangun terdiri atas: (i) *brainware* (olah pikir); dan (ii) *software* (bahasa program komputer).

Brainware yang dibangun dengan pendekatan teori dan analisis data survai pendapat pakar, telah merumuskan: (i) *logic model* yang hierarkis dan komprehensif berbasis pendekatan sistemik sebagaimana ditunjukkan dalam Gambar 4.239; (ii) sekumpulan atribut nilai yang dinyatakan dalam indikator beserta parameter untuk mengukur kecenderungan pengaruh variabel terhadap faktor pemberlakuan SMPJ serta dilengkapi dengan logika pengukuran pengaruhnya; (iii) solusi penyempurnaan pemberlakuan SMPJ yang mendiskripsikan program aksi terhadap variabel tertentu jika kecenderungan pengaruhnya makin buruk terhadap pemberlakuan SMPJ.

Software yang dibangun dengan pendekatan bahasa pogram komputer *(Delphi)* mampu mentransfer *brainware* ke dalam arsitektur sistem komprehensif yang secara hierarki terdiri atas: (i) bahasa pemrograman; (ii) rancangan basis data (kebutuhan fungsional, diagram E-R, struktur dan hubungan antar tabel, diagram aliran data); (iii) rancangan proses olah data *input* (aliran proses utama, aliran proses pilih data, aliran proses bobot, aliran data jalan dan standar mutu, aliran ambang batas dan aliran masukan data dasar); (iv) rancangan dan implementasi antarmuka; (v) rancangan eksekusi aplikasi model yang menyajikan tampilan-tampilan: menu utama, komponen memilih data, jendela subsistem, data monitoring, jendela rekap, evaluasi dan solusi). Aplikasi model MESTAM_JALAN memerlukan sebuah perangkat komputer (*hardware*) yang dapat menjalankan pengoperasian arsitektur sistem yang dibangun dalam bahasa program *Delphi* tersebut.

Verifikasi perangkat lunak model MESTAM_JALAN agar dapat berjalan sesuai dengan kerangka berfikir dalam penelitian disertasi ini, maka diperlukan aplikasi model tersebut terhadap data lapangan dan administrasi teknik proyek

pengelolaan beberapa ruas jalan nasional tahun 2006 dari Kantor P2JJ yang berada di 10 (sepuluh) propinsi. Proses aplikasi model tersebut pada dasarnya untuk memastikan bahwa model MESTAM_JALAN dapat dioperasikan secara hierarki dan komprehensif yang berbasis pendekatan sistemik sehingga mampu menampilkan informasi dan solusi atau rekomendasi yang dapat diterima secara logis. Secara diagramatis, metodologi pengembangan perangkat lunak model MESTAM_JALAN dapat ditunjukkan dalam Gambar 5.1. Uraian detail dari arsitektur sistem dan ujicoba model MESTAM_JALAN dapat ditunjukkan dalam Lampiran-6 (halaman 1 sampai 73).



Studi kasus

Gambar 5.1. Metodologi pengembangan perangkat lunak model MESTAM_JALAN

B. Aplikasi Model

1. Obyek implementasi model

Performansi rata-rata data SDM tiap unit pengendali mutu perkerasan jalan di 10 (sepuluh) propinsi dapat ditunjukkan dalam Tabel 5.1. Secara ideal sesuai tugas pokok dan fungsi pengendali mutu perkerasan jalan (Ditjen Bina Marga, 2006.a) terdiri atas : (i) dua orang dari tim direksi lapangan (pihak *owner)*; (ii) empat orang dari tim *quality control engineer* (pihak konsultan); dan (iii) tiga orang dari tim *site engineer* (pihak kontraktor).

Tabel 5.1. Performansi SDM tiap unit kerja pengendali mutu

Performansi SDM tiap unit kerja pengendali mutu perkerasan jalan tiap propinsi	Sumatera Utara	Riau	Jawa Barat	Jawa Tengah	Jawa Timur	Timur	Sulawesi Tengah	Sulawesi Selatan	NTT	Papua
jumlah SDM	9	8	8	8	8	8	7	7	5	4
SDM yang memiliki sertifikasi keahlian madya	3	3	5	5	5	5	2	2	1	1
SDM berpendidikan minimal sarjana teknik sipil	5	5	6	6	6	5	3	5	2	1
SDM berpengalaman minimal lima tahun mengendalikan mutu perkerasan jalan	4	4	5	5	5	3	3	4	2	1
SDM yang mengikuti CPD dua kali per tahun dan *training* keahlian madya	4	4	5	5	5	4	4	4	2	1

Sumber: Ditjen Bina Marga (2006.c - 2006.l)

Dari Tabel 5.1 dapat dicermati bahwa jumlah SDM tiap unit kerja pengendali mutu di tiap propinsi yang ditinjau rata-rata 8 (delapan) orang, kecuali NTT dan Papua masing-masing 5 (lima) dan 4 (empat) orang. Namun demikian performansi SDM yang sangat berpengaruh bukan jumlahnya melainkan kompetensi profesi, tingkat pendidikan, pengalaman kerja dan pelatihan profesi. Kompetensi profesi SDM tiap unit kerja pengendali mutu pada tiap propinsi yang ditinjau, secara rata-rata menunjukkan bahwa SDM yang memiliki sertifikasi keahlian madya di Jawa Barat,

Jawa Timur dan Jawa Tengah masing-masing 60%, diikuti Sulawesi Selatan, Riau dan Kalimantan Timur masing-masing 45%, selanjutnya Sumatera Utara 30%, Sulawesi Tengah 30%, serta NTT dan Papua masing-masing hanya 25%. Jenjang pendidikan SDM tiap unit kerja pengendali mutu, menunjukkan bahwa SDM yang berpendidikan sarjana teknik sipil di Jawa Barat, Jawa Tengah dan Jawa Timur rata-rata 75%, diikuti sulawesi Selatan, Riau, Kalimantan Timur dan Sumatera Utara masing-masing 65%, selanjutnya Sulawesi Tengah 45% serta NTT dan Papua masing-masing 40% dan 30%. Pengalaman kerja SDM tiap unit pengendali mutu , menunjukkan bahwa SDM yang berpengalaman minimal lima tahun mengendalikan mutu perkerasan jalan di Jawa Barat, Jawa Tengah dan Jawa Timur masing-masing 65%, diikuti Sulawesi Selatan, Riau dan Kalimantan Timur masing-masing 50%, selanjutnya Sumatera Utara, Sulawesi Tengah dan NTT masing-masing 40% serta Papua masih di bawah 35%. Pelatihan ketrampilan khusus SDM tiap unit pengendali mutu, menunjukkan bahwa SDM yang mengikuti CPD dua kali per tahun dan *training* keahlian madya di Jawa Barat, Jawa Tengah dan Jawa Timur masing-masing 62%, diikuti Sulawesi Selatan, Riau dan Kalimantan Timur masing-masing 50%, selanjutnya NTT, Sulawesi Tengah dan Sumatera Utara masing-masing 40%, 50% dan 45% serta Papua hanya 20%. Kondisi performansi SDM tersebut menggambarkan bahwa kualitas SDM tiap unit kerja pengendali mutu tidak sama antar wilayah propinsi walaupun persyaratan konstruksi perkerasan jalan dan standar mutunya sama. Secara umum, propinsi di Jawa memiliki kualitas SDM pengendali mutu yang lebih baik daripada Sumatera dan daerah lainnya. Implikasi dari kondisi SDM tersebut akan berdampak secara kualitatif terhadap hasil performansi perkerasan jalan setelah jalan beroperasi satu tahun awal dari umur pelayanannya. Berkaitan dengan hal tersebut, Tabel 5.2 menyajikan kondisi kemantapan perkerasan jalan nasional di 10 (sepuluh) propinsi yang diharapkan dapat memberikan gambaran korelasi kualitatif dengan performansi SDM pengendali mutu (Tabel 5.1).

Tabel 5.2. Kondisi kemantapan perkerasan jalan nasional

Propinsi	Panjang jalan nasional per propinsi (km)	Nilai IRI >7,0 m/km		Kerusakan struktural	
		Panjang (km)	persentase (%)	Panjang (km)	persentase (%)
Sumatera Utara	2098,05	467,03	22,26	422,55	20,14

Riau	1126,11	158,67	14,09	142,57	12,66
Jawa Barat	1140,69	66,12	5,80	51,55	4,50
Jawa Tengah	1297,63	98,75	7,61	71,36	5,50
Jawa Timur	1899,21	124,55	6,56	87,21	4,59
Kalimantan Timur	1539,70	534,53	34,72	406,48	26,40
Sulawesi Selatan	1468,30	206,14	14,04	185,14	12,61
Sulawesi Tengah	1806,46	651,47	36,06	502,20	27,80
Nusa Tenggara Timur	1273,02	650,95	51,13	523,98	41,16
Papua	2303,16	1879,70	81,61	1018,46	44,22

Sumber: Ditjen Bina Marga (2006.b)

Kemantapan perkerasan jalan pada tiap propinsi yang ditinjau, secara rata-rata menunjukkan bahwa persentase panjang jalan yang memiliki nilai IRI > 7,0 m/km di Jawa Barat, Jawa Tengah dan Jawa Timur masing-masing 5,80%, 7,61% dan 6,56%; diikuti Sulawesi Selatan, Riau dan Sumatera Utara masing-masing 14,04%, 14,09% dan 22,26%; selanjutnya Kalimantan Timur, Sulawesi Tengah, NTT dan Papua masing-masing lebih besar dari 30% terhadap panjang jalan nasional yang dimiliki. Demikian pula, secara rata-rata persentase panjang jalan yang mengalami kerusakan struktural di Jawa Barat, Jawa Tengah dan Jawa Timur masing-masing 4,50%, 5,50% dan 4,59%; diikuti Sulawesi Selatan, Riau dan Sumatera Utara masing-masing 12,61%, 12,66% dan 20,14%; selanjutnya Kalimantan Timur, Sulawesi Tengah, NTT dan Papua masing-masing lebih besar 25 % dari panjang jalan nasional tiap propinsi yang ditinjau.

Dari uraian tersebut dapat ditunjukkan bahwa persentase panjang jalan rusak di Jawa Barat, Jawa Tengah dan Jawa Timur masing-masing lebih kecil dari 10% terhadap panjang jalan nasional yang dimilikinya karena didukung oleh performansi SDM unit kerja pengendali mutu yang jauh lebih handal daripada propinsi lain. Kondisi tersebut sangat jauh berbeda jika dibandingkan dengan wilayah NTT dan Papua, persentase panjang jalan rusak pada kedua wilayah ini masing-masing sudah di atas 40% terhadap panjang jalan nasional yang dimilikinya karena tidak didukung SDM pengendali mutu yang handal. Hal ini dapat dicermati dalam tiap unit kerja pengendali mutu perkerasan jalan di kedua propinsi tersebut masih di bawah 40% dari SDM-nya yang berpendidikan sarjana teknik sipil dan masih di bawah 25% dari SDM-nya yang memiliki sertifikasi keahlian madya.

Secara anologis, komparasi performansi SDM pengendali mutu dan kemantapan jalan antar propinsi dapat diverifikasi dengan aplikasi model

MESTAM_JALAN pada beberapa ruas jalan nasional yang mewakili propinsi. Aplikasi model tersebut untuk memonitor dan mengevaluasi implementasi standar mutu perkerasan jalan pada saat konstruksi sampai pasca konstruksi. Berdasarkan diskripsi data lapangan di 10 (sepuluh) propinsi (Tabel 5.1 dan Tabel 5.2) maka verifikasi model MESTAM_JALAN akan dapat diterima jika performansi SDM pengendali mutu yang makin baik dan persentase panjang jalan rusak makin kecil akan berpengaruh secara langsung terhadap tingkat pencapaian subsistem *input* dan subsistem *impact* pemberlakuan standar mutu yang makin sempurna. Dengan kata lain, tingkat pencapaian pemberlakuan standar mutu perkerasan jalan di Jawa Barat, Jawa Tengah dan Jawa Timur akan jauh lebih baik daripada di Sulawesi Selatan, Riau dan Kalimantan Timur serta propinsi lainnya. Standar mutu yang dimonitor dalam uji model ini adalah SNI 03-1737-1991 tentang tatacara pelaksanaan perkerasan beraspal karena standar ini berkaitan dengan konstruksi perkerasan yang komplek dan sangat signifikan terhadap penyimpangan mutu yang terjadi di lapangan. SNI 03-1737-1991 ini dimonitor dan dievaluasi pemberlakuannya pada 10 (sepuluh) ruas jalan nasional di 10 (sepuluh) propinsi yang terpilih, sebagaimana ditunjukkan dalam Tabel 5.3.

Tabel 5.3. Ruas jalan nasional sebagai obyek aplikasi model MESTAM_JALAN

No	ID Jalan	Nama Jalan	Propinsi	Status
1	005	Medan – Lubuk Pakam	Sumatera Utara	Nasional
2	006.2	Kandis - Duri	Riau	Nasional
3	013	Cirebon - Losari	Jawa Barat	Nasional
4	003	Tegal – Brebes	Jawa Tengah	Nasional
5	016	Waru – Sidoarjo	Jawa Timur	Nasional
6	003.1	Loa Janan – Gereja	Kalimantan Timur	Nasional
7	060	Soe – Nikiniki	Nusa Tenggara Timur	Nasional
8	012	Pangkajene K. - Maros	Sulawesi Selatan	Nasional
9	003	Kebunsari (Talise) – Tawaeli	Sulawesi Tengah	Nasional
10	016	Jayapura - Sentani	Papua	Nasional

Sumber :Ditjen.Bina Marga, Departemen PU (2006.b)

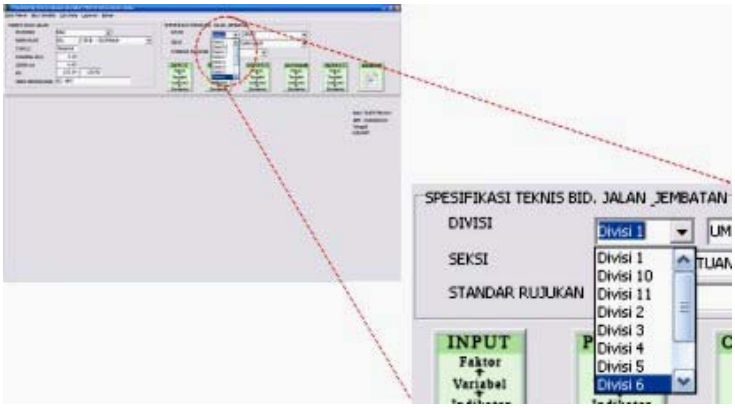
Pengambilan sampel ruas-ruas jalan nasional tersebut berdasarkan pertimbangan aspek teknis yang hampir sama dalam hal lebar dan jenis perkerasan, dan faktor regional. Data monitoring ini didapatkan dari dokumen laporan proyek P2JJ Direktorat Pelaksana Wilayah Barat dan Timur, Ditjen. Bina Marga, Departemen PU (2006). Monitoring dilakukan dengan menghitung indikator beserta parameter tiap variabel yang dipantau pada tiap faktor dan subsistem pemberlakuan SNI 03-

1737-1991. Hasil monitoring pemberlakuan SNI 03-1737-1991 pada tiap ruas jalan tersebut dapat ditunjukkan dalam Lampiran-7 (halaman 1 sampai 6). Pertimbangan pemilihan ruas jalan nasional tersebut sebagai obyek implementasi model MESTAM_JALAN adalah: (i) monitoring data teknis lapangan dicatat bersamaan dengan pelaksanaan konstruksi pemeliharaan berkala dan peningkatan perkerasan jalan tahun anggaran 2006 dan terdokumentasi dalam laporan administrasi proyek yang lengkap; dan (ii) data performansi kerusakan perkerasan jalan dilakukan pada saat operasional awal umur pelayanan pasca konstruksi, dicatat dalam laporan evaluasi proyek tahun 2007; dan (iii) dukungan dan kerjasama pihak lapangan dengan Direktorat Jenderal Bina Marga dan BPK-SDM, Departemen Pekerjaan Umum. Kondisi eksisting perkerasan jalan yang dijadikan obyek aplikasi model MESTAM_JALAN sebelum ditingkatkan adalah berupa konstruksi beton aspal jenis laston yang secara umum memerlukan penanganan pemeliharan berkala maupun peningkatan.

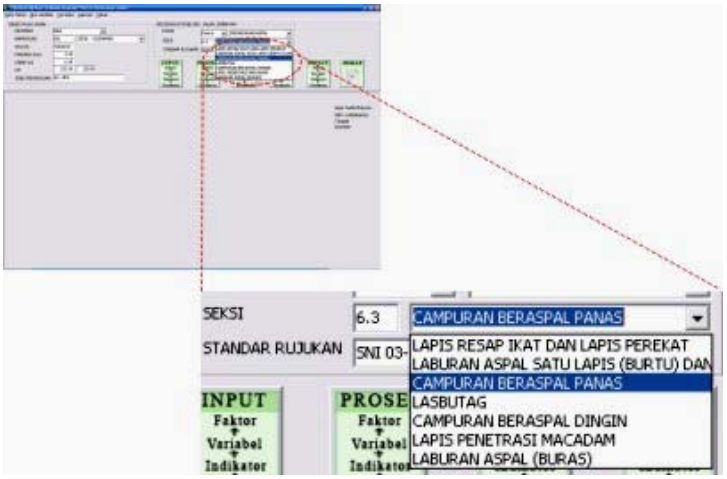
2. Prosedur aplikasi model MESTAM_JALAN

Ujicoba aplikasi model MESTAM_JALAN ini diuraikan secara singkat langkah demi langkah cara monitoring dan evaluasi kinerja pemberlakuan SNI 03-1737-1991, khususnya pada ruas jalan Waru-Sidoarjo (016), Propinsi Jawa Timur, yang dimulai dari subsistem *input, process, output, outcome* sampai dengan *impact.* Urutan langkah-langkah memasukkan data monitoring kinerja perkerasan tahap konstruksi sampai pasca konstruksi perkerasan jalan, adalah sebagai berikut:

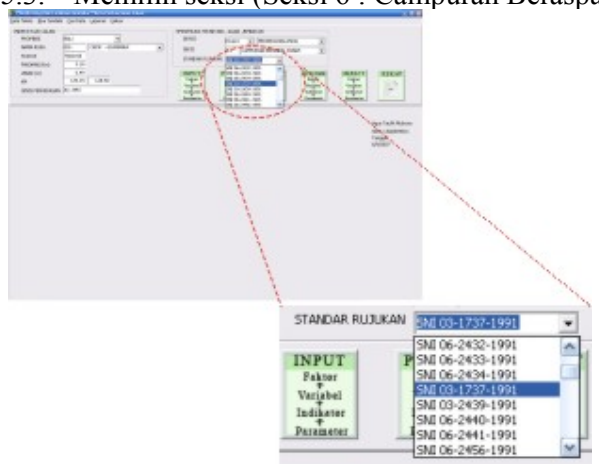
a) Membuka tampilan awal, selanjutnya dicermati *groupbox* Spesifikasi Teknis Bidang Jalan dan Jembatan dan langsung memilih Divisi 6 (Perkerasan Aspal). Langkah selanjutnya memilih Seksi 6.3 (Campuran Beraspal Panas) dari daftar pilihan pada Divisi 6. Setelah itu memilih standar rujukan SNI 03-1737-1991 dari Seksi 6.3. Langkah-langkah tersebut dapat ditunjukkan dalam Gambar 5.2 sampai Gambar 5.4.



Gambar 5.2. Memilih divisi (Divisi 6 : Perkerasan Aspal)

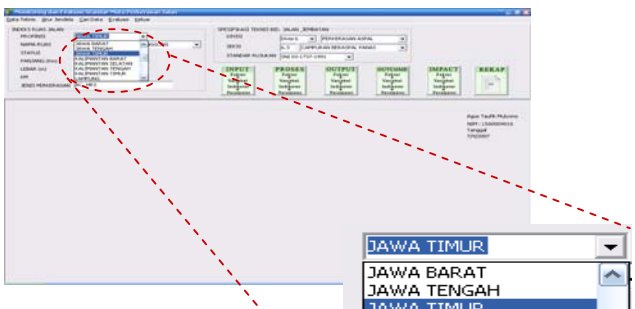


Gambar 5.3. Memilih seksi (Seksi 6 : Campuran Beraspal Panas)

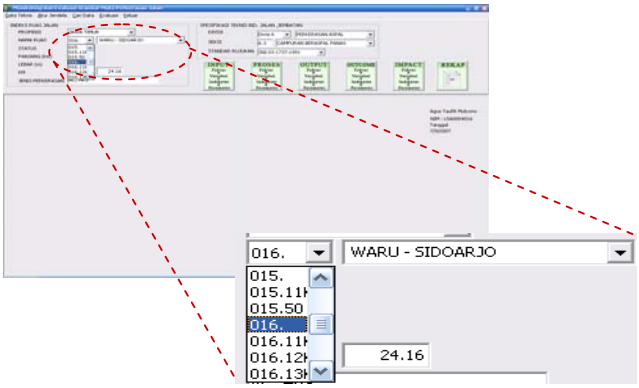


Gambar 5.4. Memilih standar (SNI 03-1737-1991)

b) Membuka tampilan awal, selanjutnya dicermati *combobox* Propinsi dan langsung memilih Propinsi Jawa Timur. Langkah selanjutnya memilih nama ruas Jalan Waru – Sidoarjo dengan nomor ID jalan 016 pada *combobox* ruas jalan. Langkah-langkah tersebut dapat ditunjukkan dalam Gambar 5.5 dan Gambar 5.6.

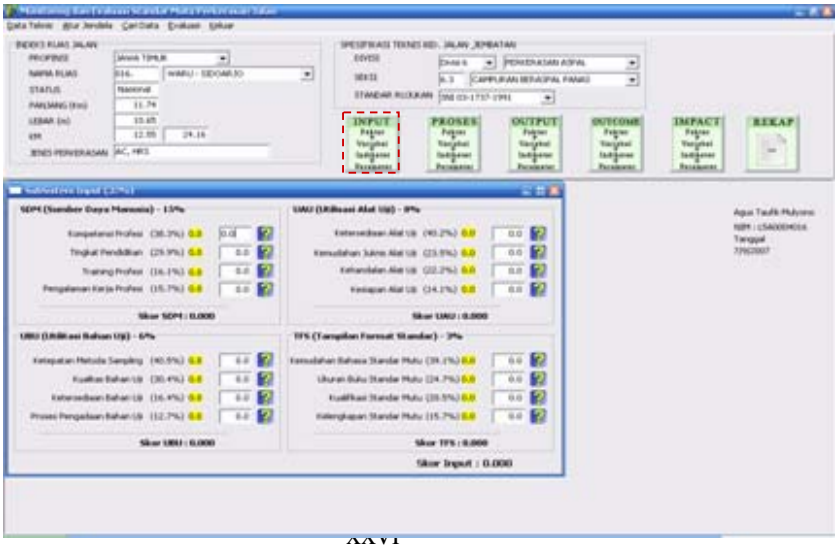


Gambar 5.5. Memilih propinsi (Jawa Timur)



Gambar 5.6. Memilih nama ruas jalan (Waru – Sidoarjo (016))

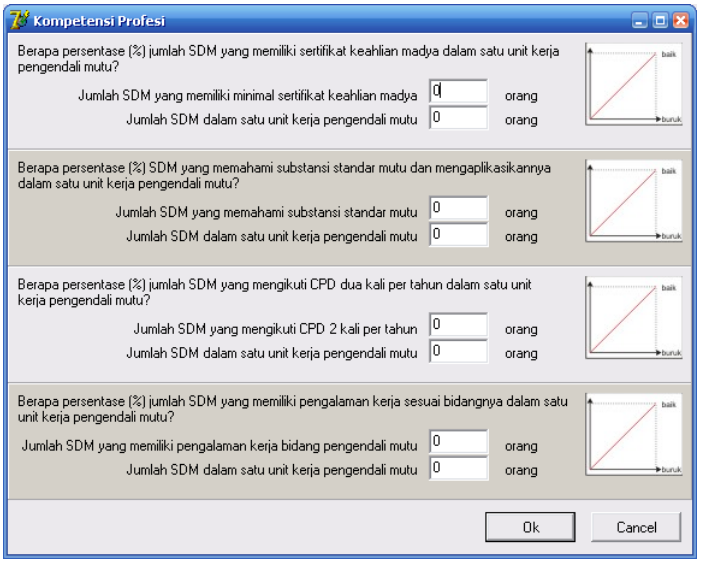
c) Setelah memilih standar mutu SNI 03-1737-1991 yang dimonitor dan ruas jalan Waru-Sidoarjo (016) Jawa Timur yang diamati, maka langkah selanjutnya adalah memasukkan data monitoring kinerja pemberlakuan SNI 03-1737-1991 pada Subsistem *Input* dengan cara tekan tombol Subsistem *Input* untuk menampilkan jendela Subsistem *Input*. Langkah-langkah tersebut dapat ditunjukkan dalam Gambar 5.7.



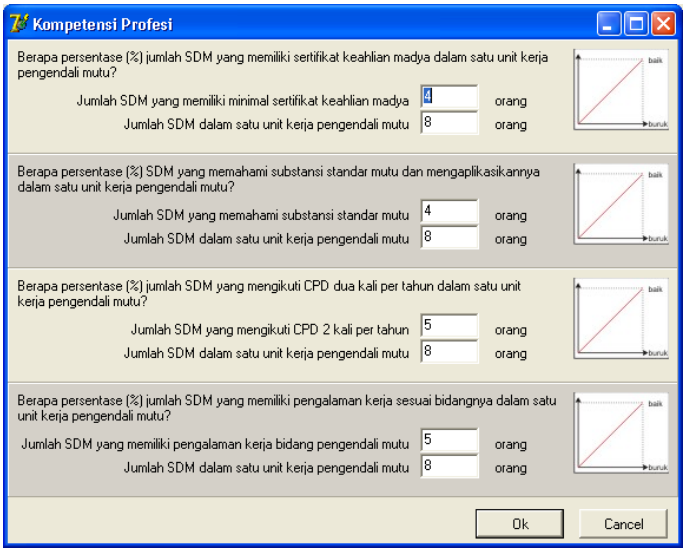
Gambar 5.7. Menampilkan jendela Subsistem *Input*

d) Langkah berikutnya adalah menekan tombol pada indikator Kompetensi Profesi. Setelah itu akan muncul jendela isian data untuk indikator Kompetensi Profesi (lihat Gambar 5.8). Pada tampilan menu awal jendela tersebut, semua kotak isian masih bernilai 0, artinya belum ada data satu pun yang diisikan ke dalam data monitoring standar mutu pada ruas jalan yang diamati. Selain itu, jendela isian tersebut juga dilengkapi diagram logika pengukuran kecenderungan pengaruh indikator pemberlakuan standar mutu perkerasan jalan.

e) Selanjutnya data nilai parameter hasil monitoring kinerja konstruksi dan pasca konstruksi perkerasan jalan (Lampiran-7) diisikan ke dalam kotak isian sesuai dengan pertanyaan dalam indikator Kompetensi Profesi (lihat Gambar 5.9).

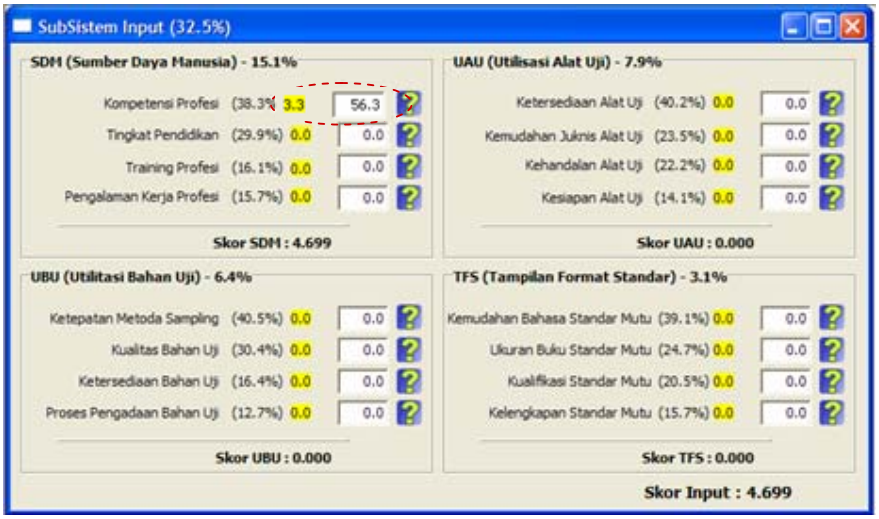


Gambar 5.8. Tampilan jendela isian indikator Kompetensi Profesi



Gambar 5.9. Memasukkan data monitoring indikator Kompetensi Profesi

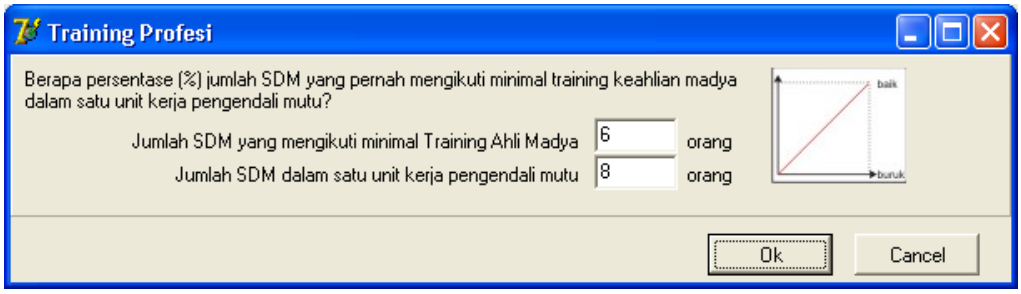
f) Setelah data nilai parameter (Lampiran-7) diisikan ke dalam kotak isian seperti yang ditampilkan dalam contoh Gambar 5.9, langkah selanjutnya adalah menyimpan data dengan menekan tombol ”Ok”. Tampilan jendela isian data indikator Kompetensi Profesi akan kembali ke menu tampilan jendela Subsistem *Input* seperti disajikan dalam Gambar 5.10.



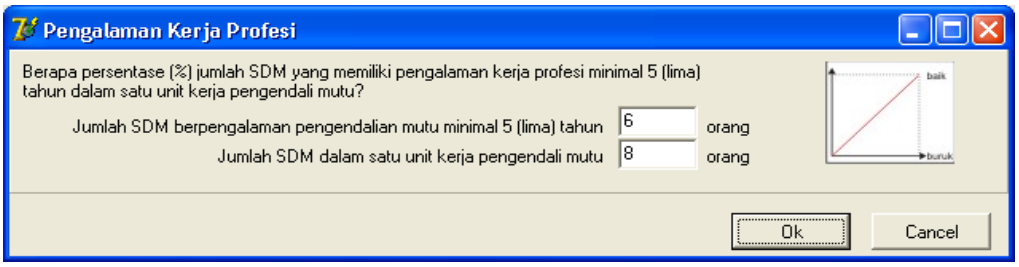
Gambar 5.10. Skor *rating* indikator Kompetensi Profesi berdasarkan data monitoring kinerja perkerasan jalan

g) Langkah berikutnya adalah melakukan memasukkan (*inputing*) data nilai paramater untuk semua indikator dalam Subsistem *Input* dengan cara yang sama mengikuti langkah yang telah dijelaskan dalam butir-d dan butir-e, hingga seluruh jawaban pertanyaan dapat diisikan ke dalam kotak isian pada masing-masing indikator. Jendela tampilan hasil *inputing* data nilai paramater pada masing-masing indikator dalam Subsistem *Input*, dapat ditunjukkan dalam Gambar 5.11 sampai dengan Gambar 5.25.

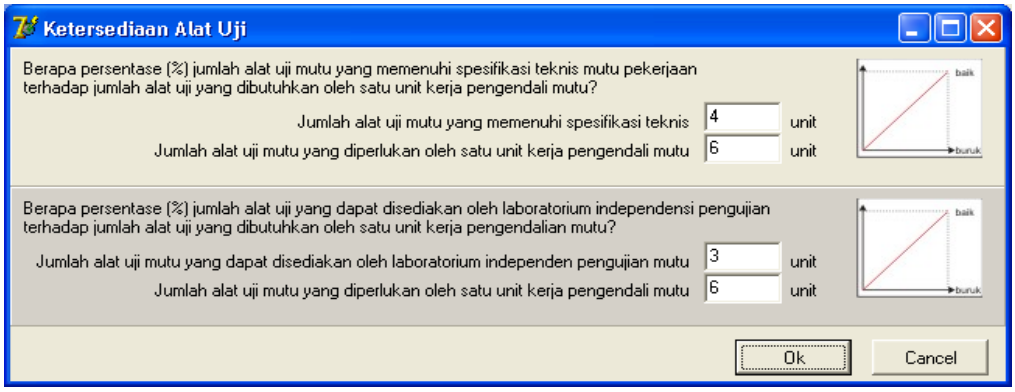
Gambar 5.11. Tampilan hasil *inputing* data nilai parameter indikator Tingkat Pendidikan



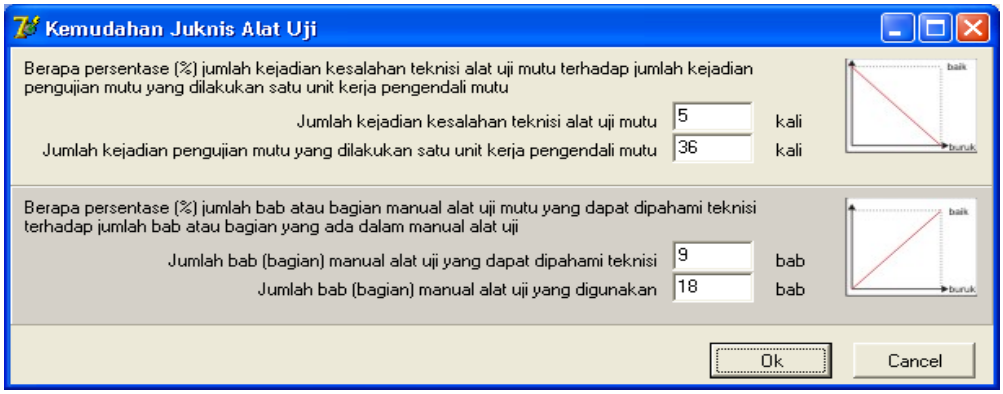
Gambar 5.12. Tampilan hasil *inputing* data nilai parameter indikator *Training* Profesi



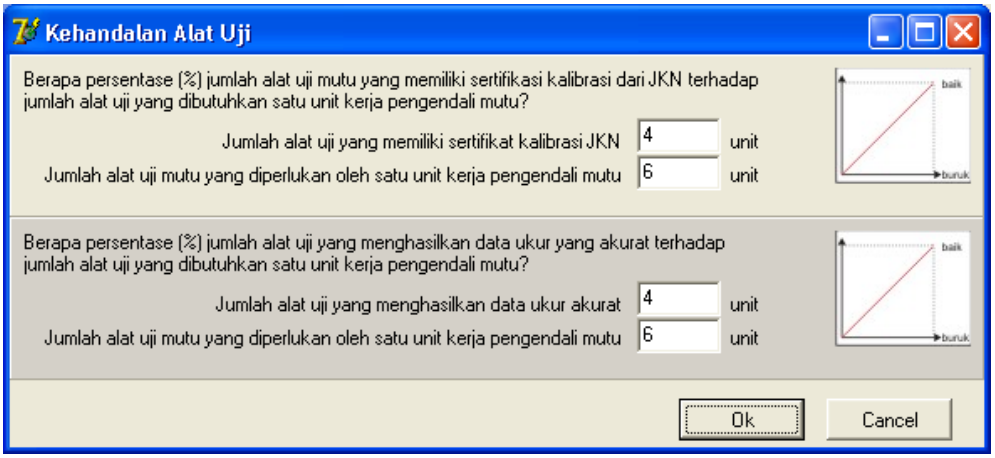
Gambar 5.13. Tampilan hasil *inputing* data nilai parameter indikator Pengalaman Kerja Profesi



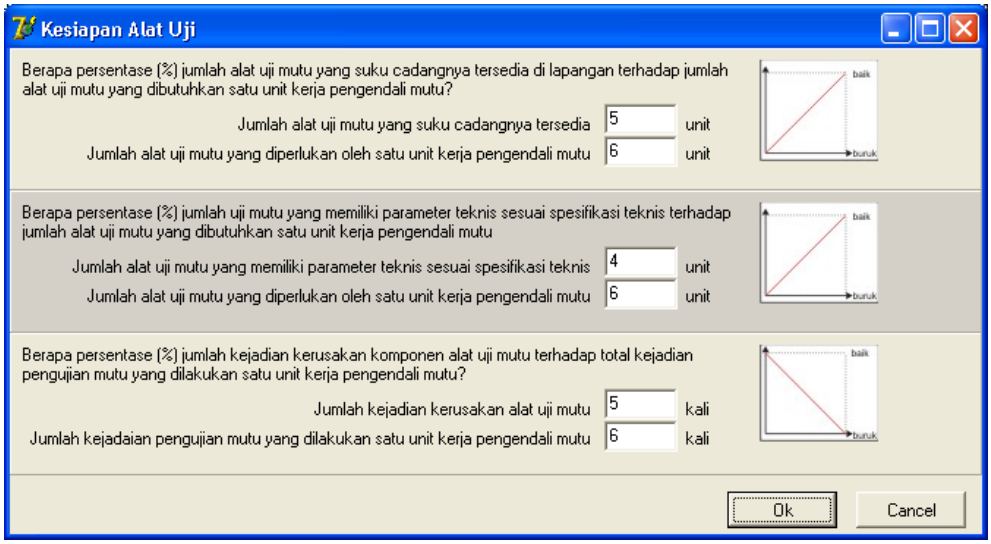
Gambar 5.14. Tampilan hasil *inputing* data nilai parameter indikator Ketersediaan Alat Uji



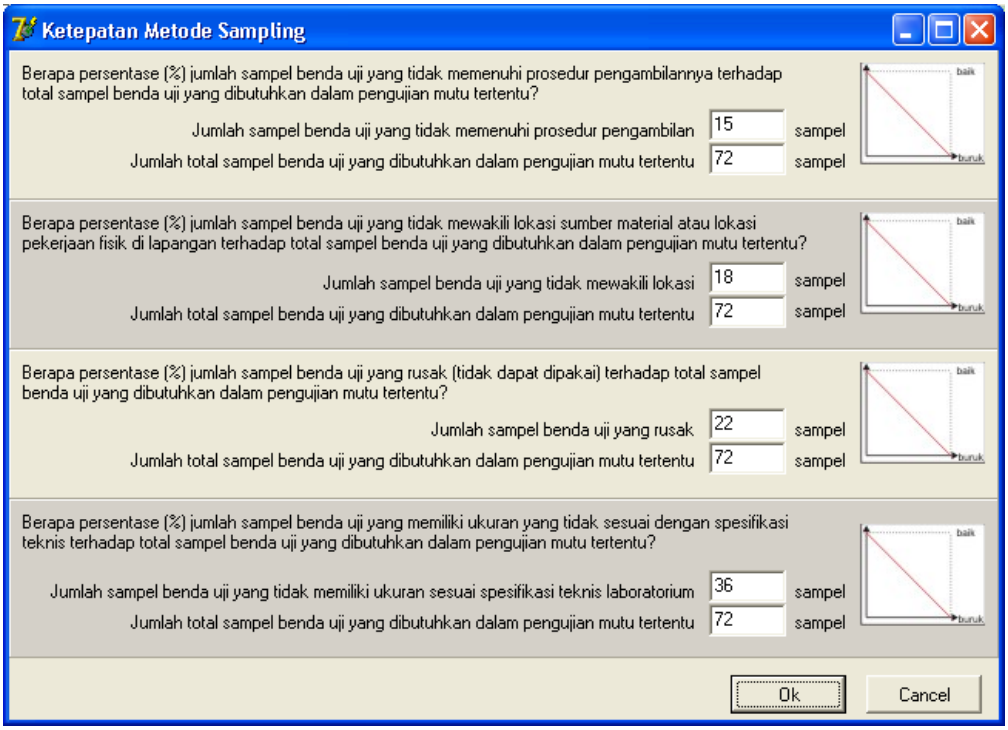
Gambar 5.15. Tampilan hasil *inputing* data nilai parameter indikator Kemudahan Juknis Alat Uji



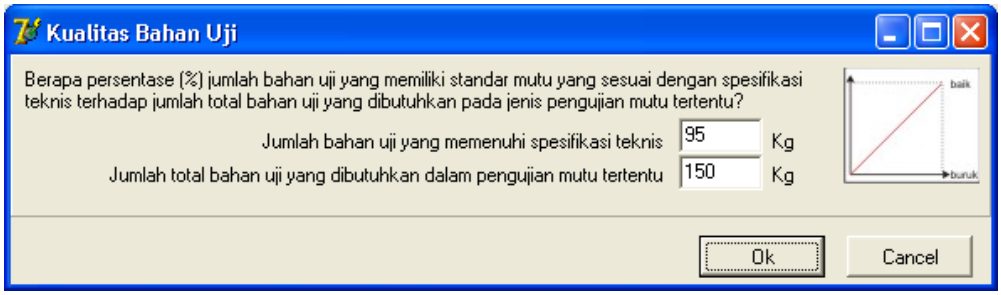
Gambar 5.16. Tampilan hasil *inputing* data nilai parameter indikator Kehandalan Alat Uji



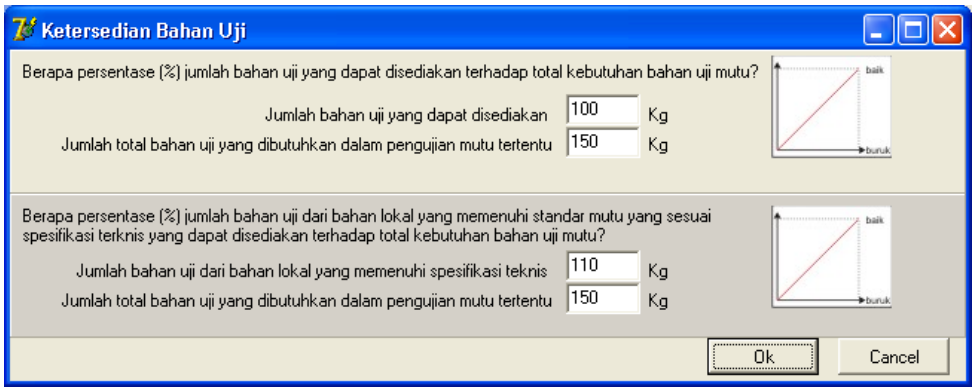
Gambar 5.17. Tampilan hasil *inputing* data nilai parameter indikator Kesiapan Alat Uji



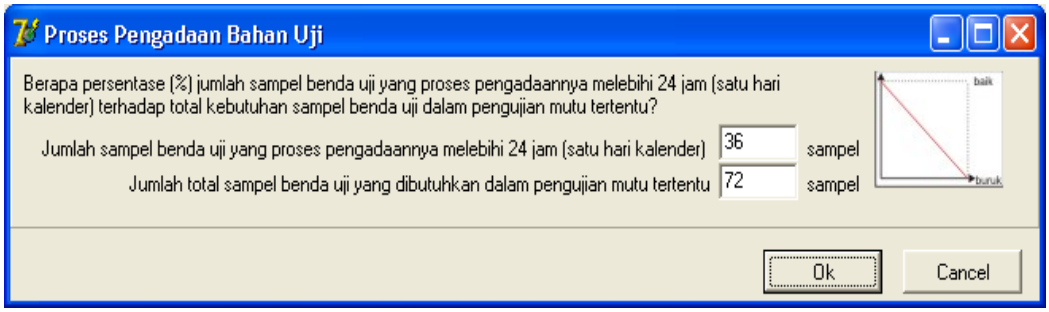
Gambar 5.18. Tampilan hasil *inputing* data nilai parameter indikator Ketepatan Metode Sampling



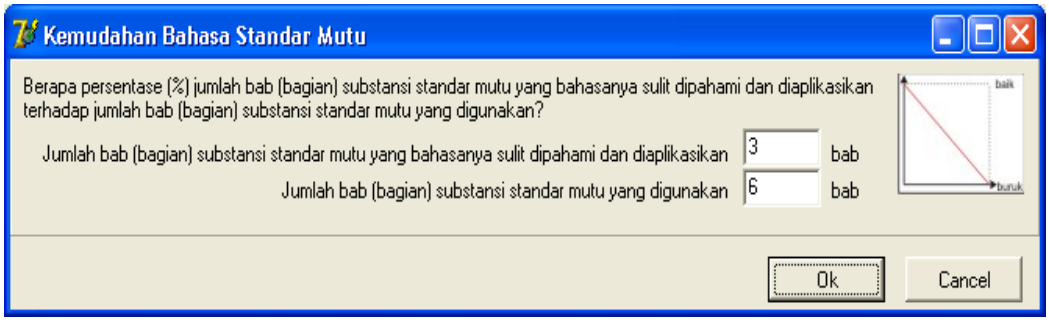
Gambar 5.19. Tampilan hasil *inputing* data nilai parameter indikator Kualitas Bahan Uji



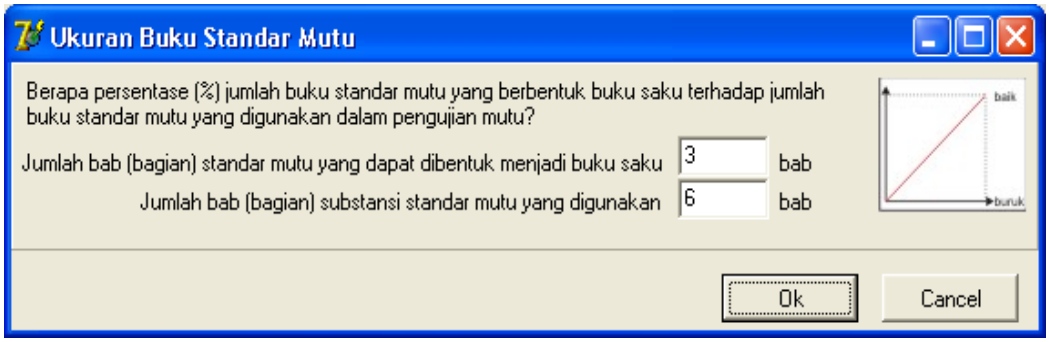
Gambar 5.20. Tampilan hasil *inputing* data nilai parameter indikator Ketersediaan Bahan Uji



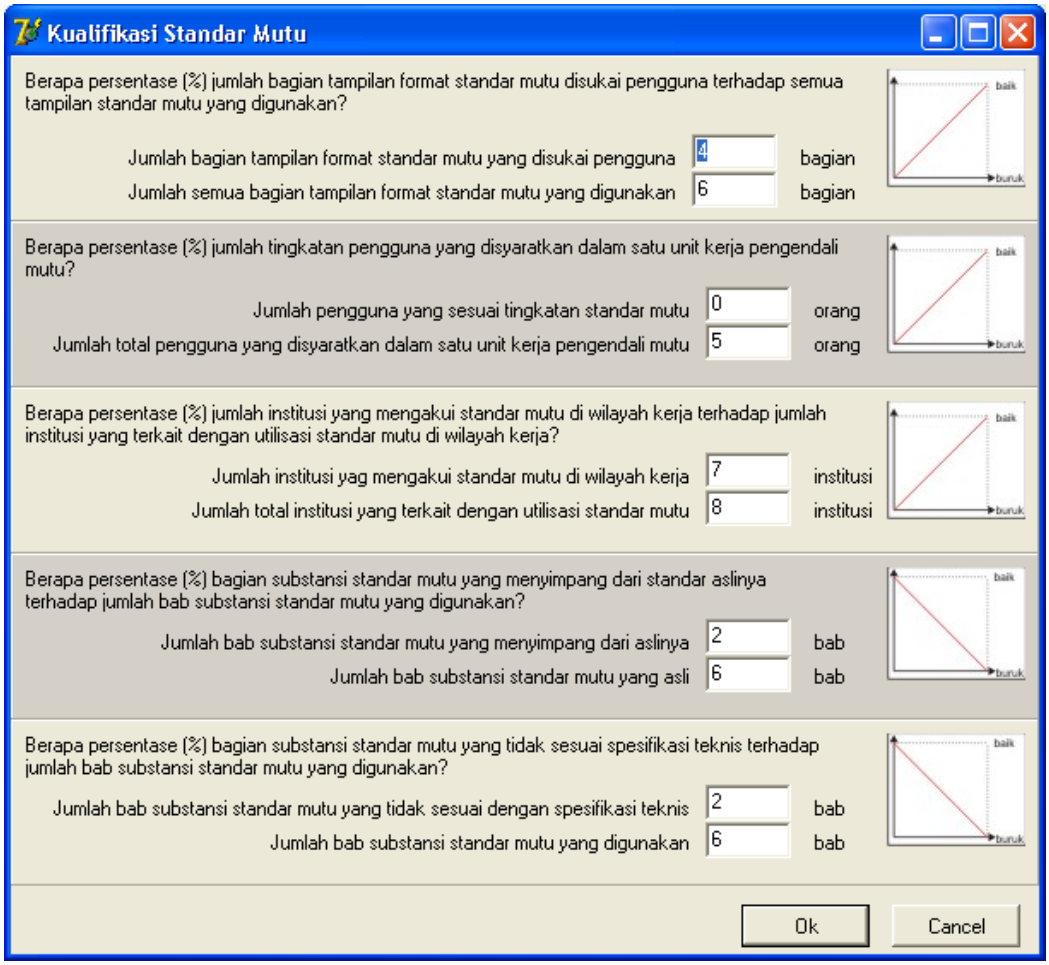
Gambar 5.21. Tampilan hasil *inputing* data nilai parameter indikator Proses Pengadaan Bahan Uji



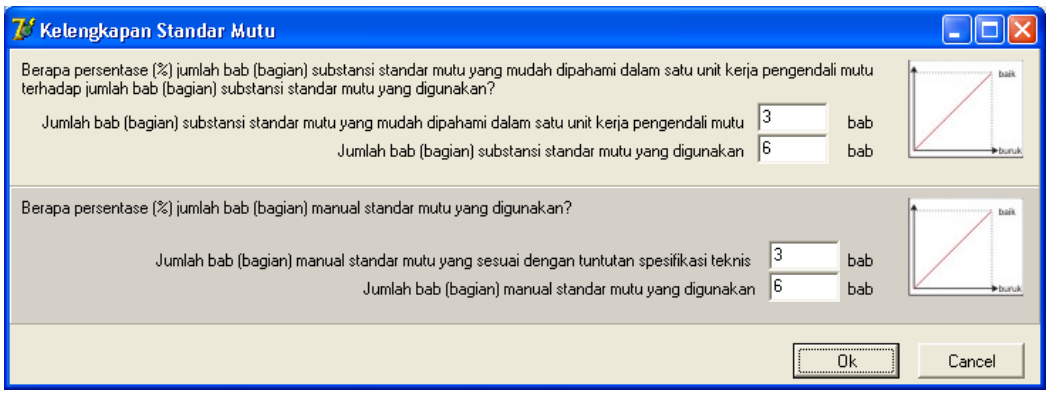
Gambar 5.22. Tampilan hasil *inputing* data nilai parameter indikator Kemudahan Bahasa Standar Mutu



Gambar 5.23. Tampilan hasil *inputing* data nilai parameter indikator Ukuran Buku Standar Mutu



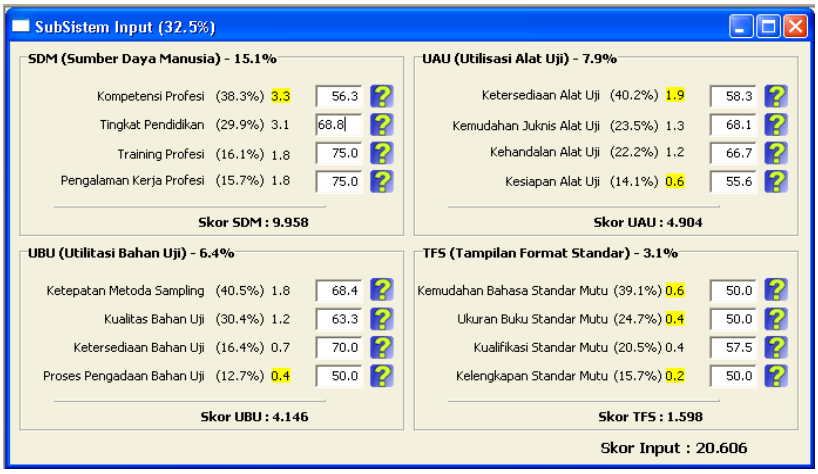
Gambar 5.24. Tampilan hasil *inputing* data nilai parameter indikator Kualifikasi Standar Mutu



Gambar 5.25. Tampilan hasil *inputing* data nilai parameter indikator Kelengkapan Standar Mutu

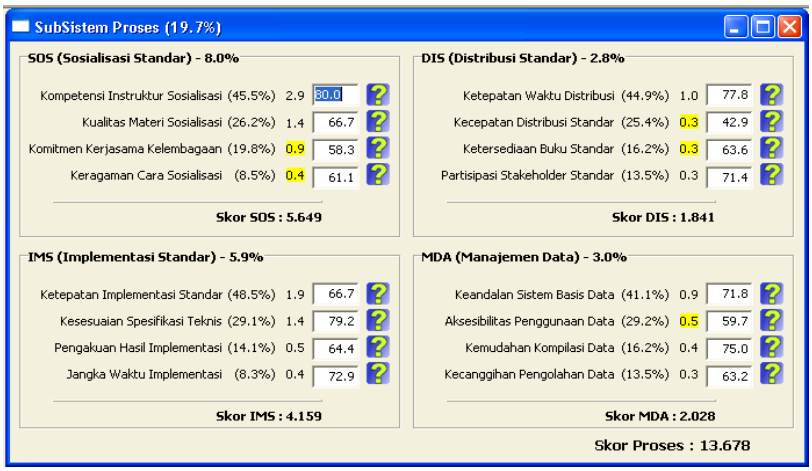
h) Setelah semua data nilai parameter monitoring untuk Subsistem *Input* diisikan pada kotak isian, selanjutnya jendela Subsistem *Input* akan menampilkan skor

dan *rating* (dalam persentase) dari seluruh indikator Subsistem *Input*, yang ditunjukkan dalam Gambar 5.26. Pada tampilan ini disajikan informasi *rating* Subsistem *Input* maksimum 32,5%, skor dan *rating* Subsistem *Input* berdasarkan data monitoring, didapatkan 28,397% yang merupakan jumlah dari *rating* SDM (13,126%), UAU (6,475%), UBU (5,866%) dan TFS (2,931%).

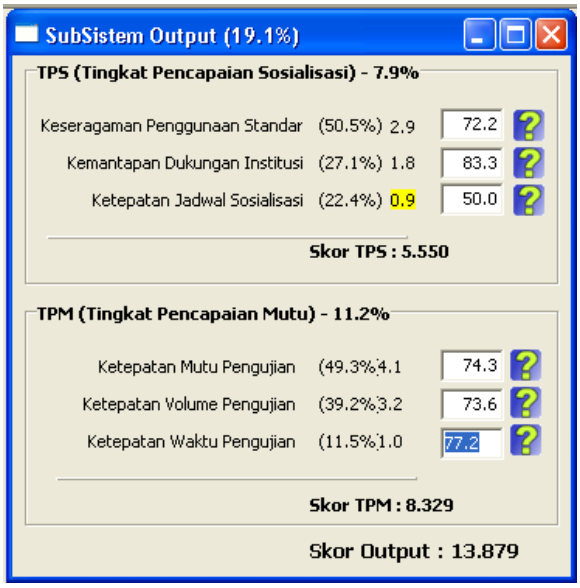


Gambar 5.26. Tampilan jendela Subsistem *Input* setelah diisikan nilai parameter pada semua indikatornya

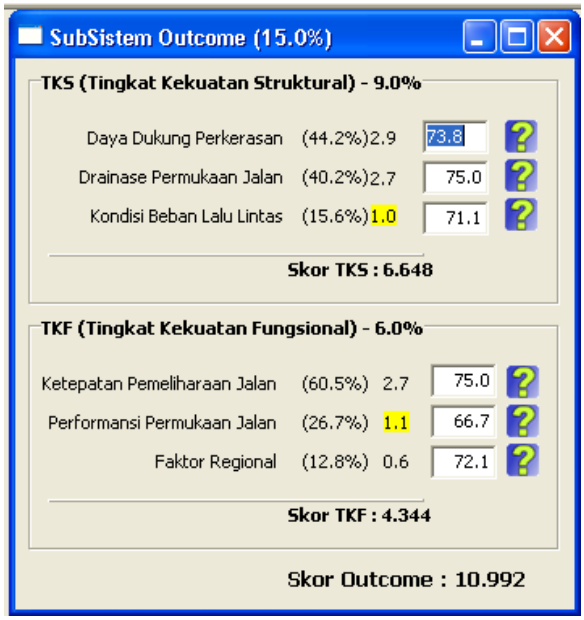
i) Setelah tampilan jendela Subsistem *Input* sudah terisi semua, langkah berikutnya adalah melakukan cara yang sama untuk Subsistem *Process*, *Output*, *Outcome*, dan *Impact*. Tampilan skor dan *rating* dari semua indikator, masing-masing pada Subsistem *Process*, *Output*, *Outcome* dan *Impact*, dapat ditunjukkan dalam Gambar 5.27 sampai dengan Gambar 5.30.



Gambar 5.27. Tampilan jendela Subsistem *Process* setelah diisikan nilai parameter pada semua indikatornya



Gambar 5.28. Tampilan jendela Subsistem *Output* setelah diisikan nilai parameter pada semua indikatornya

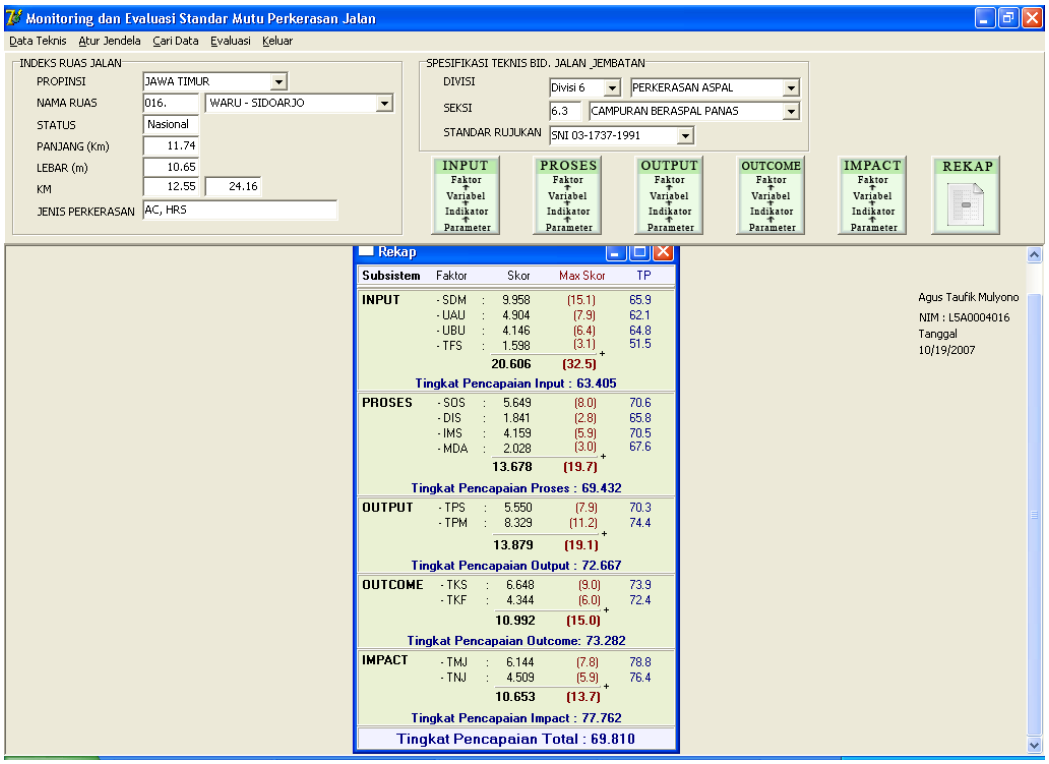


Gambar 5.29. Tampilan jendela Subsistem *Outcome* setelah diisikan nilai parameter pada semua indikatornya

Gambar 5.30. Tampilan jendela Subsistem *Impact* setelah diisikan nilai parameter pada semua indikatornya

j) Langkah berikutnya adalah menampilkan jendela Rekap yang dilakukan dengan cara menekan tombol Rekap pada tampilan jendela menu aplikasi MESTAM_JALAN. Gambar 5.31 memperlihatkan tampilan jendela rekapitulasi skor dan *rating* indikator pemberlakuan SNI 03-1737-1991, masing-masing Subsistem *Input, Process, Output, Outcome*, dan *Impact* yang diberlakukan pada ruas Jalan Waru–Sidoarjo (016) Jawa Timur. Informasi yang ditampilkan dalam jendela tersebut adalah nilai *rating* total yang dicapai masing-masing subsistem dengan rincian *rating* tiap indikator pada masing-masing subsistem tersebut. Nilai dalam tanda "( )" merupakan *rating* maksimum masing-masing subsistem maupun indikator-indikatornya. Jumlah *rating* semua subsistem 100%. *Rating* total pemberlakuan SNI 03-1737-1991 di ruas jalan Waru-Sidoarjo (016) Jawa Timur adalah 83,397%, yang terdiri atas: *input* (20,606%), *process* (13,678%), *output* (13,879%), *outcome* (10,292%) dan *impact* (10,653%). Jendela Rekap juga dapat menampilkan tingkat pencapaian tiap subsistem pemberlakuan standar mutu, yang merupakan perbandingan antara *rating* subsistem hasil monitoring dan skor maksimal subsistem hasil *logic model*. Dari Gambar 5.31 dapat dilihat bahwa tingkat pencapaian *input* pemberlakuan SNI 03-1737-1991 di ruas jalan Waru-Sidoarjo (016) sebesar 63,405%; tingkat pencapaian *process, output, outcome* dan *impact*

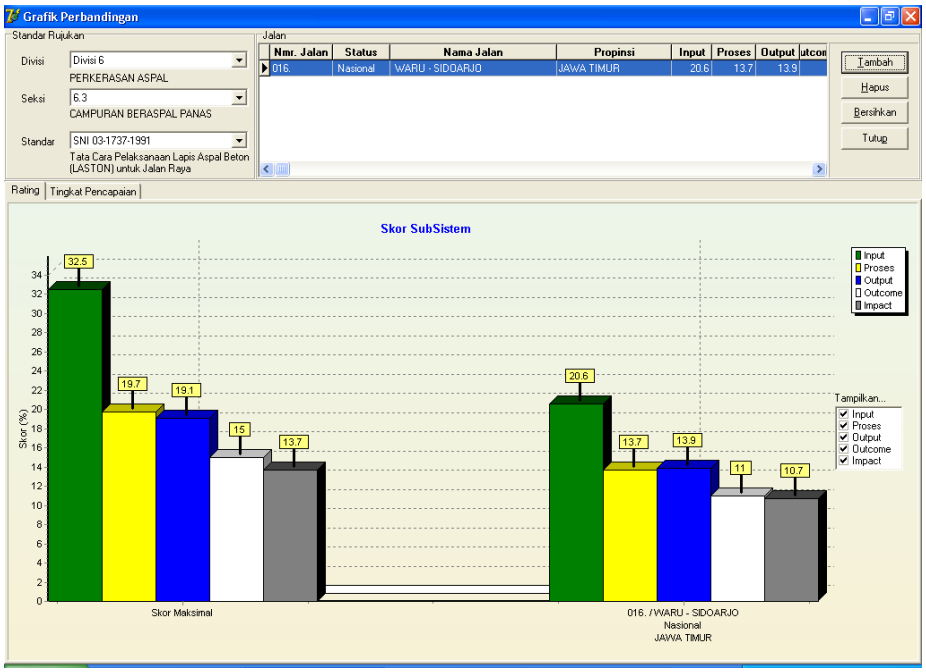
masing-masing sebesar 69,432%; 72,667%; 73,282% dan 77,762%. Makin kecil tingkat pencapaian subsistem maka makin banyak variabel yang memiliki penurunan kinerja terhadap pemberlakuan standar mutu dalam tiap subsistemnya.



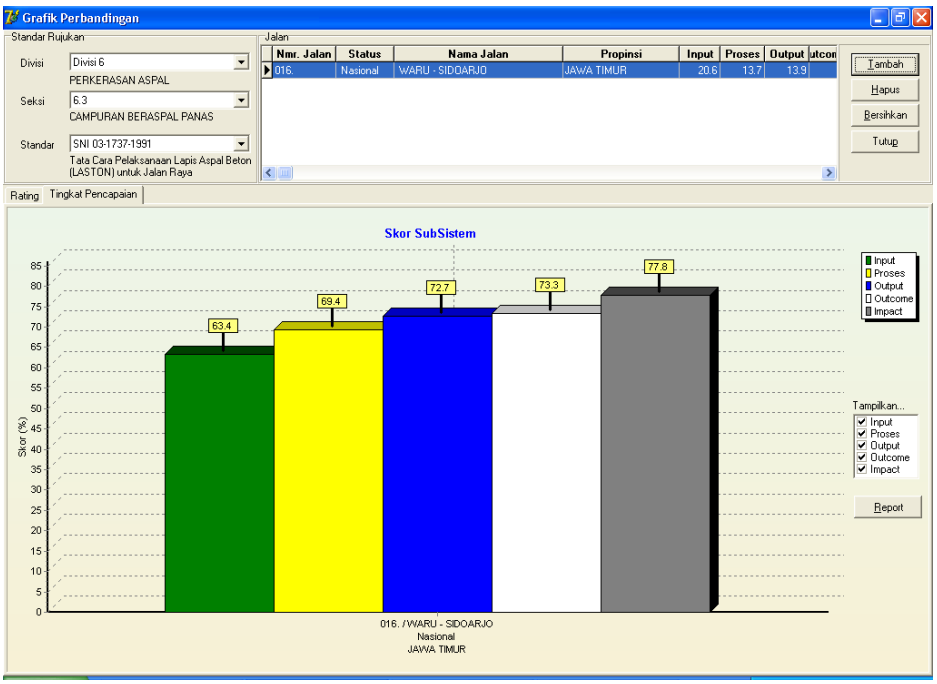
Gambar 5.31. Tampilan jendela Rekap setelah diisikan nilai parameter pada semua indikator pemberlakuan SNI 03-1737-1991 di ruas jalan Waru-Sidoarjo, Jawa Timur.

k) Langkah selanjutnya adalah menampilkan Grafik Perbandingan berdasarkan rekap nilai skor dan *rating* semua subsistem, seperti yang ditunjukkan dalam Gambar 5.32 dan Gambar 5.33. Pada tampilan Grafik Perbandingan dapat dicermati pencapaian nilai *rating* dan tingkat pencapaian masing-masing subsistem pemberlakuan SNI 03-1737-1991 (Seksi 6.3: Campuran Beraspal Panas dari Divisi 6: Perkerasan Beraspal) pada ruas Jalan Waru-Sidoarjo (016) Jawa Timur. Tingkat pencapaian diperoleh dari perbandingan antara *rating* yang diperoleh dari hasil operasi perangkat lunak dengan bobot dalam *logic model*, tampilan tingkat pencapaian pemberlakuan SNI 03-1737-1991 dapat ditunjukkan dalam Gambar 5.33. Untuk mengetahui ”predikat” tingkat

pencapaian pemberlakuan standar mutu, dapat dilakukan dengan menekan tombol Report pada tampilan jendela Grafik Perbandingan seperti yang ditunjukkan dalam Gambar 5.34 sampai dengan Gambar 5.37.



Gambar 5.32. Tampilan Grafik Perbandingan *rating* tiap subsistem pemberlakuan SNI 03-1737-1991 pada ruas Jalan Waru-Sidoarjo (016) Jawa Timur terhadap *rating* maksimal tiap subsistem



Gambar 5.33. Tampilan Grafik Perbandingan Tingkat Pencapaian tiap subsistem pemberlakuan SNI 03-1737-1991 pada ruas Jalan Waru-Sidoarjo (016) Jawa Timur

PREDIKAT TINGKAT PENCAPAIAN OUTPUT BERDASARKAN INPUT PEMBERLAKUAN STANDAR MUTU

Standar Rujukan : SNI 03-1737-1991
Seksi : Seksi 6.3 (CAMPURAN BERASPAL PANAS)
Divisi : Divisi 6 (PERKERASAN ASPAL)

Ruas Jalan	Tingkat Pencapaian			Predikat
	Input	Output Aktual	Output Target	
016. / WARU - SIDOARJO Nasional JAWA TIMUR	63.4	72.7	73.5	Berhasil

Gambar 5.34. Tampilan Predikat Tingkat Pencapaian *Output* berdasarkan *Input* pemberlakuan SNI 03-1737-1991 pada ruas jalan Waru – Sidoarjo (016)

PREDIKAT TINGKAT PENCAPAIAN OUTCOME BERDASARKAN OUTPUT PEMBERLAKUAN STANDAR MUTU

Standar Rujukan : SNI 03-1737-1991
Seksi : Seksi 6.3 (CAMPURAN BERASPAL PANAS)
Divisi : Divisi 6 (PERKERASAN ASPAL)

Ruas Jalan	Tingkat Pencapaian			Predikat
	Output	Outcome Aktual	Outcome Target	
016. / WARU - SIDOARJO Nasional JAWA TIMUR	72.7	73.3	73.6	Berhasil

Gambar 5.35. Tampilan Predikat Tingkat Pencapaian *Outcome* berdasarkan *Output* pemberlakuan SNI 03-1737-1991 pada ruas jalan Waru – Sidoarjo (016)

PREDIKAT TINGKAT PENCAPAIAN IMPACT BERDASARKAN OUTCOME
PEMBERLAKUAN STANDAR MUTU

Standar Rujukan : SNI 03-1737-1991
Seksi : Seksi 6.3 (CAMPURAN BERASPAL PANAS)
Divisi : Divisi 6 (PERKERASAN ASPAL)

Ruas Jalan	Tingkat Pencapaian			Predikat
	Outcome	Impact Aktual	Impact Target	
016. / WARU - SIDOARJO Nasional JAWA TIMUR	73.3	77.8	76.1	Sangat berhasil

Gambar 5.36. Tampilan Predikat Tingkat Pencapaian *Impact* berdasarkan *Output* pemberlakuan SNI 03-1737-1991 pada ruas jalan Waru – Sidoarjo (016)

PREDIKAT TINGKAT PENCAPAIAN IMPACT BERDASARKAN INPUT
PEMBERLAKUAN STANDAR MUTU

Standar Rujukan : SNI 03-1737-1991
Seksi : Seksi 6.3 (CAMPURAN BERASPAL PANAS)
Divisi : Divisi 6 (PERKERASAN ASPAL)

Ruas Jalan	Tingkat Pencapaian			Predikat
	Input	Impact Aktual	Impact Target	
016. / WARU - SIDOARJO Nasional JAWA TIMUR	63.4	77.8	77.1	Sangat berhasil

Gambar 5.37. Tampilan Predikat Tingkat Pencapaian *Impact* berdasarkan *Input* pemberlakuan SNI 03-1737-1991 pada ruas jalan Waru – Sidoarjo (016)

l) Setelah jendela Grafik Perbandingan ditampilkan, langkah berikutnya adalah menampilkan jendela Solusi dengan cara menekan menu Evaluasi pada tampilan jendela utama MESTAM_JALAN, kemudian memilih submenu Rekap Solusi. Tampilan jendela Rekap Solusi akan muncul dengan sekumpulan solusi penanganan perbaikan untuk peningkatan pemberlakuan standar mutu perkerasan jalan jika kecenderungan pengaruh variabel-variabelnya dalam kondisi makin buruk. Kecenderungan kondisi makin buruk ini sesungguhnya sudah dapat dicermati ketika memasukkan data monitoring pada tiap indikator melalui tampilan jendela masing-masing subsistem (*Input, Output, Process, Outcome*, dan *Impact*), yang diindikasikan skor dan *rating* di bawah batasan ambang kritisnya. Solusi penanganan perbaikan dan peningkatan pemberlakuan SNI 03-1737-1991 pada ruas Jalan Waru-Sidoarjo (016) Jawa Timur, dapat ditunjukkan dalam Gambar 5.38. Tampilan Solusi ini merupakan ”tools” untuk mendapatkan informasi yang pasti tentang variabel-variabel mana yang harus

dikendalikan agar didapatkan penyempurnaan pemberlakuan standar mutu. Suatu ruas jalan memiliki predikat ”berhasil” proses pemberlakuan standar mutu masih tidak menutup kemungkinan perlunya perbaikan variabel-variabel yang berada di bawah skor ambang batas minimal. ”Solusi” ini merupakan rekomendasi atas hasil pemberlakuan standar mutu pada suatu ruas jalan yang ditinjau.

Dengan cara yang sama, didapatkan hasil aplikasi model MESTAM_JALAN terhadap data monitoring implementasi SNI 03-1737-1991 di beberapa ruas jalan di wilayah Sumatera Utara, Riau, Jawa Tengah, Jawa Timur, Kalimantan Timur, NTT, Papua, dan Sulawesi Tengah, sebagaimana ditunjukkan hasil aplikasi model tersebut dalam Gambar 5.39 sampai dengan Gambar 5.45.

SOLUSI PENANGANAN PERBAIKAN PEMBERLAKUAN STANDAR MUTU PERKERASAN JALAN JIKA KECENDERUNGAN PENGARUH VARIABEL - VARIABELNYA DALAM KONDISI MAKIN BURUK

Ruas Jalan	: 016. / WARU - SIDOARJO	Lebar	: 10.65 m
Propinsi	: JAWA TIMUR	KM	: 12.55 s/d 24.16
Status	: Nasional	Standar Rujukan	: SNI 03-1737-1991
Jenis Perkerasan	: AC, HRS	Seksi	: CAMPURAN BERASPAL PANAS
Panjang	: 11.74 Km	Divisi	: PERKERASAN ASPAL

1. Input — Tingkat Pencapaian Input : 63.405% Skor : 20.606% Max : 32.5%

1.1 SDM (Sumber Daya Manusia)

1. Kompetensi Profesi
   - Meningkatkan kompetensi SDM pengendali mutu melalui program diseminasi pendalaman materi standar mutu perkerasan jalan
   - Meningkatkan kompetensi SDM pengendali mutu melalui penambahan pengalaman kerja pengendalian mutu perkerasan jalan
   - Meningkatkan kompetensi SDM pengendali mutu melalui program training (pelatihan) bersertifikat keahlian madya bidang perkerasan jalan
   - Meningkatkan kompetensi SDM pengendali mutu melalui program CPD dua kali per tahun bidang perkerasan jalan

1.2 UAU (Utilisasi Alat Uji)

1. Ketersediaan Alat Uji
   - Menambah jumlah dan jenis alat uji mutu perkerasan jalan melalui program kerjasama dengan laboratorium independen
2. Kesiapan Alat Uji
   - Meningkatkan kesiapan alat uji mutu melalui pengecekan presisi dan suku cadang komponennya, perawatan, kalibrasi dan kestabilan tempat kerja agar dapat mereduksi kejadian kerusakan alat

Gambar 5.38. Tampilan Rekap Solusi penanganan perbaikan untuk peningkatan pemberlakuan SNI 03-1737-1991 pada ruas Jalan Waru-Sidoarjo (016) Jawa Timur

2.2 DIS (Distribusi Standar)

1. Ketersediaan Buku Standar
   - Meningkatkan jumlah buku standar mutu perkerasan yang dapat terdistribusi di wilayah kerja
2. Kecepatan Distribusi Standar
   - Mereduksi pergantian moda trasportasi dalam distribusi buku standar mutu perkerasan jalan di wilayah kerja
   - Mengurangi waktu distribusi standar mutu perkerasan jalan dari asal sampai ke lokasi pendistribusiannya
   - Mengurangi jarak tempuh distribusi standar mutu perkerasan jalan dari asal sampai ke lokasi pendistribusiannya

2.3 MDA (Manajemen Data)

1. Aksesibilitas Penggunaan Data
   - Memperkecil selisih waktu antara waktu mengakses data pendukung dari sumber lain dengan waktu pengujian mutu di lapangan

3. Output Tingkat Pencapaian Output : 72.667% Skor : 13.879% Max : 19.1%

3.1 TPS (Tingkat Pencapaian Sosialisasi)

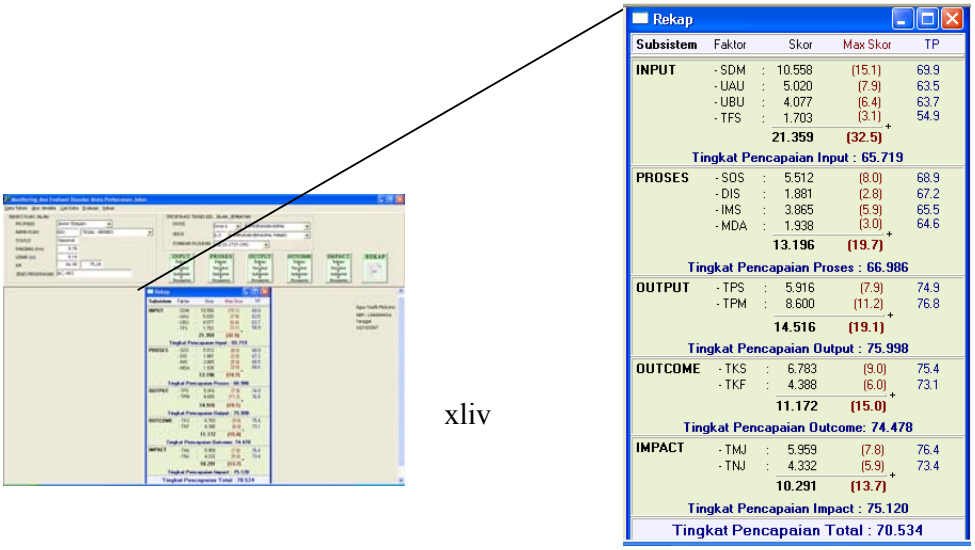
1. Ketepatan Jadwal Sosialisasi
   - Ketepatan waktu penyelenggaraan sosialisasi standar mutu perkerasan jalan agar tidak terlalu jauh atau overlapping dengan jadwal implementasinya di lapangan

4. Outcome Tingkat Pencapaian Outcome : 73.282% Skor : 10.992% Max : 15.0%

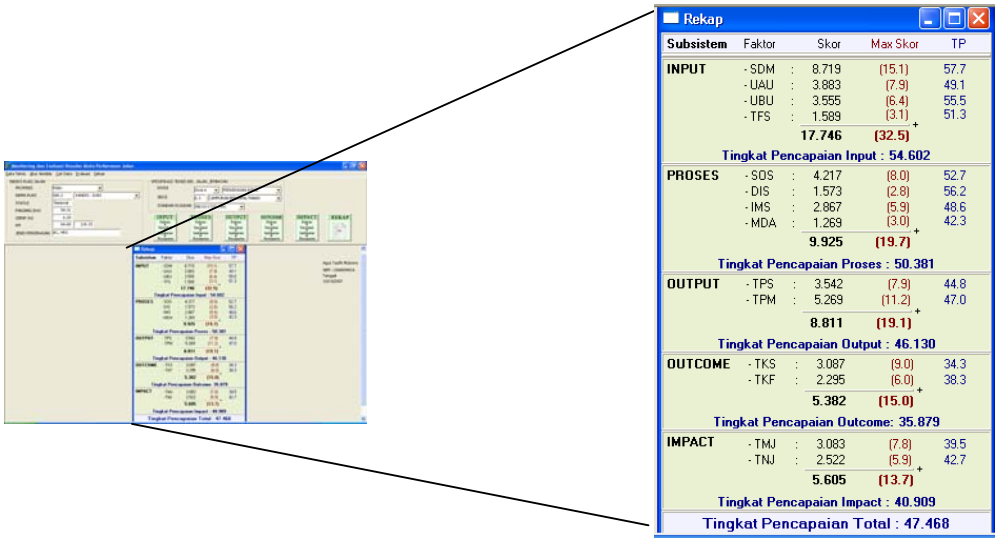
4.1 TKS (Tingkat Kekuatan Struktural)

1. Kondisi Beban Lalu Lintas

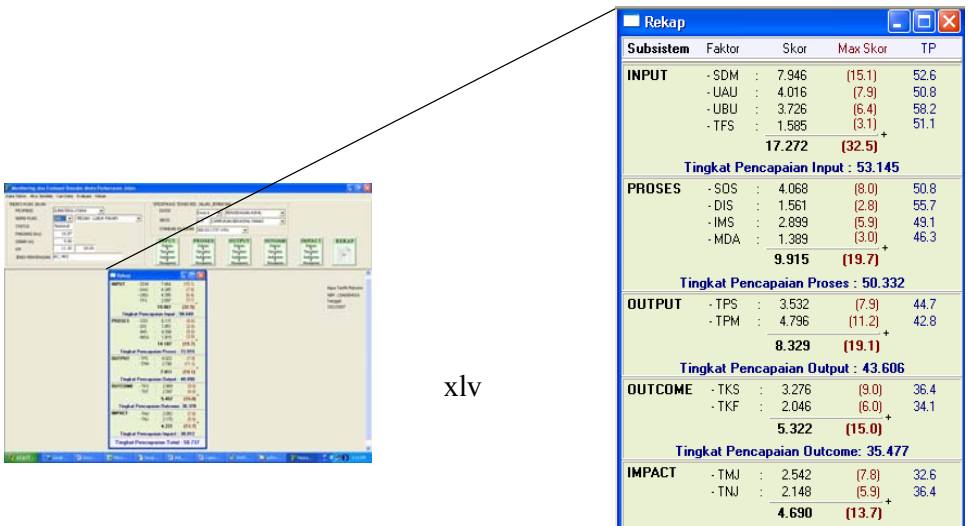
Gambar 5.38. Tampilan Rekap Solusi penanganan perbaikan untuk peningkatan pemberlakuan SNI 03-1737-1991 pada ruas Jalan Waru-Sidoarjo (016) Jawa Timur (Lanjutan)



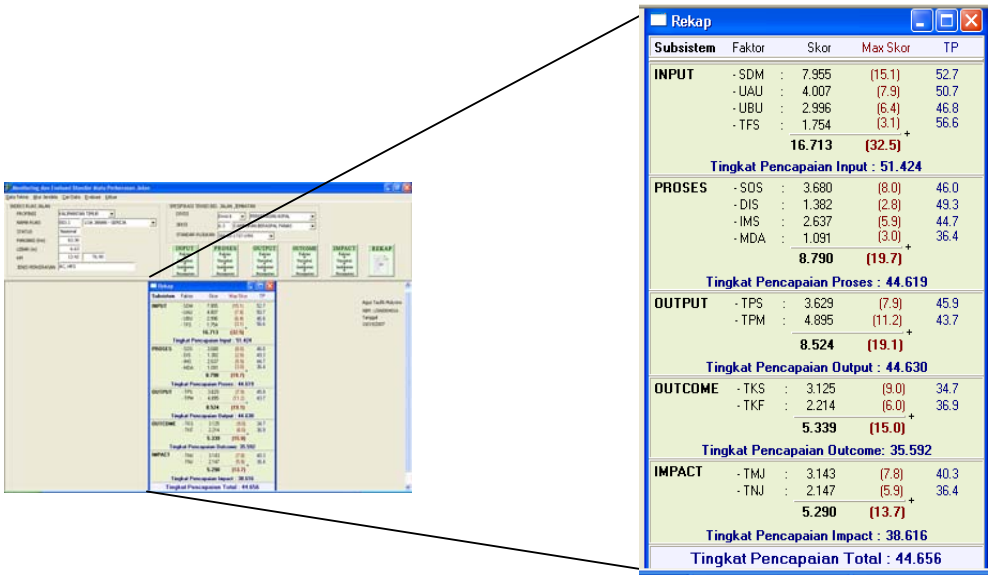
Gambar 5.39. Tampilan jendela Rekap setelah diisikan nilai parameter pada semua indikator pemberlakuan SNI 03-1737-1991 di ruas Jalan Tegal- Brebes (003) Jawa Tengah



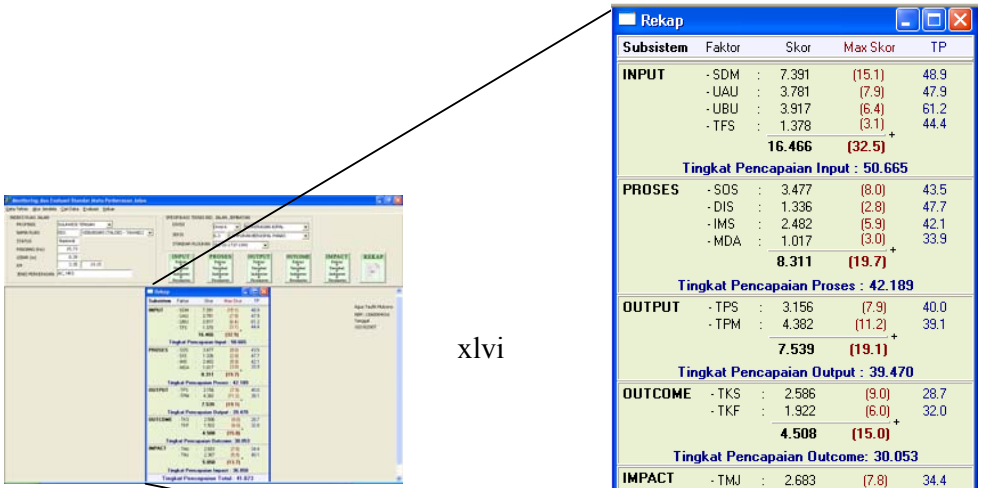
Gambar 5.40. Tampilan jendela Rekap setelah diisikan nilai parameter pada semua indikator pemberlakuan SNI 03-1737-1991 di ruas Jalan Kandis- Duri (006.2) Riau



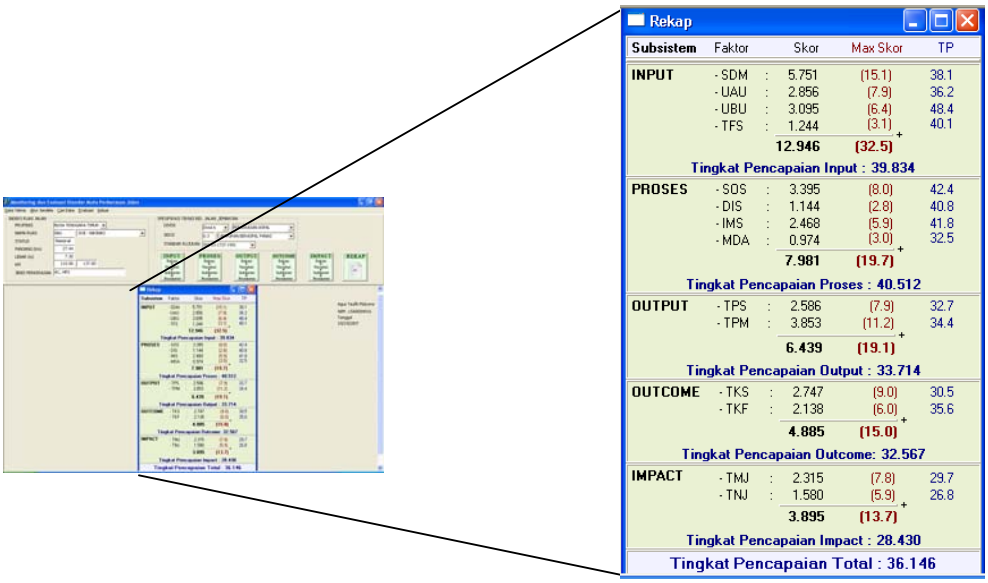
Gambar 5.41. Tampilan jendela Rekap setelah diisikan nilai parameter pada semua indikator pemberlakuan SNI 03-1737-1991 di ruas Jalan Medan-Lubuk Pakam (005) Sumatera Utara



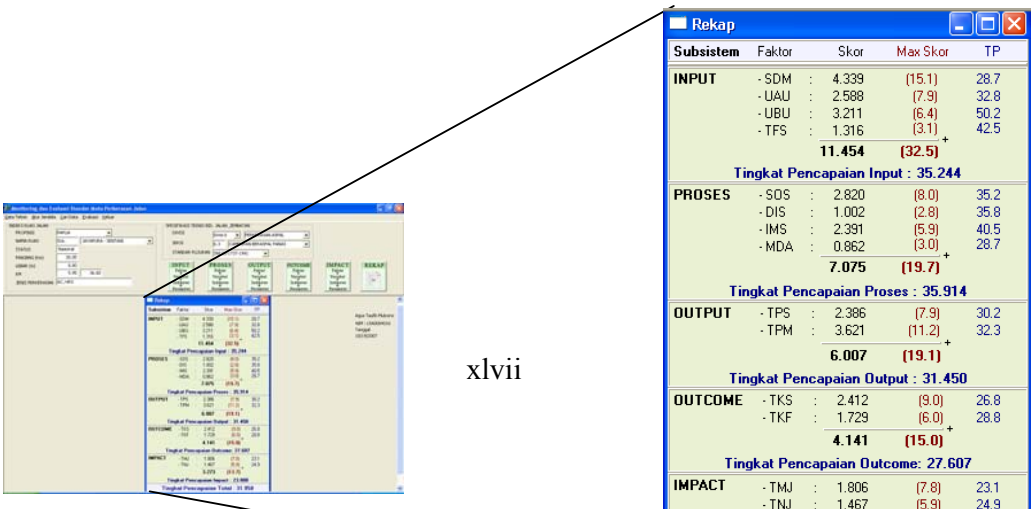
Gambar 5.42. Tampilan jendela Rekap setelah diisikan nilai parameter pada semua indikator pemberlakuan SNI 03-1737-1991 di ruas Jalan Loa Janan-Gereja (003.1) Kalimantan Timur



Gambar 5.43. Tampilan jendela Rekap setelah diisikan nilai parameter pada semua indikator pemberlakuan SNI 03-1737-1991 di ruas Jalan Kebunsari (Talise)–Tawaeli (003) Sulawesi Tengah



Gambar 5.44. Tampilan jendela Rekap setelah diisikan nilai parameter pada semua indikator pemberlakuan SNI 03-1737-1991 di ruas Jalan Soe-Nikiniki (060) Nusa Tenggara Timur



Gambar 5.45 . Tampilan jendela Rekap setelah diisikan nilai parameter pada semua indikator pemberlakuan SNI 03-1737-1991 di ruas Jalan Jayapura-Sentani (016) Papua

3. Telaah teknis terhadap hasil aplikasi model MESTAM_JALAN

a. Hasil aplikasi model terhadap data monitoring performansi perkerasan jalan dari tahap konstruksi sampai pasca konstruksi pada 10 (sepuluh) ruas jalan nasional dapat ditunjukkan dalam Tabel 5.4 yang merupakan rekapitulasi dari Gambar 5.39 sampai dengan Gambar 5.45. Subsistem pemberlakuan standar mutu pada tahap konstruksi meliputi: (i) *input* yang merepresentasikan sumber daya yang disiapkan; (ii) proses yang menunjukkan segala aktivitas pemberlakuan; (iii) *output* yang merepresentasikan pencapaian mutu dan sosialisasi dalam implementasi standar mutu; dan (iv) *outcome* yang merepresentasikan kekuatan konstruksi perkerasan jalan. Sedangkan subsistem pemberlakuan standar mutu pada tahap pasca konstruksi hanya meliputi *impact* yang merepresentasikan kemantapan jalan.

Dari Tabel 5.4 dapat diamati secara logis bahwa performansi tingkat pencapaian *impact* pemberlakuan yang tinggi pada pasca konstruksi (Jawa Barat, Jawa Tengah, Jawa Timur dan Sulawesi Selatan) sangat dipengaruhi dan didukung kinerja tingkat pencapaian *output* dan *outcome* pemberlakuan yang baik pada tahap konstruksi. Kondisi yang demikian ini tidak terjadi pada beberapa wilayah seperti Sumatera Utara, Riau, Sulawesi Tengah, NTT, Papua, dan Kalimantan Timur. Untuk melihat gambaran yang lebih jelas perbedaan tingkat pencapaian tiap subsistem pemberlakuan SNI 03-1737-1991 pada beberapa ruas jalan dari beberapa propinsi, dapat ditunjukkan dalam Gambar 5.46 sampai dengan Gambar 5.49, yang merupakan hasil tampilan aplikasi model berdasarkan Tabel 5.4 dan Tabel 5.5. Secara umum yang anologis, hasil aplikasi model tersebut lebih menjelaskan *trend* yang konsisten, antara lain:

a) makin tinggi tingkat pencapaian pemberlakuan dari subsistem *output* ke subsistem *outcome* akan berdampak makin tinggi tingkat pencapaian subsistem *impact*, terutama terjadi di Jawa, dan berlaku sebaliknya di wilayah lain seperti Kalimantan Timur, NTT, Papua, Riau dan Sulawesi Tengah;
b) tingkat pencapaian subsistem *input* yang cukup tinggi belum tentu menjamin tingkat pencapaian subsistem *impact* yang tinggi karena kunci keberhasilan ada pada pencapaian subsistem *output* dan *outcome*, seperti terjadi di Kalimantan Timur, Riau dan Sulawesi Tengah;
c) peningkatan *trend* pencapaian tiap subsistem pemberlakuan yang masih dapat diterima jika masing-masing *rating* keberhasilannya di atas ambang batas minimal yang dikategorikan baik.

Dari Tabel 5.5 dapat dicermati tingkat pencapaian subsistem *impact* sangat ditentukan keberhasilan subsistem *outcome* dan *output,* artinya predikat "buruk" atau "belum berhasil " pada subsistem *impact* dapat ditelusuri sejauh mana pencapaian subsistem *outcome* dan *output.* Misal tingkat pencapaian subsistem *impact* di Jawa Barat 80,73% yang sebenarnya merepresentasikan tingkat pencapaian *output* dan *outcome* masing-masing 73,25% dan 77,33%. Kondisi di Jawa Barat tersebut sangat berbeda jauh dengan NTT yang menunjukkan *trend* penurunan dari subsistem *output* (33,71%) ke subsistem *outcome* (32,57%) dan dari subsistem *outcome* (32,57%) ke subsistem *impact* (28,43%). Hal tersebut mengindikasikan bahwa adanya kesenjangan pemberlakuan standar mutu walaupun jenis dan penanganan konstruksi perkerasan jalan yang diterapkan sama tetapi berbeda dalam ketepatan pemberlakuan standar mutunya. Fenomena dalam Tabel 5.5 akan lebih jelas jika dikaitkan dengan pengaruh faktor-faktor dominan dalam tiap subsistem pemberlakuan, sebagaimana ditunjukkan dalam Tabel 5.6. Aspek SDM pengendali mutu menunjukkan perbedaan variasi yang signifikan antara Jawa dan Wilayah Kepulauan Timur (dalam hal ini NTT dan Papua). Kondisi ini disadari sebagai akibat belum adanya pemerataan dalam hal: jenjang pendidikan, pembelajaran *training*, pengendalian kompetensi dan penyeragaman implementasi standar mutu. Namun demikian ada beberapa hal penting yang dapat dicatat dari fenomena dalam Tabel 5.6, yaitu: kondisi SDM pengendali mutu yang cukup baik (di atas 50%) seperti Riau dan Kalimantan Timur yang juga didukung pendanaan yang lebih besar daripada propinsi lain, tetapi belum menunjukkan tingkat

pencapaian *impact* yang lebih tinggi, masih jauh dibandingkan Sulawesi Selatan bahkan hampir sama dengan Sulawesi Tengah. Hal ini menggambarkan bahwa kapasitas SDM pengendali mutu yang cukup baik walaupun didukung dengan anggaran penanganan perkerasan yang layak, ternyata belum tentu memberikan tingkat pencapaian subsistem *impact* yang tinggi. Fenomena ini mengindikasikan belum adanya ketepatan implementasi standar mutu pada tahap konstruksi sehingga berdampak penurunan kemantapan jalan pada tahap pasca konstruksi.

Tabel 5.4. Tingkat pencapaian pemberlakuan SNI 03-1737-1991 hasil aplikasi model MESTAM_JALAN terhadap data monitoring tahap konstruksi dan pasca konstruksi perkerasan jalan.

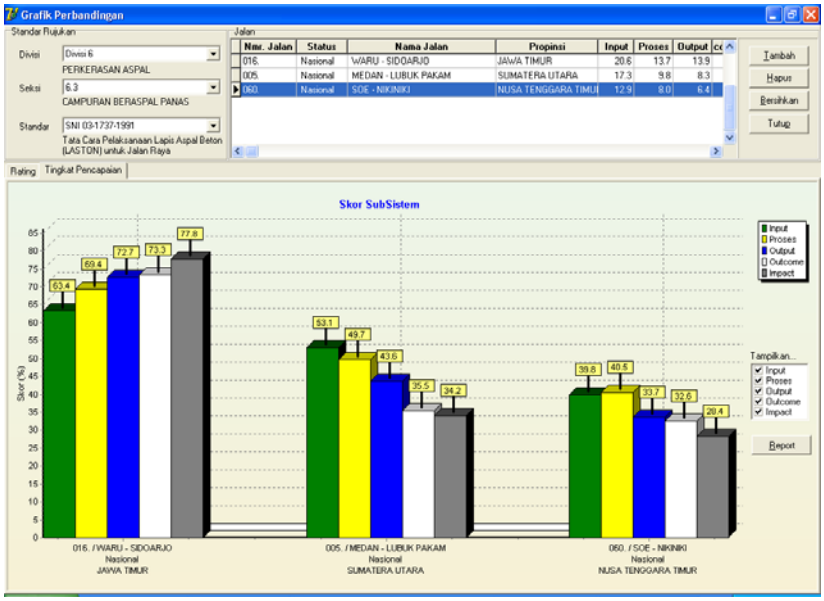
Subsistem Pemberlakuan Standar Mutu	Tingkat Pencapaian Faktor Pemberlakuan Standar Mutu									
	Jawa Barat	Jawa Tengah	Jawa Timur	SulSel	Riau	Sumut	Kaltim	SulTeng	NTT	Papua
IRI (m/km)	5.2	5.9	4.3	6.4	7.4	7.8	7.5	8.5	9.2	12.0
Tahap Konstruksi										
INPUT :	**61.60%**	**65.72%**	**63.41%**	**58.95%**	**54.54%**	**53.15%**	**51.42%**	**50.67%**	**39.83%**	**35.24%**
- SDM	63.90%	69.90%	65.90%	62.00%	57.70%	52.60%	52.70%	48.90%	38.10%	28.70%
- UAU	60.20%	63.50%	62.10%	57.70%	49.10%	50.80%	50.70%	47.90%	36.20%	32.80%
- UBU	62.00%	63.70%	64.80%	57.60%	55.50%	58.20%	46.80%	61.20%	48.40%	50.20%
- TFS	52.80%	54.90%	51.50%	50.00%	50.60%	51.10%	56.60%	44.40%	40.10%	42.50%
PROCESS :	**68.32%**	**66.99%**	**69.43%**	**58.86%**	**50.38%**	**49.72%**	**44.62%**	**41.31%**	**40.51%**	**35.91%**
- SOS	62.80%	68.90%	70.60%	60.40%	52.70%	50.80%	46.00%	43.50%	42.40%	35.20%
- IMS	76.50%	65.90%	70.50%	63.30%	48.60%	49.10%	44.70%	42.10%	41.80%	40.50%
- MDA	70.00%	64.60%	67.60%	55.60%	42.30%	46.30%	36.40%	33.90%	32.50%	28.70%
- DIS	64.80%	67.20%	65.80%	55.60%	56.20%	51.50%	49.30%	41.50%	40.80%	35.80%
OUTPUT :	**73.25%**	**76.00%**	**72.67%**	**64.45%**	**46.13%**	**43.61%**	**44.22%**	**39.47%**	**33.71%**	**31.45%**
- TPM	74.90%	76.80%	74.40%	64.40%	47.00%	42.80%	43.70%	39.10%	34.40%	32.30%
- TPS	70.90%	74.90%	70.30%	64.50%	44.80%	44.70%	44.30%	40.00%	32.70%	30.20%
OUTCOME :	**77.33%**	**74.48%**	**73.28%**	**64.92%**	**35.88%**	**35.48%**	**35.59%**	**30.05%**	**32.57%**	**27.61%**
- TKS	77.80%	75.40%	73.90%	65.40%	34.30%	36.40%	34.70%	28.70%	30.50%	26.80%
- TKF	76.70%	73.10%	72.40%	64.20%	38.30%	34.10%	36.90%	32.00%	35.60%	28.80%
Tahap Pasca Konstruksi										
IMPACT:	**80.73%**	**75.12%**	**77.76%**	**67.85%**	**40.91%**	**34.23%**	**38.62%**	**39.86%**	**28.43%**	**23.89%**
- TMJ	82.60%	76.40%	78.80%	70.80%	39.50%	32.60%	40.30%	34.40%	29.70%	23.10%
- TNJ	78.30%	73.40%	76.40%	64.00%	42.70%	36.40%	36.40%	40.10%	26.80%	24.90%

Tabel 5.5. Tingkat pencapaian tiap susbsistem pemberlakuan SNI 03-1737-1991 hasil aplikasi model MESTAM_JALAN terhadap data monitoring tahap konstruksi dan pasca konstruksi perkerasan jalan.

Subsistem Pemberlakuan	Tingkat Pencapaian Subsistem Pemberlakuan Standar Mutu									
Standar Mutu	Jawa Barat	Jawa Tengah	Jawa Timur	Sul Sel	Riau	Sumut	Kaltim	Sul Teng	NTT	Papua
Tahap Konstruksi										
INPUT	61.60%	65.72%	63.41%	58.95%	54.54%	53.15%	51.42%	50.67%	39.83%	35.24%
PROCESS	68.32%	66.99%	69.43%	58.86%	50.38%	49.72%	44.62%	41.31%	40.51%	35.91%
OUTPUT	73.25%	76.00%	72.67%	64.45%	46.13%	43.61%	44.22%	39.47%	33.71%	31.45%
OUTCOME	77.33%	74.48%	73.28%	64.92%	35.88%	35.48%	35.59%	30.05%	32.57%	27.61%
Tahap Pasca Konstruksi										
IMPACT	80.73%	75.12%	77.76%	67.85%	40.91%	34.23%	38.62%	39.86%	28.43%	23.89%

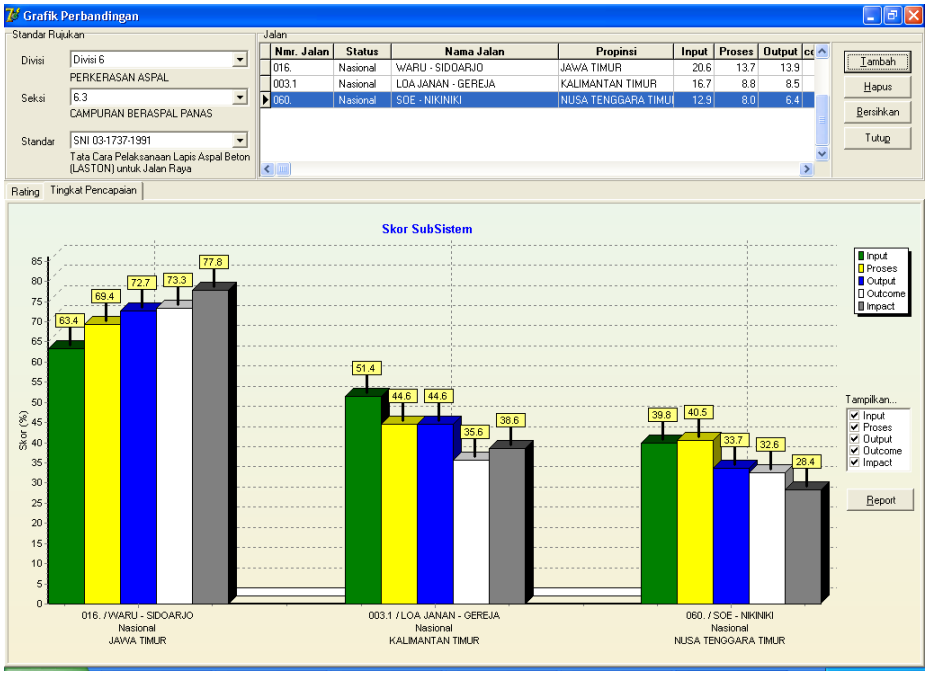
Tabel 5.6. Tingkat pencapaian tiap faktor dominan pemberlakuan SNI 03-1737-1991 hasil aplikasi model MESTAM_JALAN terhadap data monitoring tahap konstruksi dan pasca konstruksi perkerasan jalan.

Faktor Dominan Pemberlakuan	Tingkat Pencapaian Faktor Dominan Pemberlakuan Standar Mutu									
Standar Mutu	Jawa Barat	Jawa Tengah	Jawa Timur	Sul Sel	Riau	Sumut	Kaltim	Sul Teng	NTT	Papua
Tahap Konstruksi										
SDM	63.90%	69.90%	65.90%	62.00%	57.70%	52.60%	52.70%	48.90%	38.10%	28.70%
SOS	62.80%	68.90%	70.60%	60.40%	52.70%	50.80%	46.00%	43.50%	42.40%	35.20%
TPM	74.90%	76.80%	74.40%	64.40%	47.00%	42.80%	43.70%	39.10%	34.40%	32.30%
TKS	77.80%	75.40%	73.90%	65.40%	34.30%	36.40%	34.70%	28.70%	30.50%	26.80%
Tahap Pasca Konstruksi										
TMJ	82.60%	76.40%	78.80%	70.80%	39.50%	32.60%	40.30%	34.40%	29.70%	23.10%

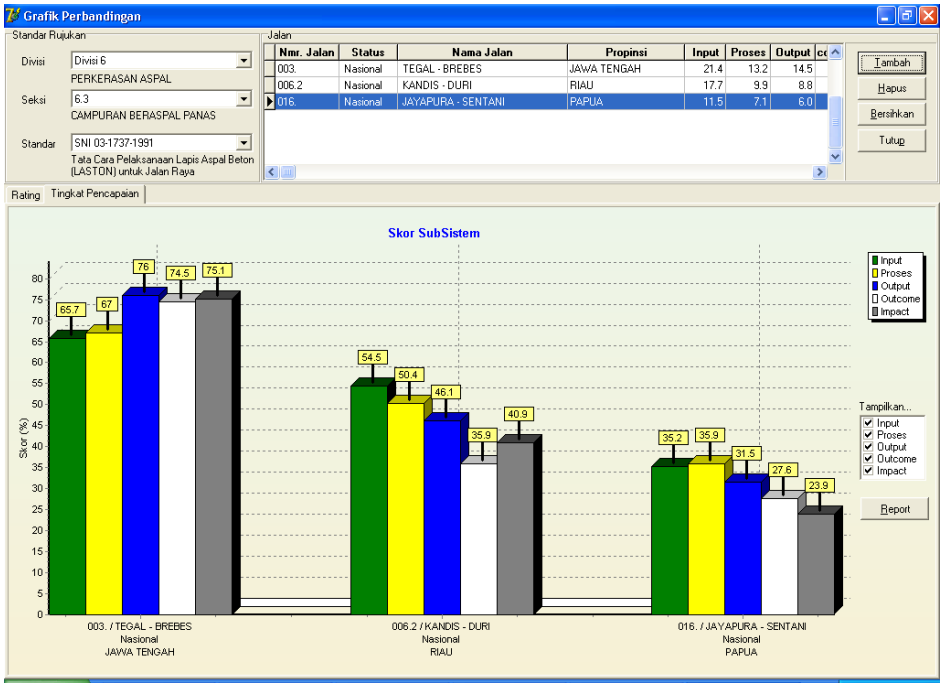


Gambar 5.46. Grafik Perbandingan Tingkat Pencapaian hasil aplikasi model MESTAM_JALAN terhadap SNI 03-1737-1991 antara ruas Jalan

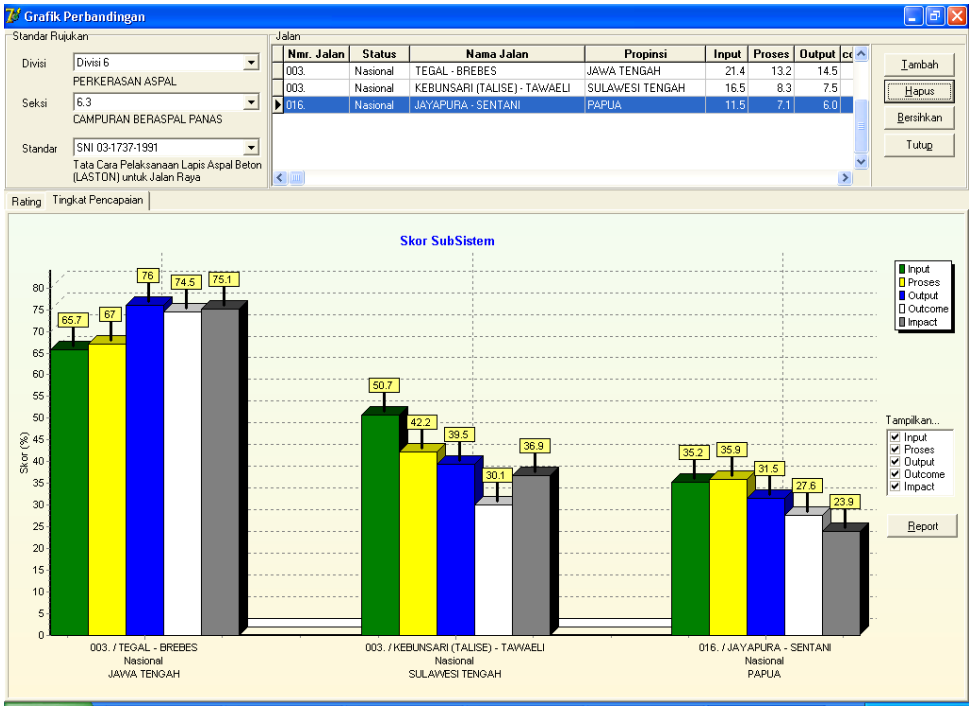
Waru–Sidoarjo (016) Jawa Timur; Medan–Lubuk Pakam (005) Sumatera Utara, dan Soe–Nikiniki (060) NTT



Gambar 5.47. Grafik Perbandingan Tingkat Pencapaian antara ruas Jalan Waru–Sidoarjo (016) Jawa Timur, ruas Jalan Loa Janan–Gereja (003.1) Kalimantan Timur, dan ruas Jalan Soe–Nikiniki (060) NTT



Gambar 5.48. Grafik Perbandingan Tingkat Pencapaian antara ruas Jalan Tegal-Brebes (003) Jawa Tengah, ruas Jalan Kandis-Duri (006.2) Riau, dan ruas Jalan Jayapura-Sentani (016) Papua



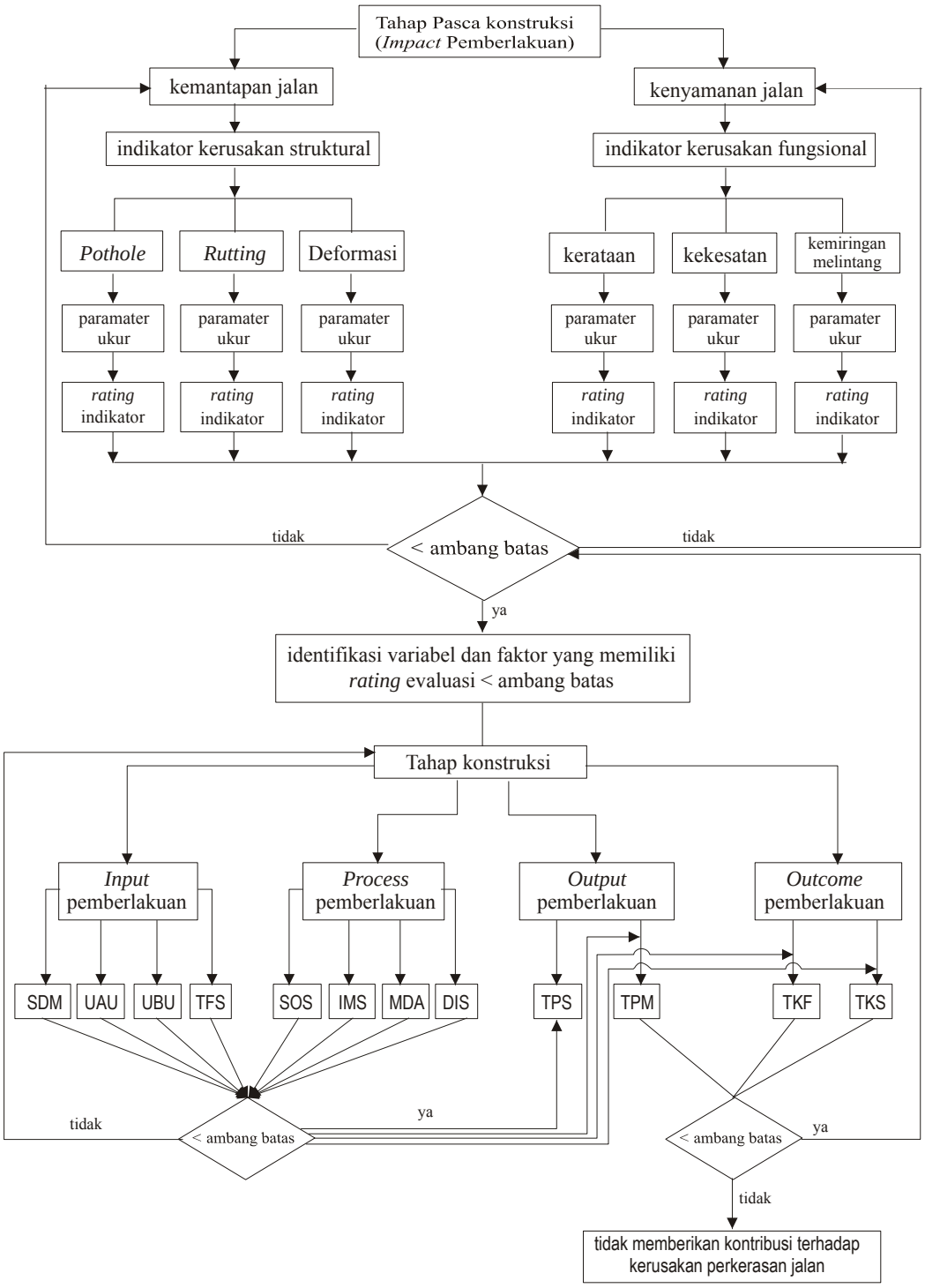
Gambar 5.49. Grafik Perbandingan Tingkat Pencapaian antara ruas Jalan Tegal-Brebes (003) Jawa Tengah, ruas Jalan Kebunsari (Talise)-Tawaeli (003) Sulawesi Tengah, dan ruas Jalan Jayapura-Sentani (016) Papua

<u>b. Evaluasi terhadap hasil aplikasi model.</u> Data monitoring lapangan yang diolah oleh model MESTAM_JALAN menampilkan *trend* tingkat pencapaian tiap subsistem pemberlakuan. Untuk dapat memastikan bagaimana keberhasilan pemberlakuan standar mutunya maka diperlukan metode evaluasi yang tidak terpisahkan dari model MESTAM_JALAN ini. Misal pada tahap konstruksi tingkat pencapaian *input* pemberlakuan 80% (mungkin dikategorikan baik) tetapi pada tahap pasca konstruksinya ternyata tingkat pencapaian *impact* hanya 65% (mungkin kategori "baik"); sebaliknya kasus lain misalnya tingkat pencapaian *input* hanya 45% (mungkin kategori "buruk") tetapi pencapaian *impact* 75% (mungkin kategori baik). Kasus-kasus pemberlakuan seperti tersebut sulit dinilai keberhasilannya kecuali dibuat model ambang batas minimal pencapaian pemberlakuan yang masih dapat diterima dalam kategori "baik" atau "buruk",

sehingga hasil evaluasi akan dapat memberikan rekomendasi predikat keberhasilan pemberlakuan dan solusi perbaikannya apabila diperlukan. Berkaitan dengan telaah tersebut, perlu dibuat diagram pola pikir tentang keterkaitan kualitatif antara identifikasi kerusakan struktural perkerasan jalan pada subsistem *impact* (tahap pasca konstruksi) dengan sub sistem *input, process, output* dan *outcome* (tahap konstruksi), sebagaimana ditunjukkan dalam Gambar 5.50

Penentuan nilai ambang batas minimal tingkat pencapaian subsistem dapat dikagorikan baik atau buruk didekati dengan mencari hubungan antara hasil aplikasi model MESTAM_JALAN dan indek performansi perkerasan jalan yang dapat diukur dari 10 (sepuluh) ruas jalan yang terpilih sebagai obyek implementasi model. Indek performansi yang mudah diukur dan diakui secara nasional dan internasional adalah nilai IRI permukaan perkerasan jalan yang tiap tahun dilakukan pengukurannya oleh Direktorat Jenderal Bina Marga, Departemen Pekerjaan Umum. Pertimbangan penggunaan nilai IRI adalah: (i) memiliki batasan yang tegas untuk menetapkan kondisi perkerasan jalan dalam kategori mantap jika nilai IRI lebih kecil dari 7,0 m/km; (ii) mencerminkan kondisi struktural dan fungsional perkerasan, yang besar kecilnya sangat dipengaruhi proses pemberlakuan standar mutunya. Hubungan hasil aplikasi model dan nilai IRI dapat ditunjukkan dalam Gambar 5.51 yang diringkas dalam Tabel 5.7. Batasan minimal tingkat pencapaian subsistem *impact* lebih tinggi (75,40%) daripada *input* (62,40%), hal ini sangat logis dikaitkan dengan efisiensi penggunaan sumber daya input dan efektivitas pencapaian mutu konstruksi. Secara berurutan dari subsistem *input* sampai *impact*, batasan minimal tersebut makin naik agar didapatkan pencapaian mutu dan keamanan konstruksi perkerasan jalan yang makin baik. Sebagaimana hasil aplikasi model terhadap data monitoring lapangan yang menetapkan tingkat pencapaian maksimal tiap subsistem adalah 100%, sementara batasan minimal kategori "baik" tiap subsistem tidak pada *rating* yang sama, sehingga perlu dibuat hubungan yang matematis logis dengan metode spektrum. Dari Tabel 5.7 ditetapkan batas minimal tingkat pencapaian *input* 62,40% yang diharapkan akan mampu menimbulkan tingkat pencapaian *impact* minimal sebesar 75,40% (pencapaian *impact* target); jika ternyata hanya menimbulkan pencapaian *impact* 70,50% apakah dikategorikan pemberlakuan standar mutunya berhasil walaupun secara nominal 70,50% (pencapaian *impact*

aktual) sudah lebih besar daripada 62,40% (pencapaian *input*). Dengan demikian perbedaan batas minimal ini menyebabkan perlunya dibuat model matematis untuk mensetarakan antara *rating* pencapaian *input* yang terjadi terhadap *rating* pencapaian *impac*t yang ditargetkan.


Tahap Pasca konstruksi
(*Impact* Pemberlakuan)
kemantapan jalan
kenyamanan jalan
indikator kerusakan struktural
indikator kerusakan fungsional
Pothole
Rutting
Deformasi
kerataan
kekesatan
kemiringan melintang
paramater ukur
rating indikator
tidak
< ambang batas
ya
identifikasi variabel dan faktor yang memiliki *rating* evaluasi < ambang batas
Tahap konstruksi
Input pemberlakuan
Process pemberlakuan
Output pemberlakuan
Outcome pemberlakuan
SDM
UAU
UBU
TFS
SOS
IMS
MDA
DIS
TPS
TPM
TKF
TKS
tidak memberikan kontribusi terhadap kerusakan perkerasan jalan

Gambar 5.50. Diagram pola keterkaitan kualitatif antara identifikasi kerusakan perkerasan jalan pada subsistem *impact* dengan subsistem *input, output,* dan *outcome* pemberlakuan standar mutu.

Tabel 5.7. Batas minimal tingkat pencapaian subsistem pemberlakuan standar mutu dalam kategori baik

Subsistem pemberlakuan standar mutu	Batas minimal tingkat pencapaian dalam kategori baik
Tahap konstruksi:	
Subsistem *input*	62,40%
Subsistem *process*	65,90%
Subsistem *output*	71,60%
Subsistem *outcome*	72,60%
Tahap pasca konstruksi:	
Subsistem *impact*	75,40%

Model matematis tersebut dapat ditunjukkan dalam Persamaan (5.1) untuk mengamati hubungan kualitatif subsistem *input* terhadap subsistem *impact*, yang secara analogis juga berlaku untuk hubungan subsistem *output* terhadap *outcome* dan *outcome* terhadap *impact*. Formula model matematis Persamaan (5.1) ini dihubungkan secara terpadu dengan model MESTAM_JALAN untuk menentukan predikat keberhasilan pemberlakuan standar mutu, yang selanjutnya diklasifikasikan dalam 3 (tiga) predikat, yaitu :

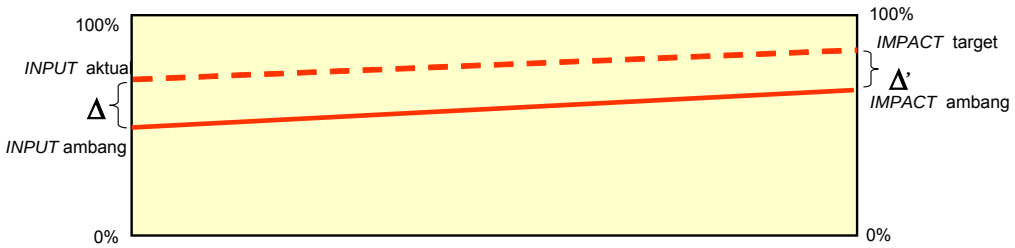
(i) predikat ”sangat berhasil” jika tingkat pencapaian pemberlakuannya di atas target dan di atas ambang batas minimal;

(ii) predikat “berhasil” jika tingkat pencapaian pemberlakuannya di atas ambang batas minimal tetapi masih di bawah target; dan

(iii) predikat “belum berhasil” jika tingkat pencapaian pemberlakuannya di bawah ambang batas minimal.

Target pencapaian pemberlakuan standar mutu pada tiap subsistem yang ditinjau dapat dihitung dengan pendekatan spektrum matematis seperti yang ditunjukkan dalam Persamaan (5.1). Predikat pencapaian subsistem *impact* pemberlakuan suatu standar mutu dapat ditentukan berdasarkan hasil analisis yang diperoleh dari aplikasi model MESTAM_JALAN pada ruas jalan yang ditinjau. Hasil analisis tersebut adalah tingkat pencapaian subsistem *impact* aktual dan *input* aktual tetapi belum diketahui apakah *impact* aktual tersebut lebih besar dari *impact* ambang atau lebih kecil dari *impact* target. Oleh karenanya diamati korelasi logis antara *input* ambang dengan *impact* ambang, artinya jika *input* aktual di atas *input* ambang

maka logikanya akan tercapai *impact* aktual di atas *impact* ambang. Batas target maksimal subsistem *input* maupun *impact* sama masing-masing 100%, yang berbeda adalah ambang batas minimalnya.



$$\frac{\Delta'}{\Delta} = \left(\frac{100\% - IMPACT_{\text{ambang}}}{100\% - INPUT_{\text{ambang}}} \right)$$

$$\Delta' = \Delta \times \left(\frac{100\% - IMPACT_{\text{ambang}}}{100\% - INPUT_{\text{ambang}}} \right)$$

$$(IMPACT_{\text{target}} - IMPACT_{\text{ambang}}) = (INPUT_{\text{aktual}} - INPUT_{\text{ambang}}) \times \left(\frac{100\% - IMPACT_{\text{ambang}}}{100\% - INPUT_{\text{ambang}}} \right)$$

$$IMPACT_{\text{target}} = IMPACT_{\text{ambang}} + \left[(INPUT_{\text{aktual}} - INPUT_{\text{ambang}}) \times \left(\frac{100\% - IMPACT_{\text{ambang}}}{100\% - INPUT_{\text{ambang}}} \right) \right] \qquad (5.1)$$

Monitoring dan evaluasi pemberlakuan SNI 03-1737-1991 pada konstruksi peningkatan perkerasan jalan di ruas jalan Waru-Sidoarjo (016) Jawa Timur tahun 2006 (tahap konstruksi) dan tahun 2007 (awal pasca konstruksi), dengan aplikasi model MESTAM_JALAN didapatkan:

(i) tingkat pencapaian *INPUT* aktual = 63,41%

(ii) tingkat pencapaian *INPUT* ambang = 62,40%

(iii) tingkat pencapaian *IMPACT* ambang = 75,40%

(iv) tingkat pencapaian *IMPACT* target adalah :

$$= 75{,}40\% + \left[(63{,}41\% - 62{,}40\%) x \frac{(100\% - 75{,}40\%)}{(100\% - 62{,}40\%)} \right]$$

$$= 77{,}10\%$$

Tingkat pencapaian *IMPACT* aktual diperoleh dari aplikasi model adalah 77,90%, lebih besar daripada 77,10%, sehingga masuk dalam kategori “sangat berhasil” karena nilainya lebih besar daripada tingkat pencapaian *IMPACT* ambang dan *IMPACT* target.

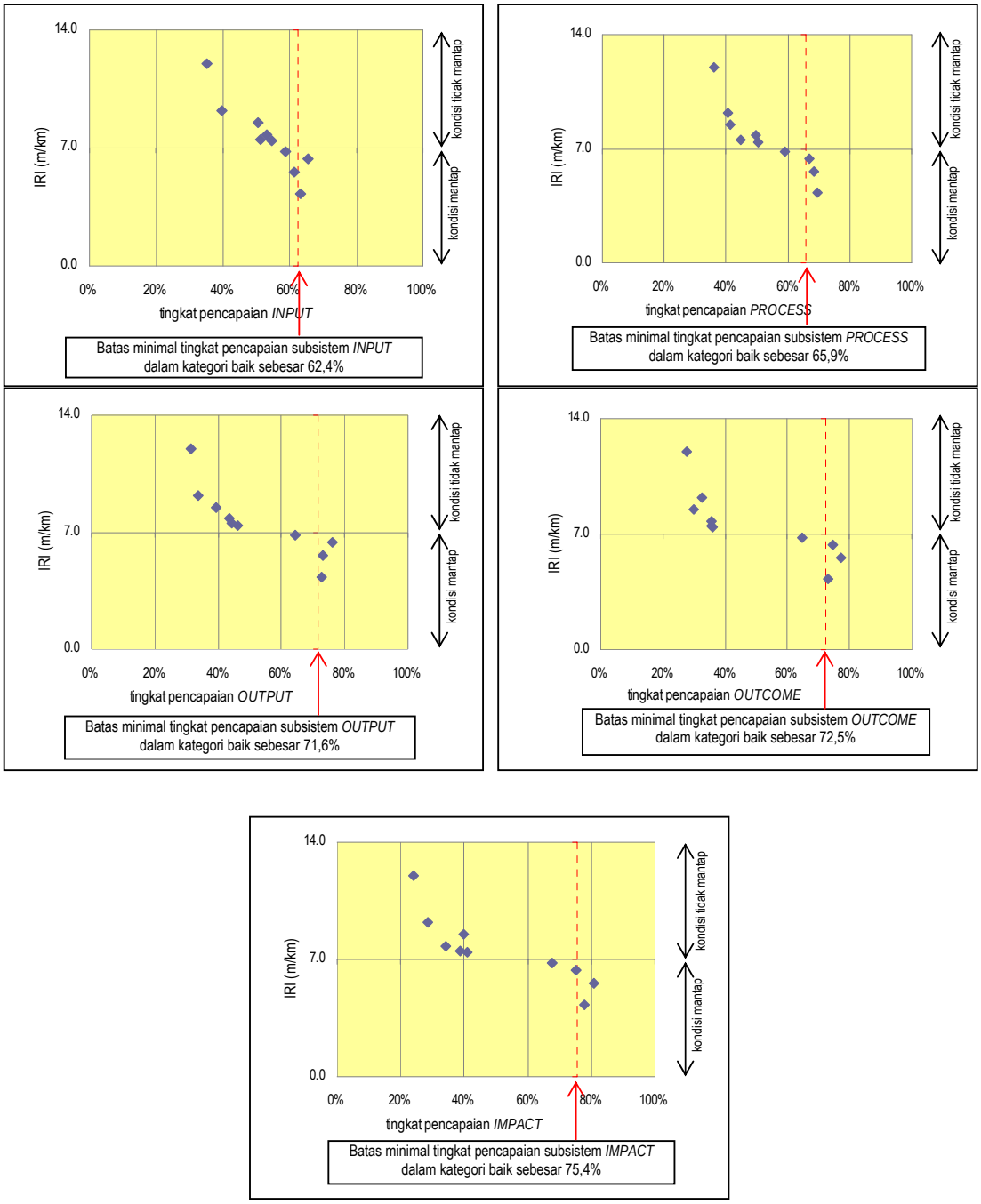
Hasil aplikasi model MESTAM_JALAN untuk menentukan predikat keberhasilan pemberlakuan SNI 03-1737-1991 berdasarkan logika matematis terhadap *rating* tingkat pencapaian pemberlakuannya di beberapa ruas jalan pada wilayah propinsi yang terpilih, dapat ditunjukkan dalam Gambar 5.52 sampai dengan Gambar 5.55. Beberapa fenomena yang perlu dicermati dari aplikasi model MESTAM_JALAN terhadap penentuan predikat keberhasilan pemberlakuan standar mutu, antara lain :

(i) Predikat "sangat berhasil" pencapaian subsistem *impact* berdasarkan subsistem *input* pemberlakuan (Gambar 5.55) sangat dipengaruhi dan didukung predikat "berhasil" atau "sangat berhasil" oleh: (1) pencapaian subsistem *outcome* terhadap *impact* (Gambar 5.54); (2) pencapaian subsistem *output* terhadap *outcome* (Gambar 5.53); (3) pencapaian subsistem *input* terhadap output (Gambar 5.52). Fenomena ini terjadi pada ruas jalan Waru-Sidoarjo (016) di Jawa Timur dan ruas jalan Cirebon-Losari (013) di Jawa Barat serta ruas jalan Tegal-Brebes (003) di Jawa Tengah.

(ii) Predikat "belum berhasil" pencapaian subsistem *impact* berdasarkan subsistem *input* pemberlakuan (Gambar 5.55) sangat dipengaruhi oleh predikat "belum berhasil" pencapaian subsistem-subsistem sebelumnya (lihat Gambar 5.52 sampai dengan Gambar 5.54), maka implikasi yang muncul banyak perbaikan dan penyempurnaan implementasi SNI 03-1737-1991 dengan memonitor indikator-indikator variabel yang memiliki rating di bawah ambang batas minimalnya. Contoh fenomena ini adalah ruas jalan Kandis-Duri (006.2) di Riau; ruas jalan Medan-Lubuk Pakam (005) di Sumatera Utara; ruas jalan Loa Janan-Gereja (003.1) di Kalimantan Timur; ruas jalan Soe-Nikiniki (060) di NTT; ruas jalan Kebunsari (Talise)-Tawaeli (003) di Sulawesi Tengah; ruas jalan Jayapura-Sentani (016) di Papua; dan ruas jalan Pangkajene K.-Maros (012) di Sulawesi Selatan.

(iii) Khusus fenomena di Sulawesi Selatan, tingkat pencapaian subsistem *input* 58,9% sebenarnya sudah mampu memberikan pengaruh pencapaian subsistem *impact* aktual 67,8% yang lebih besar daripada pencapaian subsistem *input* (=58,9%) tetapi *rating* 67,8% ini jauh di bawah batas ambang minimalnya (=75,2%) atau jauh di bawah *rating* targetnya (=74,3%), sehingga predikatnya

“belum berhasil” walaupun terjadi tingkat pencapaian subsistem *impact* aktual lebih besar dari pencapaian subsistem *input*.



Gambar 5.51. Penentuan batas minimal tingkat pencapaian subsistem pemberlakuan standar mutu dalam kategori "baik".

PREDIKAT TINGKAT PENCAPAIAN OUTPUT BERDASARKAN INPUT PEMBERLAKUAN STANDAR MUTU

Standar Rujukan : SNI 03-1737-1991
Seksi : Seksi 6.3 (CAMPURAN BERASPAL PANAS)
Divisi : Divisi 6 (PERKERASAN ASPAL)

Ruas Jalan	Tingkat Pencapaian			Predikat
	Input	Output Aktual	Output Target	
003. / TEGAL - BREBES Nasional JAWA TENGAH	65.7	76	75.1	Sangat berhasil
016. / WARU - SIDOARJO Nasional JAWA TIMUR	63.4	72.7	73.5	Berhasil
013. / CIREBON - LOSARI Nasional JAWA BARAT	61.6	73.3	72.2	Sangat berhasil
012. / PANGKAJENE K. - MAROS Nasional SULAWESI SELATAN	58.9	64.5	70.2	Belum berhasil
006.2 / KANDIS - DURI Nasional RIAU	54.5	46.1	67	Belum berhasil
005. / MEDAN - LUBUK PAKAM Nasional SUMATERA UTARA	53.1	43.6	66	Belum berhasil
003.1 / LOA JANAN - GEREJA Nasional KALIMANTAN TIMUR	51.4	44.2	64.8	Belum berhasil
003. / KEBUNSARI (TALISE) - TAWAELI Nasional SULAWESI TENGAH	50.7	39.5	64.2	Belum berhasil
060. / SOE - NIKINIKI Nasional NUSA TENGGARA TIMUR	39.8	33.7	56.4	Belum berhasil
016. / JAYAPURA - SENTANI Nasional PAPUA	35.2	31.5	53.1	Belum berhasil

Gambar 5.52. Tampilan predikat tingkat pencapaian subsistem *output* berdasarkan *input* pemberlakuan SNI 03-1737-1991.

PREDIKAT TINGKAT PENCAPAIAN OUTCOME BERDASARKAN OUTPUT PEMBERLAKUAN STANDAR MUTU

Standar Rujukan : SNI 03-1737-1991
Seksi : Seksi 6.3 (CAMPURAN BERASPAL PANAS)
Divisi : Divisi 6 (PERKERASAN ASPAL)

Ruas Jalan	Tingkat Pencapaian			Predikat
	Output	Outcome Aktual	Outcome Target	
003. / TEGAL - BREBES Nasional JAWA TENGAH	76	74.5	76.8	Berhasil
016. / WARU - SIDOARJO Nasional JAWA TIMUR	72.7	73.3	73.6	Berhasil
013. / CIREBON - LOSARI Nasional JAWA BARAT	73.3	77.3	74.2	Sangat berhasil
012. / PANGKAJENE K. - MAROS Nasional SULAWESI SELATAN	64.5	64.9	65.7	Belum berhasil
006.2 / KANDIS - DURI Nasional RIAU	46.1	35.9	48	Belum berhasil
005. / MEDAN - LUBUK PAKAM Nasional SUMATERA UTARA	43.6	35.5	45.6	Belum berhasil
003.1 / LOA JANAN - GEREJA Nasional KALIMANTAN TIMUR	44.2	35.6	46.1	Belum berhasil
003. / KEBUNSARI (TALISE) - TAWAELI Nasional SULAWESI TENGAH	39.5	30.1	41.6	Belum berhasil
060. / SOE - NIKINIKI Nasional NUSA TENGGARA TIMUR	33.7	32.6	36	Belum berhasil
016. / JAYAPURA - SENTANI Nasional PAPUA	31.5	27.6	33.8	Belum berhasil

Gambar 5.53. Tampilan predikat tingkat pencapaian subsistem *outcome* berdasarkan *output* pemberlakuan SNI 03-1737-1991

PREDIKAT TINGKAT PENCAPAIAN IMPACT BERDASARKAN OUTCOME
PEMBERLAKUAN STANDAR MUTU

Standar Rujukan : SNI 03-1737-1991
Seksi : Seksi 6.3 (CAMPURAN BERASPAL PANAS)
Divisi : Divisi 6 (PERKERASAN ASPAL)

Ruas Jalan	Tingkat Pencapaian			Predikat
	Outcome	Impact Aktual	Impact Target	
003. / TEGAL - BREBES Nasional JAWA TENGAH	74.5	75.1	77.2	Berhasil
016. / WARU - SIDOARJO Nasional JAWA TIMUR	73.3	77.8	76.1	Sangat berhasil
013. / CIREBON - LOSARI Nasional JAWA BARAT	77.3	80.7	79.8	Sangat berhasil
012. / PANGKAJENE K. - MAROS Nasional SULAWESI SELATAN	64.9	67.9	68.7	Belum berhasil
006.2 / KANDIS - DURI Nasional RIAU	35.9	40.9	42.7	Belum berhasil
005. / MEDAN - LUBUK PAKAM Nasional SUMATERA UTARA	35.5	34.2	42.4	Belum berhasil
003.1 / LOA JANAN - GEREJA Nasional KALIMANTAN TIMUR	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]
003. / KEBUNSARI (TALISE) - TAWAELI Nasional SULAWESI TENGAH	30.1	36.9	37.5	Belum berhasil
060. / SOE - NIKINIKI Nasional NUSA TENGGARA TIMUR	32.6	28.4	39.8	Belum berhasil
016. / JAYAPURA - SENTANI Nasional PAPUA	27.6	23.9	35.4	Belum berhasil

Gambar 5.54. Tampilan predikat tingkat pencapaian subsistem *impact* berdasarkan *outcome* pemberlakuan SNI 03-1737-1991

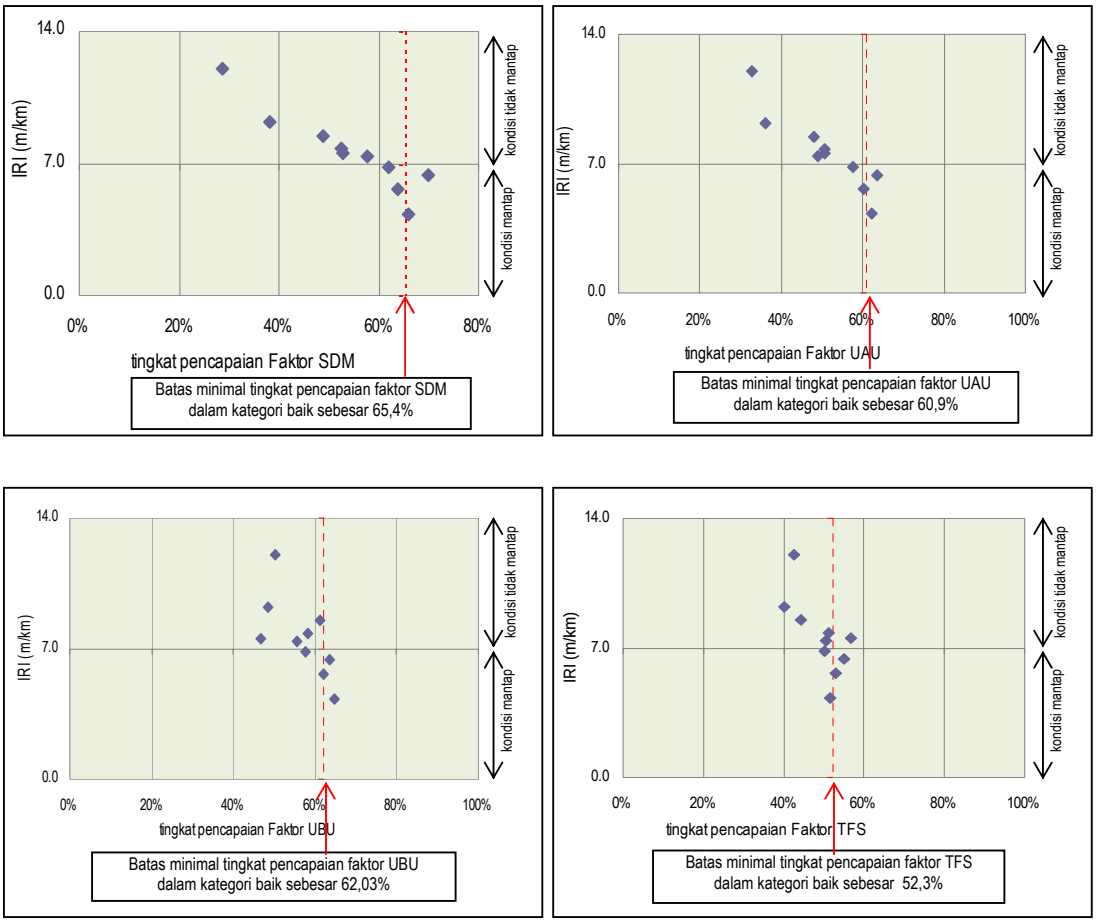
PREDIKAT TINGKAT PENCAPAIAN IMPACT BERDASARKAN INPUT
PEMBERLAKUAN STANDAR MUTU

Standar Rujukan : SNI 03-1737-1991
Seksi : Seksi 6.3 (CAMPURAN BERASPAL PANAS)
Divisi : Divisi 6 (PERKERASAN ASPAL)

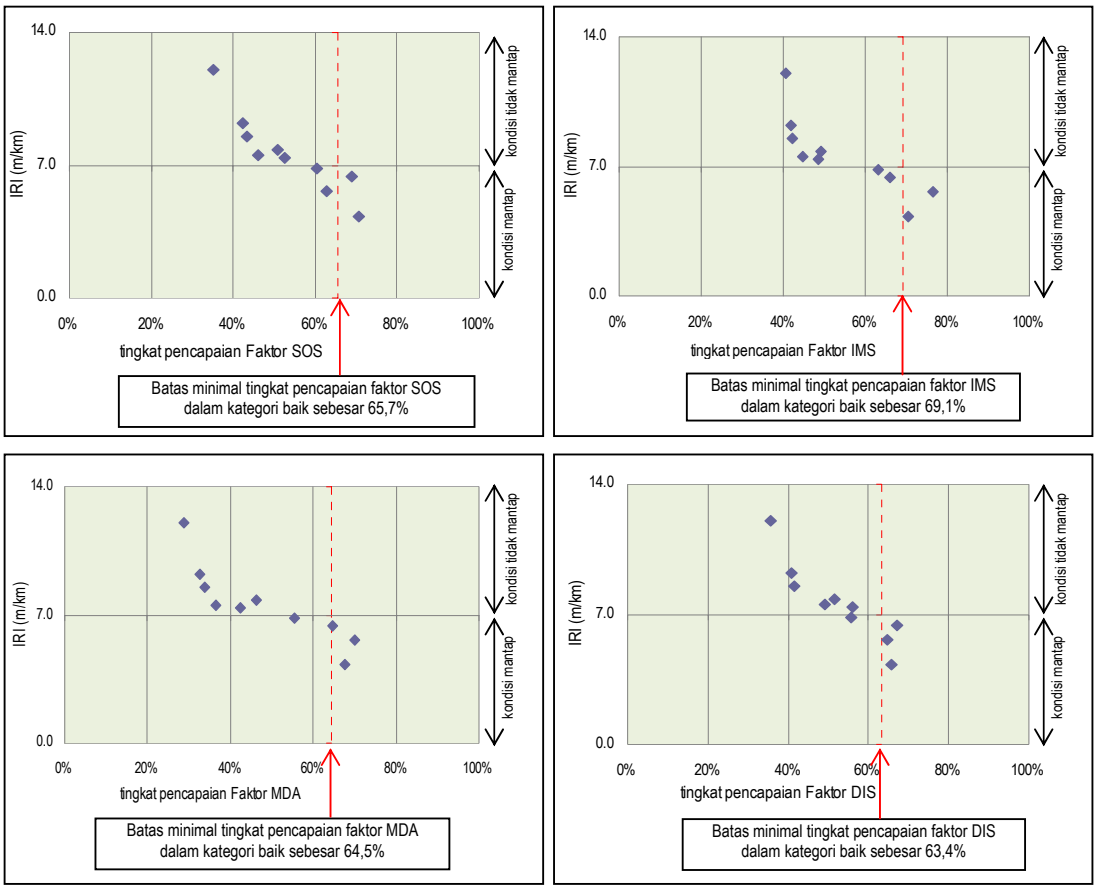
Ruas Jalan	Tingkat Pencapaian			Predikat
	Input	Impact Aktual	Impact Target	
003. / TEGAL - BREBES Nasional JAWA TENGAH	65.7	75.1	78.6	Berhasil
016. / WARU - SIDOARJO Nasional JAWA TIMUR	63.4	77.8	77.1	Sangat berhasil
013. / CIREBON - LOSARI Nasional JAWA BARAT	61.6	80.7	76	Sangat berhasil
012. / PANGKAJENE K. - MAROS Nasional SULAWESI SELATAN	58.9	67.9	74.3	Belum berhasil
006.2 / KANDIS - DURI Nasional RIAU	54.5	40.9	71.6	Belum berhasil
005. / MEDAN - LUBUK PAKAM Nasional SUMATERA UTARA	53.1	34.2	70.7	Belum berhasil
003.1 / LOA JANAN - GEREJA Nasional KALIMANTAN TIMUR	51.4	38.6	69.6	Belum berhasil
003. / KEBUNSARI (TALISE) - TAWAELI Nasional SULAWESI TENGAH	50.7	36.9	69.2	Belum berhasil
060. / SOE - NIKINIKI Nasional NUSA TENGGARA TIMUR	39.8	28.4	62.4	Belum berhasil
016. / JAYAPURA - SENTANI Nasional PAPUA	35.2	23.9	59.5	Belum berhasil

Gambar 5.55. Tampilan predikat tingkat pencapaian subsistem *impact* berdasarkan *input* pemberlakuan SNI 03-1737-1991

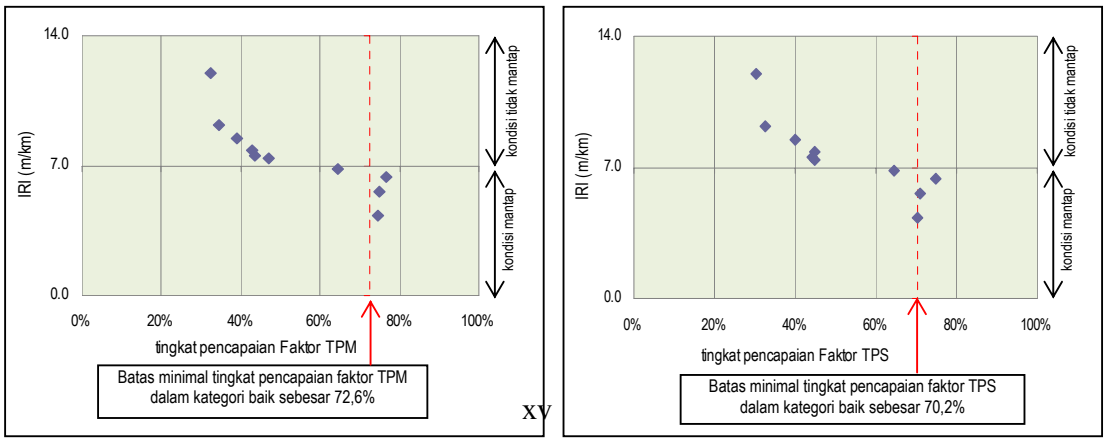
Implikasi dari predikat pencapaian pemberlakuan standar mutu khususnya predikat "belum berhasil" adalah perlunya rekomendasi perbaikan dalam bentuk program aksi dengan menelusuri di bagian faktor mana yang memiliki *rating* di bawah batas ambang minimalnya bahkan sampai di variabel mana dari suatu faktor memiliki *rating* yang masih di bawah ambang batas minimal skor yang dikategorikan "baik". Untuk menentukan ambang batas minimal skor kategori "baik" tiap faktor pemberlakuan standar mutu dapat didekati dengan mencari hubungan antara hasil aplikasi model MESTAM_JALAN terhadap data monitoring performansi perkerasan jalan di 10 (sepuluh) ruas jalan nasional (Tabel 5.3) dengan nilai IRI permukaan perkerasannya. Hasil ambang batas minimal skor kategori "baik" tiap faktor pemberlakuan standar mutu dapat ditunjukkan dalam Gambar 5.56 sampai dengan Gambar 5.60.



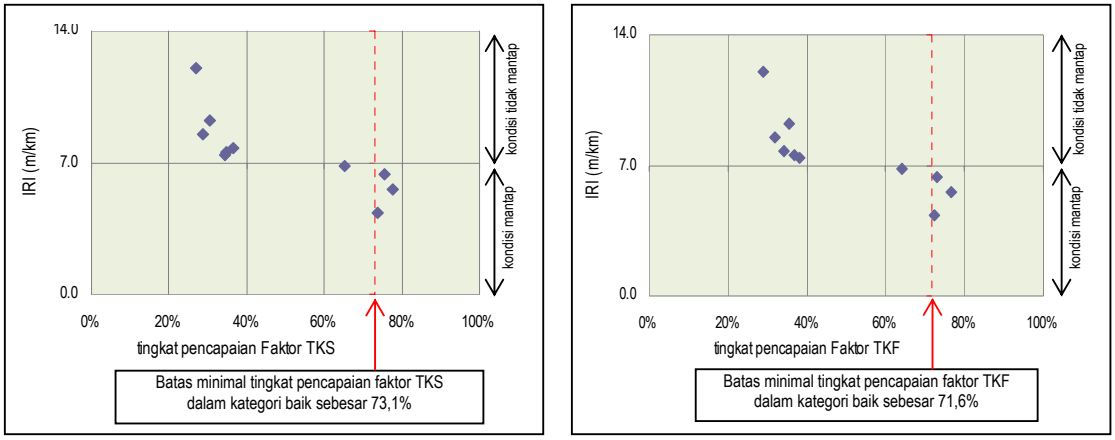
Gambar 5.56. Penentuan ambang batas minimal tingkat pencapaian faktor-faktor SDM pengendali mutu, UAU, UBU dan TFS



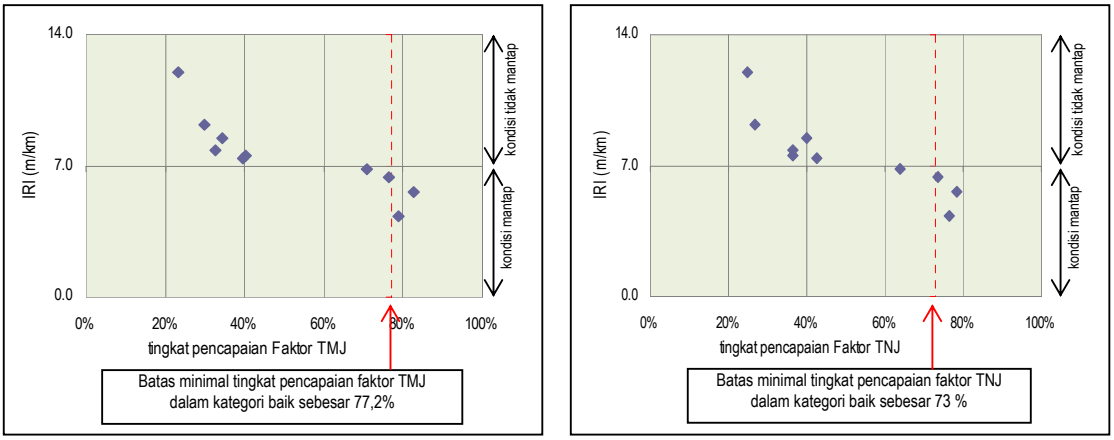
Gambar 5.57. Penentuan ambang batas minimal tingkat pencapaian faktor-faktor SOS, IMS, DIS, dan MDA



Gambar 5.58. Penentuan ambang batas minimal tingkat pencapaian faktor-faktor TPM dan TPS



Gambar 5.59. Penentuan ambang batas minimal tingkat pencapaian faktor-faktor TKS dan TKF



Gambar 5.60. Penentuan ambang batas minimal tingkat pencapaian faktor-faktor TMJ dan TNJ

Selanjutnya ambang batas minimal skor kategori "baik" tiap faktor ini dihubungkan dengan model MESTAM_JALAN secara terpadu sehingga akan memberikan solusi yang detail. Solusi akan diberikan pada tiap variabel jika skor variabel di bawah ambang batas minimalnya. Jika dikaitkan dengan predikat pencapaian subsistem maka tidak berarti predikat "berhasil" tidak memerlukan solusi, mungkin saja

rating pencapaian faktor atau subsistem sudah melebihi ambang batas minimal tetapi jika ditelusuri ada suatu variabel yang masih memiliki skor di bawah ambang batas minimalnya. Secara umum mengindikasikan bahwa predikat "belum berhasil" pencapaian pemberlakuan akan memiliki program perbaikan variabel yang lebih komplek daripada predikat "berhasil" atau "sangat berhasil". Fenomena ini dapat dibandingkan antara ruas jalan Tegal-Brebes (003) di Jawa Tengah yang memiliki predikat "berhasil" dalam pencapaian pemberlakuan SNI 03-1737-1991 dengan ruas jalan Loa Janan-Gereja (003.1) di Kalimantan Timur yang memiliki predikat "belum berhasil", seperti yang ditunjukkan dalam Gambar 5.61 dan Gambar 5.62.

SOLUSI PENANGANAN PERBAIKAN PEMBERLAKUAN STANDAR MUTU PERKERASAN JALAN JIKA KECENDERUNGAN PENGARUH VARIABEL - VARIABELNYA DALAM KONDISI MAKIN BURUK

Ruas Jalan	: 003. / TEGAL - BREBES	Lebar	: 8.14 m
Propinsi	: JAWA TENGAH	KM	: 66.48 s/d 75.28
Status	: Nasional	Standar Rujukan	: SNI 03-1737-1991
Jenis Perkerasan	: AC, HRS	Seksi	: CAMPURAN BERASPAL PANAS
Panjang	: 8.78 Km	Divisi	: PERKERASAN ASPAL

1. Input — Tingkat Pencapaian Input : 65.719% Skor : 21.359% Max : 32.5%

1.1 SDM (Sumber Daya Manusia)

1. Training Profesi
   - Meningkatkan training SDM pengendali mutu perkerasan jalan melalui program training setingkat ahli madya

1.2 UAU (Utilisasi Alat Uji)

1. Kehandalan Alat Uji
   - Meningkatkan kehandalan alat uji mutu melalui program sertifikasi kalibrasi JKN
2. Kesiapan Alat Uji
   - Meningkatkan kesiapan alat uji mutu melalui pengecekan presisi dan suku cadang komponennya, perawatan, kalibrasi dan kestabilan tempat kerja agar dapat mereduksi kejadian kerusakan alat

1.3 UBU (Utilitasi Bahan Uji)

1. Proses Pengadaan Bahan Uji
   - Memperkecil jumlah benda uji yang proses pengadaannya melebihi 24 jam

1.4 TFS (Tampilan Format Standar)

1. Kemudahan Bahasa Standar Mutu
   - Mengurangi tampilan substansi standar mutu perkerasan jalan yang bahasanya sulit dipahami
2. Ukuran Buku Standar Mutu
   - Menambah tampilan buku standar mutu perkerasan jalan dalam bentuk buku saku agar mudah dibawa pengguna

Proses — Tingkat Pencapaian Proses : 66.986% Skor : 13.196% Max : 19.7%

2.1 SOS (Sosialisasi Standar)

1. Komitmen Kerjasama Kelembagaan

2.2 DIS (Distribusi Standar)

1. Ketersediaan Buku Standar
   - Meningkatkan jumlah buku standar mutu perkerasan yang dapat terdistribusi di wilayah kerja
2. Kecepatan Distribusi Standar
   - Mereduksi pergantian moda trasportasi dalam distribusi buku standar mutu perkerasan jalan di wilayah kerja
   - Mengurangi waktu distribusi standar mutu perkerasan jalan dari asal sampai ke lokasi pendistribusiannya
   - Mengurangi jarak tempuh distribusi standar mutu perkerasan jalan dari asal sampai ke lokasi pendistribusiannya
   - Mengurangi jarak tempuh distribusi standar mutu perkerasan jalan dari asal sampai ke lokasi pendistribusiannya

2.3 IMS (Implementasi Standar)

1. Kesesuaian Spesifikasi Teknis
   - Memperkecil selisih antara data terukur dan data standar optimum yang disyaratkan dalam implementasi standar mutu perkerasan jalan

2.4 MDA (Manajemen Data)

1. Kemudahan Kompilasi Data
   - Mengevaluasi ragam satuan data ukur dikaitkan dengan kemampuan teknis pengguna dan tuntutan spesifikasi teknis

Gambar 5.61. Tampilan Rekap Solusi penanganan perbaikan untuk peningkatan pemberlakuan SNI 03-1737-1991 pada ruas Jalan Tegal-Brebes (003) Jawa Tengah

3. Output — Tingkat Pencapaian Output : 75.998% Skor : 14.516% Max : 19.1%

3.1 TPS (Tingkat Pencapaian Sosialisasi)

1. Ketepatan Jadwal Sosialisasi
   - Ketepatan waktu penyelenggaraan sosialisasi standar mutu perkerasan jalan agar tidak terlalu jauh atau overlapping dengan jadwal implementasinya di lapangan

4. Outcome — Tingkat Pencapaian Outcome : 74.478% Skor : 11.172% Max : 15.0%

4.1 TKS (Tingkat Kekuatan Struktural)

1. Daya Dukung Perkerasan
   - Mengevaluasi daya dukung perkerasan jalan dengan menghitung jumlah panjang ruas jalan eksisting yang memiliki SDI>50
   - Mengevaluasi daya dukung perkerasan jalan dengan menghitung rating PCI perkerasan eksisting
2. Kondisi Beban Lalu Lintas
   - Mengevaluasi kondisi beban lalulintas dengan menghitung ulang nilai TF (truck factor) pada ruas jalan eksisting

4.2 TKF (Tingkat Kekuatan Fungsional)

1. Faktor Regional
   - Mengevaluasi faktor regional dengan menghitung ulang persentase (%) kendaraan berat yang lewat pada ruas jalan eksisting
2. Performansi Permukaan Jalan
   - Mengevaluasi kondisi performansi permukaan perkerasan jalan dengan menghitung ulang nilai IRI pada permukaan perkerasan jalan eksisting

5. Impact — Tingkat Pencapaian Impact : 75.120% Skor : 10.291% Max : 13.7%

5.1 TMJ (Tingkat Kemantapan Jalan)

1. Kondisi Rutting Perkerasan
   - Mengevaluasi kondisi rutting perkerasan jalan eksisting dengan menghitung luasan rutting permukaan tiap kilometer panjang jalan

5.2 TNJ (Tingkat Kenyamanan Jalan)

1. Kemiringan Melintang Permukaan
   - Mengevaluasi kemiringan melintang permukaan dengan menghitung ulang kemiringan melintang permukaan perkerasan jalan eksisting

Gambar 5.61. Tampilan Rekap Solusi penanganan perbaikan untuk peningkatan pemberlakuan SNI 03-1737-1991 pada ruas Jalan Tegal-Brebes (003) Jawa Tengah (lanjutan)

SOLUSI PENANGANAN PERBAIKAN PEMBERLAKUAN STANDAR MUTU PERKERASAN JALAN JIKA KECENDERUNGAN PENGARUH VARIABEL - VARIABELNYA DALAM KONDISI MAKIN BURUK

Ruas Jalan	: 003.1 / LOA JANAN - GEREJA	Lebar	: 6.63 m
Propinsi	: KALIMANTAN TIMUR	KM	: 13.42 s/d 76.90
Status	: Nasional	Standar Rujukan	: SNI 03-1737-1991
Jenis Perkerasan	: AC, HRS	Seksi	: CAMPURAN BERASPAL PANAS
Panjang	: 63.36 Km	Divisi	: PERKERASAN ASPAL

1. Input — Tingkat Pencapaian Input : 51.424% Skor : 16.713% Max : 32.5%

1.1 SDM (Sumber Daya Manusia)

1. Kompetensi Profesi
   - Meningkatkan kompetensi SDM pengendali mutu melalui program training (pelatihan) bersertifikat keahlian madya bidang perkerasan jalan
   - Meningkatkan kompetensi SDM pengendali mutu melalui program diseminasi pendalaman materi standar mutu perkerasan jalan
   - Meningkatkan kompetensi SDM pengendali mutu melalui program CPD dua kali per tahun bidang perkerasan jalan
   - Meningkatkan kompetensi SDM pengendali mutu melalui penambahan pengalaman kerja pengendalian mutu perkerasan jalan
2. Tingkat Pendidikan
   - Meningkatkan kualitas SDM pengendali mutu melalui program pendidikan formal sarjana S-1 teknik sipil bidang teknik jalan
   - Meningkatkan kualitas SDM pengendali mutu melalui program pendidikan ketrampilan khusus pengendalian mutu perkerasan jalan
3. Pengalaman Kerja Profesi
   - Menambah jumlah SDM pengendalian mutu yang berpengalaman di bidangnya minimal 5 (lima) tahun
4. Training Profesi
   - Meningkatkan training SDM pengendali mutu perkerasan jalan melalui program training setingkat ahli madya

1.2 UAU (Utilisasi Alat Uji)

1. Ketersediaan Alat Uji
   - Menambah jumlah dan jenis alat uji mutu perkerasan jalan yang memenuhi tuntutan spesifikasi teknis
   - Menambah jumlah dan jenis alat uji mutu perkerasan jalan melalui program kerjasama dengan laboratorium independen
2. Kehandalan Alat Uji
   - Meningkatkan kehandalan alat uji mutu untuk menghasilkan data ukur yang akurat melalui program perawatan rutin dan perbaikan teknis presisi komponennya
3. Kesiapan Alat Uji
   - Meningkatkan kesiapan penyediaan suku cadang komponen peralatan penting pada tiap jenis alat uji mutu yang digunakan
   - Meningkatkan kesiapan alat uji mutu melalui pengecekan presisi dan suku cadang komponennya, perawatan, kalibrasi dan kestabilan tempat kerja agar dapat mereduksi kejadian kerusakan alat
4. Kemudahan Juknis Alat Uji
   - Mereduksi kesalahan teknisi alat uji mutu melalui peningkatan pemahaman materi petunjuk teknis alat uji

1.3 UBU (Utilitasi Bahan Uji)

1. Kualitas Bahan Uji
   - Menambah jumlah bahan uji mutu yang memenuhi prosedur spesifikasi teknis
2. Ketepatan Metode Sampling
   - Mereduksi jumlah benda uji yang tidak memenuhi prosedur pengambilan sampling
   - Menambah jumlah benda uji mutu yang merepresentasikan lokasi kerja
   - Memperkecil jumlah benda uji yang rusak

Gambar 5.62. Tampilan Rekap Solusi penanganan perbaikan untuk peningkatan pemberlakuan SNI 03-1737-1991 pada ruas Jalan Lao Janan Garsia (003-1) Kalimantan Timur

3. Proses Pengadaan Bahan Uji
   - Memperkecil jumlah benda uji yang proses pengadaannya melebihi 24 jam

1.4 TFS (Tampilan Format Standar)

1. Kemudahan Bahasa Standar Mutu
   - Mengurangi tampilan substansi standar mutu perkerasan jalan yang bahasanya sulit dipahami
2. Ukuran Buku Standar Mutu
   - Menambah tampilan buku standar mutu perkerasan jalan dalam bentuk buku saku agar mudah dibawa pengguna

2. Proses — Tingkat Pencapaian Proses : 44.619% Skor : 8.790% Max : 19.7%

2.1 SOS (Sosialisasi Standar)

1. Kompetensi Instruktur Sosialisasi
   - Meningkatkan jumlah instruktur sosialisasi standar mutu perkerasan jalan yang bersertifikasi keahlian utama
2. Komitmen Kerjasama Kelembagaan
3. Kualitas Materi Sosialisasi
   - Meningkatakan kualitas materi sosialisasi agar sesuai dengan substansi standar mutu perkerasan jalan yang diiplementasikan
4. Keragaman Cara Sosialisasi
   - Meningkatkan jumlah pelatihan pemahaman standar mutu perkerasan jalan tiap tahun di wilayah kerja
   - Meningkatkan jumlah diseminasi pemahaman standar mutu perkerasan jalan tiap tahun di wilayah kerja
   - Menambah jumlah lokasi kota penyelenggaraan sosialisasi standar mutu perkerasan jalan di propinsi wilayah kerja
   - Meningkatkan peranan organisasi profesi yang mendukung sosialisasi standar mutu perkerasan jalan
   - Meningkatkan motivasi keaktifan peserta sosialisasi standar mutu perkerasan jalan

2.2 DIS (Distribusi Standar)

1. Partisipasi Stakeholder Standar
   - Meningkatkan peranan lembaga pemerintah di daerah agar berpartisipasi aktif dalam distribusi standar mutu perkerasan jalan
   - Meningkatkan peranan organisasi profesi di daerah agar berpartisipasi aktif dalam distribusi standar mutu perkerasan jalan
   - Mengurangi lembaga birokrasi yang dilalui dalam proses distribusi standar mutu perkerasan jalan
2. Ketersediaan Buku Standar
   - Meningkatkan jumlah buku standar mutu perkerasan yang dapat terdistribusi di wilayah kerja
3. Kecepatan Distribusi Standar
   - Mereduksi pergantian moda trasportasi dalam distribusi buku standar mutu perkerasan jalan di wilayah kerja
   - Mengurangi waktu distribusi standar mutu perkerasan jalan dari asal sampai ke lokasi pendistribusiannya
   - Mengurangi jarak tempuh distribusi standar mutu perkerasan jalan dari asal sampai ke lokasi pendistribusiannya

2.3 IMS (Implementasi Standar)

1. Ketepatan Implementasi Standar
   - Meningkatkan pemahaman pengguna terhadap substansi prosedur implementasi standar mutu perkerasan jalan
   - Meningkatkan pemahaman pengguna terhadap pelaksanaan prosedur implementasi standar mutu perkerasan jalan
   - Mengevaluasi substansi prosedur implementasi standar mutu perkerasan jalan yang kurang memenuhi tuntutan spesifikasi teknis
2. Kesesuaian Spesifikasi Teknis
   - Memperkecil selisih antara data terukur dan data standar optimum yang disyaratkan dalam implementasi standar mutu perkerasan jalan

Gambar 5.62. Tampilan Rekap Solusi penanganan perbaikan untuk peningkatan pemberlakuan SNI 03-1737-1991 pada ruas Jalan Loa Janan-Gereja (003.1) Kalimantan Timur (Lanjutan)

3. Pengakuan Hasil Implementasi
   - Mengevaluasi beberapa bagian substansi standar mutu perkerasan jalan yang dapat diimplementasikan oleh laboratorium independen di wilayah kerja
   - Mengevaluasi beberapa substansi standar mutu perkerasan jalan yang dapat dimodifikasi untuk disesuaikan dengan faktor regional
   - Memperkecil selisih antara data ukur mutu perkerasan jalan antara di lapangan dan di laboratorium
4. Jangka Waktu Implementasi
   - Memperkecil selisih waktu antara proses analisis data ukur dan waktu standar akuisisi data yang ditetapkan dalam prosedur implementasi standar mutu perkerasan jalan
   - Memperkecil selisih waktu antara proses implementasi dan waktu standar yang ditetapkan dalam prosedur implementasi standar mutu perkerasan jalan

2.4 MDA (Manajemen Data)

1. Kemudahan Kompilasi Data
   - Mengevaluasi ragam satuan data ukur dikaitkan dengan kemampuan teknis pengguna dan tuntutan spesifikasi teknis
2. Kecanggihan Pengolahan Data
   - Meningkatkan sistem pengolahan data untuk menghasilkan data yang akurat
   - Meningkatkan kualitas sistem pengolahan data untuk mereduksi data yang berbeda jauh dari kelompok data ukur
3. Keandalan Sistem Basis Data
   - Memperbaiki sistem basis data ukur untuk memperkecil kerusakan data dalam satu tahun awal
   - Memperbaiki sistem basis data untuk memperkecil tercampurnya data ukur dengan data lain dalam satu tahun awal
4. Aksesibilitas Penggunaan Data
   - Memperkecil selisih waktu antara waktu mengakses data pendukung dari sumber lain dengan waktu pengujian mutu di lapangan

3. Output — Tingkat Pencapaian Output : 44.218% Skor : 8.446% Max : 19.1%

3.1 TPS (Tingkat Pencapaian Sosialisasi)

1. Kemantapan Dukungan Institusi
   - Meningkatkan kemantapan dukungan institusi dengan menambah jumlah peserta lebih banyak daripada tahun sebelumnya untuk berpartisipasi aktif dalam sosialisasi standar mutu perkerasan jalan
   - Meningkatkan kemantapan dukungan institusi dengan menambah jumlah organisasi profesi lebih banyak daripada tahun sebelumnya untuk berpartisipasi aktif dalam sosialisasi standar mutu perkerasan jalan
2. Ketepatan Jadwal Sosialisasi
   - Ketepatan waktu penyelenggaraan sosialisasi standar mutu perkerasan jalan agar tidak terlalu jauh atau overlapping dengan jadwal implementasinya di lapangan
3. Keseragaman Penggunaan Standar
   - Meningkatkan keseragaman penggunaan standar mutu perkerasan jalan dengan melengkapi materi sosialisasinya yang lebih baik daripada tahun ini
   - Meningkatkan keseragaman penggunaan standar mutu perkerasan jalan dengan menambah jumlah stakeholder yang mendapatkan dokumen standar lebih lengkap daripada tahun ini
   - Meningkatkan keseragaman penggunaan standar mutu perkerasan jalan dengan menambah stakeholder yang lebih banyak daripada tahun ini dalam menggunakan standar mutu yang sama

3.2 TPM (Tingkat Pencapaian Mutu)

1. Ketepatan Mutu Pengujian
   - Meningkatkan ketepatan mutu pengujian dengan memperbaiki proses pengujian untuk mendapatkan data ukur yang akurat
   - Meningkatkan ketepatan mutu pengujian dengan memperbaiki prosedur implementasi untuk mendaptkan dat a ukur yang sesuai spesifikasi teknis
2. Ketepatan Waktu Pengujian

Gambar 5.62. Tampilan Rekap Solusi penanganan perbaikan untuk peningkatan pemberlakuan SNI 03-1737-1991 pada ruas Jalan Loa Janan-Gerais (003.1) Kalimantan Timur (Lanjutan)

3. Ketepatan Volume Pengujian
   - Meningkatkan ketepatan volume pengujian mutu dengan memperbaiki jumlah sampel benda uji yang sesuai prosedur pengambilan sampling
   - Meningkatkan ketepatan volume pengujian mutu dengan menghindari terjadinya kesalahan pelaporan administrasi teknis

4. Outcome — Tingkat Pencapaian Outcome : 35.592% Skor : 5.339% Max : 15.0%

4.1 TKS (Tingkat Kekuatan Struktural)

1. Daya Dukung Perkerasan
   - Mengevaluasi daya dukung perkerasan jalan dengan menghitung rating PCI perkerasan eksisting
   - Mengevaluasi daya dukung perkerasan jalan dengan menghitung jumlah panjang ruas jalan eksisting yang memiliki SDI>50
2. Kondisi Beban Lalu Lintas
   - Mengevaluasi kondisi beban lalulintas dengan menghitung ulang nilai TF (truck factor) pada ruas jalan eksisting
3. Drainase Permukaan Jalan
   - Mengevaluasi drainase permukaan jalan dengan menghitung data lama waktu air limpasan menggenang di atas permukaan jalan eksisting

4.2 TKF (Tingkat Kekuatan Fungsional)

1. Ketepatan Pemeliharaan Jalan
   - Mengevaluasi ketepatan pelaksanaan pemeliharaan berkala terhadap performansi permukaan perkerasan jalan eksisting
2. Faktor Regional
   - Mengevaluasi faktor regional dengan menghitung ulang persentase (%) kendaraan berat yang lewat pada ruas jalan eksisting
3. Performansi Permukaan Jalan
   - Mengevaluasi kondisi performansi permukaan perkerasan jalan dengan menghitung ulang nilai IRI pada permukaan perkerasan jalan eksisting

5. Impact — Tingkat Pencapaian Impact : 38.616% Skor : 5.290% Max : 13.7%

5.1 TMJ (Tingkat Kemantapan Jalan)

1. Kondisi Rutting Perkerasan
   - Mengevaluasi kondisi rutting perkerasan jalan eksisting dengan menghitung luasan rutting permukaan tiap kilometer panjang jalan
   - Mengevaluasi kondisi alligator cracking perkerasan jalan eksisting dengan menghitung luasan alligator cracking permukaan tiap kilometer panjang jalan
   - Mengevaluasi kondisi corrugation perkerasan jalan eksisting dengan menghitung luasan corrugation permukaan tiap kilometer panjang jalan
2. Kondisi Deformasi Perkerasan
   - Mengevaluasi kondisi deformasi perkerasan jalan eksisting dengan menghitung luasan deformasi permukaan tiap kilometer panjang jalan
3. Kondisi Potholes Perkerasan
   - Mengevaluasi kondisi pothole perkerasan jalan eksisting dengan menghitung luasan ravelling permukaan tiap kilometer panjang jalan
   - Mengevaluasi kondisi pothole perkerasan jalan eksisting dengan menghitung jumlah pothole permukaan tiap kilometer panjang jalan

5.2 TNJ (Tingkat Kenyamanan Jalan)

1. Kondisi Kerataan Permukaan
   - Mengevaluasi kondisi kerataan permukaan dengan menghitung nilai RCI permukaan perkerasan jalan eksisting
2. Kondisi Kekesatan Permukaan
   - Mengevaluasi kondisi kekesatan permukaan perkerasan jalan eksisting dengan menghitung nilai skid resistance permukaan perkerasannya

Gambar 5.62. Tampilan Rekap Solusi penanganan perbaikan untuk peningkatan pemberlakuan SNI 03-1737-1991 pada ruas Jalan Loa Janan-Gereja (003.1) Kalimantan Timur (Lanjutan)

c. Manfaat aplikasi model MESTAM_JALAN terhadap monitoring dan evaluasi suatu standar mutu pada suatu ruas jalan tertentu, adalah:

(i) mendorong tim pengendali mutu untuk melakukan monitoring terhadap kinerja pemberlakuan standar mutu perkerasan jalan yang digunakan, dengan menghitung parameter-parameter teknis terhadap indikator dari suatu variabel sehingga dapat dihitung *rating* kecenderungan pengaruh variabel terhadap faktor pemberlakuan standar mutu sejak tahap konstruksi sampai pasca konstruksi;

(ii) mengetahui *rating* pencapaian kinerja tiap indikator suatu variabel dan faktor yang mempengaruhi pemberlakuan standar mutu pada masing-masing subsistem pemberlakuannya, sehingga dapat diusulkan suatu solusi dan rekomendasi perbaikan pemberlakuan standar mutu jika kecenderungan pengaruh variabel-variabelnya dalam kondisi makin buruk;

(iii) solusi dan rekomendasi tersebut merupakan umpan balik dalam memperbaiki kelemahan suatu variabel terhadap faktor dalam pemberlakuan standar mutu sehingga dapat dicapai peningkatan mutu konstruksi jalan selama masa pelayanannya;

(iv) mengetahui *rating* perbandingan antar subsistem dalam pemberlakuan standar mutu perkerasan jalan, juga *rating* perbandingan antar ruas jalan yang dipantau dalam satu wilayah kerja atau antar wilayah kerja terhadap beberapa ruas jalan yang memiliki karakteristik yang tidak jauh berbeda dengan implementasi standar mutu yang sama;

(v) mengevaluasi perbandingan tingkat pencapaian tiap subsistem pemberlakuan standar mutu antar ruas jalan yang dimonitor dalam suatu wilayah propinsi, serta predikat keberhasilannya untuk dirumuskan rekomendasi atau solusi perbaikan pemberlakuannya pada tahun berikutnya;

(vi) mengevaluasi kinerja mutu perkerasan pada tahap konstruksi dan pasca konstruksi sehingga dapat menjadi masukan bagi pemangku kebijakan untuk merencanakan ketepatan jadwal pemeliharaan berkala atau peningkatan daya dukung konstruksi dengan alokasi anggaran yang lebih efisien dan efektif; dan

(vii) mengetahui keterkaitan kualitatif antara hasil identifikasi kerusakan perkerasan jalan pada tahap pasca konstruksi dengan variabel-variabel yang mempengaruhi faktor-faktor pemberlakuan standar mutu perkerasan jalan pada tahap konstruksi.

DAFTAR PUSTAKA

AASHTO (American Association of State Highway and Transportation Officials), 1998a, *Standard Specifications for Transportation Materials and Methods of Sampling and Testing Part I: Specifications*, 19th edition, Washington, D.C.

AASHTO (American Association of State Highway and Transportation Officials), 1998b, *Standard Specifications for Transportation Materials and Methods of Sampling and Testing Part II: Tests*, 19th edition, Washington, D.C.

Agah, H.R., 2001, Prinsip Berkelanjutan (*Sustainability*) Dalam Perkembangan Pendidikan Tinggi Teknik Sipil, *Majalah Teknik Jalan dan Transportasi,* No.100, Tahun XIX, hal. 12-16, Jakarta.

Agah, H.,R., 2003, Peningkatan Kemampuan dan Sikap Profesional dalam Penanganan Prasarana Jalan, *Majalah Teknik Jalan dan Transportasi*, No. 103, Tahun XXI, hal. 38-40, Jakarta.

Agah, H., R., 2005, Pendidikan Teknik Sipil dan Perspektif Perencanaan dan Pembangunan Infrastruktur Jalan, *Majalah Teknik Jalan dan Transportasi,* No.105, Tahun XXIV, hal. 40-42, Jakarta.

Agah, H., R., 2006, Sejarah Perkembangan Awal Teknik Sipil dan Infrastruktur Jalan di Indonesia, *Majalah Teknik Jalan dan Transportasi,* No.107, Tahun XXV, hal. 52-54, Jakarta.

Aiken, R.J., and Cavallini, J.S., 1994, Standards: When Is It Too Much of a Good Thing? *Standard View*, Vol. 2 (2), pp. 110-119.

Akdere, M., 2006, Quality Management through Human Resources: An Integrated Approach to Performance Improvement, *The Business Review*, Summer, Vol. 5, Num. 2, Cambridge.

Aly, A., 2001, Gambaran Umum Tentang Mutu Konstruksi, Pemanfaatan dan Pengelolaan Jalan, *Majalah Teknik Jalan dan Transportasi,* No.100, Tahun XIX, hal. 20-22, Jakarta.

Aly, A., 2003.a, Memahami Kerjasama yang Harmonis Antara Konstruksi Perkerasan Jalan dan Badan Jalan Sekaligus Meluruskan Pengertian yang Terkait, *Majalah Teknik Jalan dan Transportasi,* No.103, Tahun XXI, hal. 30-33, Jakarta.

Aly, A., 2003.b, Selamatkan Jalan Kita dari Kerusakan Akibat Hujan, *Majalah Teknik Jalan dan Transportasi,* No.103, Tahun XXI, hal. 19-21, Jakarta.

Aly, A., 2006, Air dan Bencana Bagi Konstruksi Jalan, *Majalah Teknik Jalan dan Transportasi,* No.107, Tahun XXV, hal. 40-43, Jakarta.

Anastasi, A., 1976, *Psychological Testing*, Fourth Edition, Macmillan Publishing CO., Inc. New York & Collier Macmillan Publishers, London.

Anderson, S., D., Fisher, D., J., and Rahman, S., P., 1999, Constructibility Issues for Highway Projects, *Journal of Management in Engineering*, Volume 15, Number 3: 60-68, American Society of Civil Engineers (ASCE).

Andriyanto, 2005, Mengapa Pembangunan Infrastruktur Jalan Lebih Banyak Mengandung Masalah Daripada Pembangunan Gedung, *Majalah Teknik Jalan dan Transportasi,* No.105, Tahun XXIV, hal. 30-32, Jakarta.

Antameng, M., 2001, Kajian Pengembangan Kebijakan Pemeliharaan Jalan dengan Sistem Kontrak yang Berjangka Panjang, *Majalah Teknik Jalan dan Transportasi,* No.100, Tahun XIX, hal. 7-9, Jakarta.

Archilla, A., R., and Madanat, S., 2000, Development of a Pavement Rutting Model from Experimental Data, *Journal of Transportation Engineering*, Volume 126, Number 4: 291-299, American Society of Civil Engineers (ASCE).

Arditi, D., and Gunaydin, H., M., 1999, Perceptions of Process Quality in Building Project, *Journal of Management in Engineering*, Volume 15, Number 2: 43-49, American Society of Civil Engineers (ASCE).

Assimakopolous and Theodopsi, 2004, *A Systemic Approach for Modelling Virtual Enterprise's Management Features*, Department of Informatics, University of Piraeus, Greece.

Austroad, 2005, *Rural Road Design, Guide to The Design of Rural Roads*, Melbourne.

Balitbang (Badan Penelitian dan Pengembangan) Departemen Pekerjaan Umum (PU), 2005.a, *Spesifikasi Umum Bidang Jalan dan Jembatan*, Pusat Litbang Prasarana Transportasi, Bandung.

Balitbang (Badan Penelitian dan Pengembangan) Departemen Pekerjaan Umum (PU), 2005.b, *Spesifikasi Umum Bidang Jalan dan Jembatan, Divisi III: Pekerjaan Tanah*, Pusat Litbang Prasarana Transportasi, Bandung.

Balitbang (Badan Penelitian dan Pengembangan) Departemen Pekerjaan Umum (PU), 2005.c, *Spesifikasi Umum Bidang Jalan dan Jembatan, Divisi V: Perkerasan Berbutir dan Beton Semen*, Pusat Litbang Prasarana Transportasi, Bandung.

Balitbang (Badan Penelitian dan Pengembangan) Departemen Pekerjaan Umum (PU), 2005.d, *Spesifikasi Umum Bidang Jalan dan Jembatan, Divisi VI: Perkerasan Aspal*, Pusat Litbang Prasarana Transportasi, Bandung.

Balitbang (Badan Penelitian dan Pengembangan) Departemen Permukiman dan Prasarana Wilayah (Depkimpraswil), 2002.a, *NSPM Kimpraswil: Metode, Spesifikasi dan Tata Cara, Bagian 2: Batuan, sedimen, aggregat*, Edisi pertama, Jakarta.

Balitbang (Badan Penelitian dan Pengembangan) Departemen Permukiman dan Prasarana Wilayah (Depkimpraswil), 2002.b, *NSPM Kimpraswil: Metode, Spesifikasi dan Tata Cara, Bagian 4: Aspal, Aspal Batu Buton (Asbuton), Perkerasan Jalan*, Edisi pertama, Jakarta.

Bapekin, 2001.a, *Klasifikasi, Kualifikasi, Sertifikasi dan Registrasi Tenaga Kerja Kontruksi dan investasi*, Departemen Kimpraswil, Jakarta.

Bapekin, 2001.b, *Pengembangan Sistem Informasi Penilaian Mutu dan Manfaat Prasarana Permukiman dan Prasarana Wilayah*, Departemen Kimpraswil, Jakarta.

Bapekin, 2003.a, *Pedoman Evaluasi Kinerja Pembinaan Konstruksi dan Investasi*, Departemen Kimpraswil, Jakarta.

Bapekin, 2003.b, *Pengembangan Sistem Penilaian Mutu Kontruksi Jalan*, Departemen Kimpraswil, Jakarta.

Bapekin, 2004, *Penilaian Manfaat Kontruksi Bidang Jalan dan Jembatan*, Departemen Kimpraswil, Jakarta.

Bappenas, 2003, *Infrastruktur Indonesia*, Kementrian Negara Perencanaan Pembangunan Nasional, Jakarta.

Bates, G., D., 1995, Employee Performance Standards: What Works Best?, *Journal of Management in Engineering*, Volume 11, Number 4: 24-26, American Society of Civil Engineers (ASCE).

Batubara, B., dan Thiagahrajah, V., 2007, Mencermati Indikasi Kerusakan pada Perkerasan Aspal Beton Baru, *Majalah Teknik Jalan & Transportasi*, No. 109, Tahun XXVII, hal. 40-42, Jakarta.

B.C. Ministry of Transportation, 2007, *Pavement Surface Condition Rating Manual*, 2nd edition, Geoplan Consultant Inc., Victoria, B.C.

Bennett, C.R., 2007.a, *Business Processes and Data Collection for Road Management Systems*, The World Bank, Washington, D.C.

Bennett, C.R., 2007.b, *Pavement Data Collection Technologies*, The World Bank, Tokyo.

Bennett, C.R., Chamorro, A., Chen Chen, de Solminihac, H., and Flintsch, G.W., 2006, *Data Collection Technologies for Road Management*, East Asia Pacific Transport Unit, The World Bank, Washington, D.C., Available for download from www.road-management.info.

Bennett, C.R., Chamorro, A., Chen, Chen., de Solminihac, H. and Flintsch, G.W., 2005, *Data Collection Technologies for Road Management*, Report to the World Bank, Available for download from www.road-management.info.

Bennett, C.R., and McPherson K., 2005, *Success Factors for Road Management Systems,* Version 1.0, East Asia Pasific Transport Unit, The World Bank, Washington, D.C.

Bennett, C.R., 2004, Sectioning of Road Data for Pavement Management, *Proceeding of the International Conference on Managing Pavements*, Brisbane. www.lpcb.org/lpcb-downloads/papers/2004_pms.pdf.

Bennett, C.R., 2003, *The Management of Construction: A Project Life Cycle Approach*, Butterworth-Heinemann, UK

Bennett, C.R. and Wang, H., 2002, *Harmonising Automated Rut Depth Measurements*, www.lpcb.org/lpcbdownloads/other_reports/2002_bennet_wang_rut_depth_harmonising.pdf.

Bennett, C.R., 2001, *Evaluating of The Quality of Road Survey Data*, Transfund New Zealand Research Report, 100 pp., Transfund New Zealand, Wellington.

Bennett, C.R., 2000.a, *Data Collection Technologies for Road Management*, Version 2.0, East Asia Pacific Transport Unit, The World Bank, Washington, D.C.

Bennett, C.R., 2000.b, *Evaluating the Quality of Road Survey Data*, Transfund New Zealand Research Report, 2331. Lambton Quay, Wellington, New Zealand.

Bennett, C.R., 1998, "Evaluation of a Transverse Profile Logger", *Proceeding of 4th International Conference on Managing Pavements*, Durban.

Biatna D., Denny dan Dhandy, 2005, Studi Standar Teknik Sampling dan Ukuran Sampel dalam Penelitian, *Jurnal Standardisasi,* Vol. 6, No. 2, hal. 41-45, BSN, Jakarta.

Binnendijk, A., 2001, *Background Report, Result Based Management in the Development Co-Operation Agencies: A Review of Experience*, OECD.

Boucher, P., 2007, *Concrette Thinking in Transportation Solutions, Building Better Highways in Canada*, Cement Association of Canada.

Bowersox, D.J., 2002, *Manajemen Logistik 2: Integrasi Sistem-sitem Manajemen Distribusi Fisik dan Manajemen Material*, Bumi Aksara, Jakarta.

BPKSDM, 2006, *Konstruksi Indonesia Membangun Daya Saing Bangsa,* Departemen Pekerjaan Umum, Jakarta.

BPKSDM, 2005, *Monitoring Sistem Mutu Konstruksi*, Departemen Pekerjaan Umum, Jakarta.

Brown, S. F., and Brunton, J. M., 1987, *An Introductions to the Analytical Design of Bituminous Pavement*, Part II, 4th edition, University of Nottingham.

BSI (British Standard Institution), 1998, *Standard Specification for Road Materials*, 4th edition, UK, London.

Bubshait, A., A., and Al-Atiq, T., H., 1999, ISO 9000 Quality Standards in Construction, *Journal of Management in Engineering*, Volume 15, Number 6: 41-46, American Society of Civil Engineers (ASCE).

Bubshait, A., A., and Al-Abdulrazzak, A., 1996, Design Quality Management Activities, *Journal of Professional Issues in Engineering Education and Practice*, Volume 122, Number 3: 104-106, American Society of Civil Engineers (ASCE).

Buckhari, S.A., 2006, *Persatuan Insinyur Indonesia (PII): Sertifikasi Kompetensi: Focus Group Discussion Penyusunan Peta Kelembagaan untuk Sistem Akreditasi dan Sertifikasi Kompetensi Keahlian Konstruksi Nasional (SASKKKN),* Pusbiktek, Bandung.

Buttlar, W. F. and Harrell, M., 1998, "Development of End Result and Performance-Related Specifications for Asphalt Pavement Construction in Illinois", *Transportation Conference* Proceedings.

Cantu, H., 2004, "A Systemic Approach to Process Improvement as A Way to Accelerate TQM Systems Maturity", *Second World Conference on POM and 15th Annual POM Conference*, Cancun, Mexico.

Carlile, P.R & Christensen, C. M., 2004, *The Cycles of Theory Building in Management Research*, School of Management, BU & Harvard Business School, Boston.

Castell, M., A., Inggraffea, A., R., and Irwin, L., H., 2000, Fatigue Crack Growth in Pavement, *Journal of Transportation Engineering*, Volume 126, Number 4: 283-290, American Society of Civil Engineers (ASCE).

Cenek, P.D., 2004. *General Description of Skid Resistance*, Internal Paper, Opus Central Laboratories, Wellington.

Chakraborty, D., 2001. Structural Quantization of Vagueness in Linguistic Expert Opinions in an Evaluation Programme, *Fuzzy Sets and Systems*, Volume 119, Number.1: 171-186, New York

Chase, G., W., 1998, Improving Construction Methods: A Story About Quality, *Journal of Management in Engineering*, Volume 14, Number 3: 30-33, American Society of Civil Engineers (ASCE).

Chavarria, S., 2002, *Transportation System Management – Analytical Hierarchy Process*, Department of Urban and Regional Planning, University of Illionis at Urbana – Champaign.

Checkland, P., 2000, *Systems Thinking, Systems Practice*, John Wiley & Sons Ltd, West Sussex, England.

Checkland, P., 1999. *Soft System Metodology in Action*, John Willey & Sons, Ltd., Chichester.

Christopher, K, 2004, *Establishing Bridges between Seaport Security and Law Enforcement –The Port of Miami*, Miami-Dade Police Department Port of Miami, USA.

Churchman, C.W., Ackoff, R.L. and Arnoff, F.L., 1961, *Introduction to Operation Research*, John Willey & Sons, New York.

Cooke, R. M., 1991, *Experts in Uncertainty: Opinion and Subjective Probability in Science*, Oxford University Press, Environmental Ethics and Science Policy.

Corhran, J., 2002, Erasing Ethical Border, *Journal of Professional Inssues In Engineering Education and Practice*, Volume 128, Number 3: 112., American Society of Civil Engineers (ASCE).

Crow, 2003, *Literature Survey on The Surface Friction on Wet Pavements Application of surface Friction Testers*, Report 03-06, CROW, The Netherlands, www.crow.nl/engels/news/Content/report_03-06.html.

Deming, W.E., 1986. *Out of Crisis*, Massacusetts Intitute of Technology, Cambridge .

Deputi Bidang Konstruksi, Kementrian Negara PU, 2000, *Perumusan Kebijakan Pengembangan Standar Pelaksanaan Pekerjaan di Bidang Konstruksi*, Kantor Menteri Negara Pekerjaan Umum, Jakarta

Desjardins, E., 2002, *A Systemic Approach to Community Food Security: A Role for Public Health*, Ontario Public Health Association (OPHA), Toronto, Canada.

Dessler, 2006. *Manajemen Sumber Daya Manusia*, Edisi Sepuluh, PT. Indeks Kelompok Gramedia, Jakarta.

Dessler, 2005. *Manajemen Sumber Daya Manusia,* Edisi Sembilan, PT. Indeks Kelompok Gramedia, Jakarta.

Dewantoro, I..M.N., 2006, Alternatif Penerapan Spesifikasi Campuran Beraspal yang Tepat Guna Berdasarkan Karakteristik Lalulintas dan Lingkungan Jalan“, *Konferensi Regional Teknik Jalan Ke-9 Wilayah Timur*, Makassar.

Ditjen Bina Marga, 2006.a, *Kajian Pengembangan Metode Kuantifikasi Impact untuk Manajemen Jalan*, Departemen Pekerjaan Umum, Jakarta.

Ditjen Bina Marga, 2006.b, *Statistik Jalan Nasional dan Propinsi*, Departemen Pekerjaan Umum, Jakarta.

Ditjen Bina Marga, 2006.c, *Laporan Proyek Peningkatan Ruas Jalan Medan-Lubuk Pakam (005) – P2JJ Sumatera Utara*, Direktorat Pelaksana Wilayah Barat, Departemen Pekerjaan Umum, Jakarta.

Ditjen Bina Marga, 2006.d, *Laporan Proyek Peningkatan Ruas Jalan Kandis-Duri (006.2) – P2JJ Riau*, Direktorat Pelaksana Wilayah Barat, Departemen Pekerjaan Umum, Jakarta

Ditjen Bina Marga, 2006.e, *Laporan Proyek Peningkatan Ruas Jalan Tegal-Brebes (003) – P2JJ Jawa Tengah*, Direktorat Pelaksana Wilayah Barat, Departemen Pekerjaan Umum, Jakarta.

Ditjen Bina Marga, 2006.f, *Laporan Proyek Peningkatan Ruas Jalan Waru-Sidoarjo (016) – P2JJ Jawa Timur*, Direktorat Pelaksana Wilayah Barat, Departemen Pekerjaan Umum, Jakarta.

Ditjen Bina Marga, 2006.g. *Laporan Proyek Peningkatan Ruas Jalan Loa Janan-Gereja (003.1) – P2JJ Kalimantan Timur*, Direktorat Pelaksana Wilayah Barat, Departemen Pekerjaan Umum, Jakarta

Ditjen Bina Marga, 2006.h, *Laporan Proyek Peningkatan Ruas Jalan Soe-Nikiniki (060) – P2JJ Nusa Tenggara Timur*, Direktorat Pelaksana Wilayah Timur, Departemen Pekerjaan Umum, Jakarta.

Ditjen Bina Marga, 2006.i, *Laporan Proyek Peningkatan Ruas Jalan Kebunsari (Talise)-Tawaeli (003) – P2JJ Sulawesi Tengah*, Direktorat Pelaksana Wilayah Timur, Departemen Pekerjaan Umum, Jakarta.

Ditjen Bina Marga, 2006.j, *Laporan Proyek Peningkatan Ruas Jalan Jayapura-Sentani (016) – P2JJ Papua*, Direktorat Pelaksana Wilayah Timur, Departemen Pekerjaan Umum, Jakarta.

Ditjen Bina Marga, 2006.k, *Laporan Proyek Peningkatan Ruas Jalan Cirebon-Losari (013) – P2JJ Jawa Barat,* Direktorat Pelaksana Wilayah Barat, Departemen Pekerjaan Umum, Jakarta.

Ditjen Bina Marga, 2006.l, *Laporan Proyek Peningkatan Ruas Jalan Pangkajene K-Maros (012) – P2JJ Sulawesi Selatan*, Direktorat Pelaksana Wilayah Timur, Departemen Pekerjaan Umum, Jakarta.

Ditjen Bina Marga, 2006.m, *Laporan Proyek Peningkatan Ruas Jalan Batas Sleman –Sentolo P2JJ DI. Yogyakarta*, Direktorat Pelaksana Wilayah Barat, Departemen Pekerjaan Umum, Jakarta.

Ditjen Bina Marga, 2005, *Statistik Jalan Nasional*, Departemen Pekerjaan Umum, Jakarta.

Ditjen Bina Marga, 2000, *Penyusunan Performance Indikator Jalan*, Departemen Pekerjaan Umum, Jakarta.

Ditjen Bina Marga, 1992, *Perencanaan Tebal Perkerasan Lentur Jalan Raya dengan Metode Analisa Komponen*, Departemen Pekerjaan Umum, Jakarta.

Ditjen Bina Marga, 1987, *Perancangan Tebal Perkerasan Lentur Jalan Raya*, Departemen Pekerjaan Umum, Jakarta.

Ditjen Perkeretaapian, 2006, *Standar Pelayanan Angkutan Barang Logistik Dalam Negeri,* Departemen Perhubungan, Jakarta.

Ditjen Pos dan Telekomunikasi, 2006, *Standar Pelayanan Angkutan Logistik Pos,* Departemen Komunikasi dan Informasi, Jakarta.

Ditjen Prasarana Wilayah, 2004.a, *The IRMS Network Analysis Module Technical Description of The System*, Depkimpraswil, Jakarta.

Ditjen Prasarana Wilayah, 2004.b, *IRMS Data of Road Network*, Depkimpraswil, Jakarta.

Ditjen Prasarana Wilayah, 2002, *Instruction Material for Field Practice Instruction for Routine Maintenance Management System RMIP II*, Depkimpraswil, Jakarta.

Ditjen Prasarana Wilayah, 2001, *Mekanisme Keterlibatan Pihak Swasta dalam Pemeliharaan Jalan sebagai Antisipasi Program Road Fund*, Depkimpraswil, Jakarta.

Donald, R.B. and Harvey, D., 2006, *An Experiential Approach to Organization Development*, Seventh edition, New Jersey, US: Pearson Prentice Hall.

Drakos, C., 2007, *Flexible Pavement Distress*, University of Florida.

Drausfield, H., Pemberton, J. and Jacobs, G., 2000, Structural Quantifying Weighted Expert Opinion: The Future of Interactive Television and Retailing, *Tech. For. & Soc. Change*, 63, 81 – 90.

Dumont, P., and Gibson, E., G., 1997, Scope Management Using Project Definition Rating Index, *Journal of Management in Engineering*, Volume 13, Number 5: 54-60, American Society of Civil Engineers (ASCE).

Duston, S. P. and Williamson E.C., 1999, Incorporating Maintainability in Constructability Review Process, *Journal of Management in Engineering*, Volume 15, Number 5: 56-60, American Society of Civil Engineers (ASCE).

Easa, S., M., Shalaby, A., and El-Halim, A., O., 1996, Reliability-Based Model for Predicting Pavement Thermal Cracking, *Journal of Transportation Engineering*, Volume 122 Number 5: 374-380, American Society of Civil Engineers (ASCE).

Edquist, C, 1999, *Innovation Policy – A Systemic Approach*, Department of Technology and Social Change, Linköping University, Sweden.

Ekholm, A, 1994, *A Systemic Approach To Building Modelling, Analysis of Some Object-Oriented Building Product Models*, School of Architecture, Dept of Computer Aided Architectural Design, Lund Institute of Technology, Finland.

Epps, Amy, 2004, Design and Analisis system for Thermal Cracking in Asphalt Concrete“, *Journal of Transportation Engineering* Volume 126 Number 4: 300-307, American Society of Civil Engineers (ASCE),

Fahmy, A. F. M. and Lagowski, J. J., 1999, *The use of a systemic approach in teaching and learning chemistry for the 21st century*, Department of Chemistry, Faculty of Science, Ain Shams University, Abbassia, Cairo, Egypt; and Department of Chemistry and Biochemistry, The University of Texas, Austin, USA.

Fay, L., U., and Niemeier, D., A., 2002, Cluster Analysis for Optimal Sampling of Traffic Count Data: Air Quality Example, *Journal of Transportation Engineering,* Volume 128, Number 1, American Society of Civil Engineers (ASCE).

Feigenbaum, A. V., 1991, *Total Quality Control*, 3rd edition, Mc.Graw Hill Book Inc., New York.

Fekpe, E., 1995, Effects of Routine Maintenance on Flexible Pavement Condition, Case Study, *Journal of Transportation Engineering*, Volume 121, Number 3: 300, American Society of Civil Engineers (ASCE).

Fellows, R. and Liu., A., 1997, Research Methods for Construction, Blackwell Science, Bristol, England.

Fergusson, K., J., and Teichoiz, P., M., 1996, Achieving Industrial Facility Quality: Integration Is Key, *Journal of Management in Engineering*, Volume 12, Number 1: 49-56, American Society of Civil Engineers (ASCE).

FHWA-USA, 2006, *Effectiveness of Alternative Skid Ruduction Measures*, Federal Highway Administration, Office of Research & Development Environmental Division, Washington, D.C.

FHWA-USA, 1988, "Pavement Preservation: A Road Map for the Future", *Preprint for Forum,* Held October 26-28, 1988, Kansas City, MO, Federal Highway Administration, Washington, DC.

FHWA-USA, 2001, *Traffic Monitoring Guide*, Federal Highway Administration, Washington, D.C.

Ford, D., N., 2004, Managing Constructibility Reviews to Reduce Highway Project Durations. *Journal of Construction Engineering and Management*, Volume 10, Number 2: 80-87, American Society of Civil Engineers (ASCE).

Ford, M.C., 1988, "Pavement Classification Related to Asphalt Mix Characteristics", Paper presented at *67th Annual Transportation Research Board Meeting*.

Frair, L., Matson, J. O. and Matson, J. E., 2002, *An Undergraduate Curriculum Evaluation with The Analytic Hierarchy Process,* Departement of Industrual Engineering, University of Alabama, Tuscaloosa.

Fryer, B., 1998, *The Practice of Construction Management*, 3th Edition, Blackwell Science, UK.

Fulup, I., A., Bogardi, I., and Csicsely, M., 2000, Use of Friction and Texture in Pavement Performance Modeling, *Journal of Transportation Engineering,* Volume 126, Number 3 : 243-248, American Society of Civil Engineers (ASCE).

Fwa, T., F., Chan, W., T., and Hoque, K., Z., 2003, Multi objective Optimization for Pavement Maintenance Programming, *Journal of Transportation Engineering*, Volume 126, Number 5: 367-374, American Society of Civil Engineers (ASCE).

Garsa, J., M., Drew, D., R., and Chasey, A., D., 1998, Simulating Highway Infrastructure Management Policies, *Journal of Management in Engineering,* Volume 14, Number 15: 64-72, American Society of Civil Engineers (ASCE).

Gaspersz, U and Mutis, T., 2002, *Manajemen Kualitas dalam Industri Jasa*, PT Gramedia Jakarta.

Gaspersz, U and Mutis, T., 2004, *Nuansa Menuju Perbaikan Kualitas dan Produktivitas*, Univ. Trisakti Jakarta.

Gedafa, D., S., 2006, "Present Pavement Maintenance Practice: A Case Study For Indian Conditions Using HDM-4", *Fall Student Conference Midwest Transportation Consortium*, Ames, Iowa.

Geoffroy, D.W., 1996, *NCHRP Synthesis of Highway Practice 223: Cost Effective Preventive Maintenance*, Transportation Research Board, Washington D.C.

George, R., J., 1994, *Total Construction Project Management*, McGraw-Hill, New York.

Gerardi, D., Mc Lean, R. and Postlewaite, A., 2005, *Aggregation of Expert Opinions*, National Science Foundation, Philadelphia.

Goetsch, D.L., and Davis, S.B., 2002, *Manajemen Mutu Total, Manajemen Mutu untuk Produksi, Pengolahan dan Pelayanan*, Edisi Kedua, PT. Prenhallindo, Jakarta.

Graraibeh, N., G., Darter, M., I., and Uzarski, D., R., 1999, Development of Prototype Highway Asset Management System, *Journal of Infrastructure Systems*, Volume 5, Number 2: 61-68., American Society of Civil Engineers (ASCE).

Griffis, F., H., 1996, Reengineering Infrastructure Research, *Journal of Professional Inssues In Engineering Education and Practice*, Volume 122, Number 1: 47-48., American Society of Civil Engineers (ASCE).

Griffis, F., H., 1995, Reenginering Infrastructure Research, *Journal of Professional Issues In Enginering Education and Practice*; Volume 121, American Society of Civil Engineers (ASCE).

Grigg, 1995, Case Menthod For Teaching Water – Resources Management, *Journal Of Professional Issues In Enginering Education and Practice*, Volume 121, American Society of Civil Engineers (ASCE).

Guignier, F. and S. Madanat, 1999, Optimaztion of Infrastructure Systems Maintenance and Improvement Policies, *Journal of Infrastructure Systems*, Vol. 5, No. 4, pp. 124-134.

Hair, F. J., Anderson, R. E., Tatham, R. L., and Black, W. C., 1998, *Multivariate Data Analysis*, Prentice Hall International, Inc, New Jersey.

Halim, A., 2004, Analisis Kategori Fungsi Standar pada Keperluan Masyarakat terhadap SNI-Studi Kasus pada Sepuluh Kota, *Jurnal Standardisasi*, Vol. 6, No.1, Badan Standardisasi Nasional, Jakarta.

Hamson, M. and Edwards, D., 1989, *Guide to Mathematical Modelling*, Macmillan Press Ltd., London.

Harris, F., and McCaffer, R., 2001, *Modern Construction Management*, 5th Edition, Blackwell Science.

Hartman, A., M., Gilchrist, M., D., and Walsh, G., 2001, Effect of Mixture Compaction on Indirect Tensile Stiffness and Fatigue, *Journal of Transportation Engineering*, Volume 127, Number 5: 370-378, American Society of Civil Engineers (ASCE).

Haryono, T., 2005, SNI on Line dan Dampaknya terhadap Permintaan Standar, *Jurnal Standardisasi*, Volume 7, No.2: 45-49, Badan Standardisasi Nasional (BSN), Jakarta.

Hayden, W., M., 1996, Connecting Random Acts of Quality: Global System Standard, *Journal of Management in Engineering*, Volume 12, Number 3: 34-44, American Society of Civil Engineers (ASCE).

Hecker, P., A., 1997, Successful Consulting Engineering: A Lifetime of Learning, *Journal of Management in Engineering*, Volume 13, Number 6: 62-65, American Society of Civil Engineers (ASCE).

Hein, D. and J.M. Croteau, 2004, "The Impact of Preventive Maintenance Programs on the Condition of Roadway Networks". Paper prepared for presentation at *the Coordinating Pavement and Maintenance Management with Transportation Asset Management Session of the 2004 Annual Conference of the Transportation Association of Canada*, Quebec City, Quebec.

Heller, R., 2002, *Manager's Handbook*, UK: Dorling Kindersley Limited.

Helliwel, J. M., 1991, *Development of Rational for Monitoring, in B. Goldsmith (Ed) Monitoring and Conservation for Ecology*, pp: 1-14, Chapman & Hall, London.

Henry, P.W., 2002, Professional Issues in Civil Engineering in the 21st Century, *Journal of Professional Issues in Engineering Education and Practice*, Volume 128, Number 4 : 160-166, American Society of Civil Engineers (ASCE).

Hera, W., Kartika, AAG, Herijanto, W, Buana, C. dan Arif, P. C, 2006, Validasi Persamaan Korelasi antara Nilai IRI dengan Nilai Kerusakan (Nk) Jalan: Studi Kasus Jalan Tol Surabaya – Gempol, *Jurnal Transportasi Forum Studi Transportasi antar Perguruan Tinggi,* Vol. 6, No.1, Universitas Parahyangan, Bandung.

Hidayat, 2004, Kepemilikan Sertifikat Keahlian HPJI dan Peningkatan Pelayanan Secara Profesional, *Majalah Teknik Jalan dan Transportasi*, No.104, Tahun XXIII, hal. 20-23 Jakarta.

Hidayat, 2003, Mengapa Diperlukan Sertifikasi Keahlian, *Majalah Teknik Jalan dan Transportasi*, No.103, Tahun XXI, hal. 80-85, Jakarta.

Houston, S., L., Houston, W., N., and Lawrence, C., A., 2002, Collapsible Soil Engineering in Highway Infrastructure Development, *Journal of Transportation Engineering*, Volume 128, Number 3: 295-300, American Society of Civil Engineers (ASCE).

Hubeis, A.V., dan Mangkuprawira, S., 2006, *Manajemen Mutu Sumber Daya Manusia*, Ghalia Indonesia, Bogor.

Hudson, W., R., Hass, R., and Uddin, W., 1997, *Infrastructure Management: Integrating Design, Construction, Maintenance, Rehabilitation sand Renovation*, Mc Graw – Hill, New York.

Jahren, C., T., and Federle, M., O., 1999, Implementation of Quality Improvement for Transportation Administration, *Journal of Management in Engineering*, Volume 15, Number 6: 56-65, American Society of Civil Engineers (ASCE).

Jahren, C.T., K.L. Bergeson, A. Al-Hammadi, S. Celik, G. Lau, and H. Quintero, 2000, "Interim Guidelines for Thin Maintenance Surfaces in Iowa", *Mid-Continent Transprotation Symposium 2000 Proceedings.*

Johnson, R. A. and Wichern, D. W., 1992, *Applied Multivariate Statistical Analysis*. 3rd edition. New Jersey: Prentice Hall.

Juran, J. M., 1993, *Quality Palnning and Analysis*, 3rd edition, McGraw Hill Book Inc., New Yorks.

Kartika, AAG, Widyastuti, H., Herijanto, W., dan Prastyanto, C, 2005, ”Korelasi Antara Nilai Kerusakan Jalan dengan IRI (International Roughness Index) Jalan (Studi Kasus: Jalan Tol Surabaya – Gempol)”, *Prosiding Simposium VIII FSTPT*, Universitas Sriwijaya, Palembang.

Kasi, M., 1995, TQM on a Transportation Project, *Journal of Management in Engineering*, Volume 11, Number 3: 21-23, American Society of Civil Engineers (ASCE).

Kessides, C., and Ingram, K.G., 1994, Infrastructure’s Impact on Development: Lesson from WDR 1994, *Journal of Management in Engineering,* Volume 1, Number 1: 16-32, American Society of Civil Engineers (ASCE).

Kini, D., U., 1999, Materials Management: The Key to Successful Project Management, *Journal of Management in Engineering*, Volume 15, Number 1: 30-34, American Society of Civil Engineers (ASCE).

Kiwus, H., C., and Williams, P., T., 2001, Application of TQM to Environmental Construction, *Journal of Management in Engineering*, Volume 17, Number 3: 176-184, American Society of Civil Engineers (ASCE).

Knapton, J., and Cook, D.J, 2000, Total Quality Design of Pavement Surface, *Journal of Transportation Engineering*, Volume 126, Number 3: 249-256, American Society of Civil Engineers (ASCE).

Kokkalis, A., G., Tsohos, G., H., and Panagouli, O., K., 2002, Consideration of Fractals Potential in Pavement Skid Resistance Evaluation, Probabilistic Segment-linked Pavement Management Optimization Model, *Journal of Transportation Engineering*, Volume 128, Number 6: 591-595, American Society of Civil Engineers (ASCE).

Koster, W., 2005, Faktor-faktor yang mempengaruhi Produktivitas Pegawai, *Jurnal Pendidikan dan Kebudayaan Indonesia*. http://www.pdk.go.id/jurnal/29/, Pusat Data dan Informasi Pendidikan Departemen Pendidikan Nasional, Jakarta.

Kubal, M.T., 1996, The Future of Engineered Quality, *Journal of Management in Engineering*, Volume 12, Number 5: 45-52, American Society of Civil Engineers (ASCE).

Kumar, A., 2000, Assessment of Selected Road Funds in Africa: Case Study of Benin, Ethiopia, Ghana, Kenya and Zambia, *Sub-Saharan Africa Transport Policy Program (SSATP) Working Paper,* No. 51, The World Bank and Economic Commission for Africa, Washington, D.C.

Lawson, W.D., Michael, L. and Sanjaya, S., 2006, Short Term Soultions to Bleeding Asphalt Pavements, *Project Summary, Report to Texas Department of Transportation*, Texas.

Lekarp, F., Isacsson, U., and Dawson, A., 2000, State of the Art. I: Resilient Response of Unbound Aggregates, *Journal of Transportation Engineering*, Volume 126, Number 1: 66-75, American Society of Civil Engineers (ASCE).

Lekarp, F., Isacsson, U., and Dawson, A., 2000, State of the Art. II: Permanent Strain Response of Unbound Aggregates, *Journal of Transportation Engineering*, Volume 126, Number 1: 76-83, American Society of Civil Engineers (ASCE).

LPJK (Lembaga Pengembangan Jasa Konstruksi), 2006, *Blue Print Industri Konstruksi Indonesia*, LPJK Pusat, Jakarta.

Ma'soem, D.M., 2006, Maraknya Konstruksi Jalan Kita, Dinamika Riset, *Majalah Litbang Pekerjaan Umum*, Jakarta.

Machfudiyanto, R.A., 2005, "Pengaruh Sumber Daya Manusia terhadap Pengendalian Mutu Jalan (Studi Kasus di Propinsi D.I.Y)", *Tugas Akhir Jurusan Teknik Sipil FT-UGM*, Y*ogyakarta.* Tidak dipublikasikan.

Makridakis, S., Wheelwright, S. C., McGee, V. E., 1983, *Forcasting Method and Aplication*, 2nd Edition, John Wiley & Sons, Inc., New York.

Mamlouk, M., S., John P. Zaniewski and Wei He, 2000, Analysis and Design Optimization of Flexible Pavement, *Journal of Transportation Engineering*, Volume 126, Number 2: 161-167, American Society of Civil Engineers (ASCE).

Mangkuprawira, S. dan Aida, V.B, 2006, *Manajemen Mutu Sumber Daya*, Ghalia Indonesia, Jakarta.

Mangkuprawira, S., 2004, *Manajemen Sumber Daya Manusia Strategik*, Ghalia Indonesia, Jakarta.

Martin, J. Campbell, 1993, *The Successful Engineer: Personal and Proffesional Skills – a Sourcebook*, McGraw-Hill Inc., New York.

Martin, P.T., Feng, Y., and Wang, X., 2003, Detector Technology Evaluation, *Technical Report*, Utah Transportation Centre.

Mathis and Jackson, 2002.a, *Manajemen Sumber Daya Manusia: Buku Satu*, Salemba Empat, Jakarta.

Mathis and Jackson, 2002.b, *Manajemen Sumber Daya Manusia: Buku Dua*, Salemba Empat, Jakarta.

McCabe, B., Abourizk, S., and Gavin, J., 1999, Sample Size Analysis for Asphalt Pavement Quality Control, *Journal of Infrastructure Systems*, Volume 5, Number 4: 118-123., American Society of Civil Engineers (ASCE).

McCabe, S., 1998, *Quality Improvement R Techniques in Construction*, Wesley Longman Limited, London.

McCambridge, J., A., and Tucker, M., L., 1998, TQM Implementation in State Departments of Transportation: View From the Firing Line, *Journal of Management in Engineering*, Volume 14, Number 1: 49-57, American Society of Civil Engineers (ASCE).

McGhee, K.H. and Flintsch, G.W., 2003, High Speed Texture Measurements of Pavements, *Virginia Transport Research Council Report VRTC 03-R9*, Charlottesville, Virgnia, www.virginiadot.org/vtrc/main/online_reports/pdf/03-r9.pdf.

McNamara, C., 2000, *Guidelines and Framework for Designing Basic Logic Model*, http:// www. mapnp. org/ library/ evaluatn/ lgc_mdl.htm.

Meyer and Jacobs, 2000, A Civil Engineering Curriculum for the Future: The Georgia Tech Case, *Journal of Professional Issues in Engineering Education and Practices*.

Miller, Eugene, A., 1996, What is The Standard of Care?, *Journal of Management in Engineering*, Volume 12, Number 6: 40-46, American Society of Civil Engineers (ASCE).

Milliard, R., 1993, *Road Building in the Tropics*, Transprort Research Laboratory, Crowthorne.

Mindell, C., 2002, *Outcomes: What are they?*, http://www2.uta.edu/SSW Mindel.

Miranda dan Tunggal, A.W., 2001, *Manajemen Logistik dan Supply Chain Management*, Harvarindo, Jakarta.

Moekijat, 2002, *Dasar-dasar Motivasi*, Pionir Jaya, Bandung

Mollaghasemi, M., and Edwards, J. P., 1997, *Technical Briefing Making Multiple-Objective Decisions*, IEEE Computer Society and The Institute of Electrical and Electronics Engineers, Inc.

Morgan, R.D., and Casanova L., 2006, *Evaluation of Wet Pavement Time and Accident Data*, Kentucky Department of Transportation.

Morris, C., D., and La Boube, R., A., 1995, Teaching Civil Engineering Design Observations and Experiences, *Journal of Professional Inssues In Engineering Education and Practice*, Volume 121, Number 1: 47-53., American Society of Civil Engineers (ASCE).

Mulyono, A.T., 2007.a, Persepsi Pakar: Verifikasi Variabel yang Mempengaruhi Pemberlakuan Standar Mutu Perkerasan Jalan, *Dinamika Teknik Sipil*, Vol. 7, No.1, hal. 72-86, Surakarta

Mulyono, A.T., 2007.b, Variabel Pengaruh yang Dominan terhadap Subsistem Input Pemberlakuan Standar Mutu Perkerasan Jalan, *Media Komunikasi Teknik Sipil*, Tahun 15, No. 2, hal. 117-136, BMPTTSSI-PII, Semarang.

Mulyono, A.T., 2007.c, Perbandingan Tingkat Kepentingan Antar Kriteria terhadap Faktor Sumber Daya Manusia dalam Pemberlakuan Standar Mutu Perkerasan Jalan, *Dinamika Teknik Sipil*, Vol. 7, No. 2, Surakarta..

Mulyono, A.T., 2006.a, "Model Monitoring dan Evaluasi Pemberlakuan Standar Mutu Perkerasan Lentur Jalan Nasional dan Propinsi Berbasis Pendekatan Sistematik", *Seminar Progress Pelaksanaan Penelitian Disertasi.*

Mulyono, A.T., 2006.b, Kinerja Pemberlakuan Standar Mutu Perkerasan pada Peningkatan dan Pemeliharaan Jalan Nasional – Propinsi, *Media Komunikasi Teknik Sipil*, Vol. 14, No. 3, Edisi XXXVI, hal. 309-328, BMPTTSSI-PII, Semarang

Mulyono, A.T., 2006.c, "Pemantauan Pemberlakuan Standar Mutu Perkerasan Jalan Nasional dan Propinsi Berbasis Pendekatan Sistemik", Naskah Diskusi pada *Workshop Jalan Pantura Jawa: Problem dan Solusi,* Proyek Induk Pantura Jawa, Ditjen Bina Marga, Semarang.

Mulyono, A.T., dan Riyanto, B., 2005, Telaah Teknis terhadap Kinerja Mutu Perkerasan Jalan Nasional dan Propinsi, *Forum Teknik,* Vol. 29, No. 2, hal: 79-90, FT-UGM, Yogyakarta.

Mulyono, A.T., dan Suraji, A., 2005, "Pemodelan Monitoring dan Evaluasi Pemberlakuan Standar Mutu Jalan Raya", Prosiding pada *Peringatan 25 Tahun Pendidikan MRK di Indonesia*, ITB, Bandung.

Mulyono, A. T., 2002, Analisis Biaya Perbaikan Kerusakan Struktural Jalan Akibat Kendaraan Berat Bermuatan Lebihan (*Overloading*), *Media Teknik*, No. 1, Tahun XXIV: 21-26, Yogyakarta.

Mulyono, A. T., 1989, "Modulus Elastisitas Campuran Agregat Aspal", *Tugas Akhir Jurusan Teknik Sipil FT-UGM*, Y*ogyakarta.* Tidak dipublikasikan.

Mustazir, 1999, Sebuah Gagasan dalam Memformulasikan Pemberian Ijin Atas Lewatnya Lalu Lintas Superberat di Jalur Utama, *Jalan dan Transportasi*, No. 094, Tahun XX: hal 45-51, PT. Pola Aneka, Jakarta.

Naoum., S. G., 1998, *Dissertation Research and Writing for Construction Students*, Butterworth Heinemann, Oxford, London.

Nasution, M.N., 2005, *Manajemen Mutu Terpadu* (*Total Quality Management*), Edisi Kedua, Ghalia Indonesia, Bogor.

Nazir, M., 2004, *Metode Penelitian*, Ghalia Indonesia, Jakarta.

Nono, 2006, Pengaruh Kekurangtepatan Data Masukan Dalam Perencanaan Perkerasan Jalan Lentur, *Jurnal Jalan – Jembatan*, Vol. 23, No.1, Balitbang Departemen Pekerjaan Umum, Bandung.

Nurdjanah, N., 2005, Analisis Persepsi Masyarakat Kota Bandung terhadap Pelaksanaan Kir Seluruh Kendaraan Bermotor, *Warta Penelitian Perhubungan*, No. 09, Tahun. XVII, hal. 17-26, Badan Penelitian dan Pengembangan, Departemen Perhubungan Jakarta.

Nursyirwan, I.D., 2006, Membangun Lingkungan yang Kondusif untuk Pengembangan Profesionalisme, Makalah pada *Dialog Interaktif dalam Konferensi Regional Teknik Jalan Ke-9 Wilayah Timur*, Makassar, 20-21 Juli 2006.

OECD, 2000, *Performance Indicator for the Road Sector*, Organization for Economic Co-operation and Development (OECD), Washington, D.C.

Oksada, S., Ruthowski, A., Spring, M., and O'Donnell, J., 1996, The Structure of IT Standardization, *Standard View*, 4 (1), pp. 9-22.

Ortuzar, D.J., and Willimsen, L.G., 1994, *Modelling Transport*, Second edition, John Wiley & Sons, London

Palgunadi, 2006, Diseminasi NSPM, *Majalah Teknik Jalan dan Transportasi,* No.107, Tahun XXV, hal. 50-52, Jakarta.

Partowijoto, A, 2004, "Kompetensi, Profesionalisme dan Etika Profesi", *Raker BPKSDM*, Departemen Kimpraswil, Yogyakarta.

Paterson, W.D.O., 2007.a, *Principles of Data Collection*, World Bank, Washington, D.C.

Paterson, W.D.O., 2007.b, *Success Factors for Computerized Road Management Systems*, World Bank, Washington, D.C.

Paterson, W.D.O. and Scullion, T., 1999, *Information Systems for Road Management: Draft Guidelines on System Design and Data Issues*, Report to the World Bank, Available for download from www.lpcb.org.

Paterson, W., D., O., 1995, *Performance Indicators for the Road Sub-Sector: Concepts and Examples for Indonesia*, The World Bank.

Paterson, W.D.O., and Scullion, T., 1990, Information Systems for Road Management: Draft Guidelines on System Design and Data Issues, *World Bank Technical Paper INU 77*, Infrastructure and Urban Development Department, The World Bank, Washington, D.C, Available for download from: http://www.lpcb.org/lpcb-downloads/ data_collection/ 1990_paterson_scullion_inu77.pdf.

Paterson, W.D.O., 1987.a, *Road Deterioration and Maintenance Effects: Model for Planning and Management*, the World Bank Publications, Washington, D.C.

Paterson, W.D.O., 1987.b, *The Highway Design and Maintenance Standards Model, Vol. 1: Description of the HDM-III Model*, The Johns Hopkins University Press, Baltimore and London.

Pearce, J. E., Webb, G. I., Shaw, R. N., and Garner B., 2002, *A Systemic Approach to the Database Marketing Process*, Deakin University, USA.

Pennoni, C., R., 1995, Politics and Resources, *Journal of Professional Inssues In Engineering Education and Practice,* Volume 121, Number 1: 37-40, American Society of Civil Engineers (ASCE).

Permadi S., B., 1992, *AHP,* Pusat Antar Universitas, Studi Ekonomi, Universitas Indonesia, Jakarta.

Peurifoy, R.L., Letbetter, W.B., and Schexnayder, C.J., 2002, *Construction Planning, Equipment and Methods*, 5th edition, McGraw-Hill Companies Inc., New York.

Pinard, M., I., and Kaombwe, S., M., A., 2001, Implementation and Impact of RMI (Road Management Initiative): A Survey of Stakeholders in Seven Member Countries, *Sub-Saharan Africa Transport Policy Program (SSATP) Working Paper*, No. 62, The World Bank and Economic Commission for Africa, Washington D.C., USA.

Plemmons J., K., and Bell, L., C., 1995, Measuring Effectiveness of Materials Management Process, *Journal of Management in Engineering*, Volume 11, Number 6: 26-32, American Society of Civil Engineers (ASCE).

Porter, J., C., 1998, Human Resources Strategies for Successful Consulting Engineering Firms, *Journal of Management in Engineering*, Volume 14, Number 4: 65-68, American Society of Civil Engineers (ASCE).

Pranata, A., 2003, *Panduan Praktis Pemrograman Borland Delphi 6.0,* Andi Offset, Yogyakarta.

Prihadi, S., F., 2004, *Assessment Centre, Identifikasi, Pengukuran dan Pengembangan Kompetensi,* PT. Gramedia Pustaka Utama, Jakarta.

Purba, B.T.P., 2006, "Pengaruh Kinerja Alat Berat terhadap Pengendalian Mutu Jalan (Studi Kasus Propinsi DIY)", *Tugas Akhir Jurusan Teknik Sipil FT-UGM, Yogyakarta*, Tidak dipublikasikan.

Rahim, R., 2000, "Perhitungan Nilai Kerusakan Jalan Akibat Kendaraan Berat Overloading (Studi Kasus di Propinsi Riau)", *Tesis Magister Sistem dan Teknik Transportasi-UGM, Yogyakarta*, Tidak dipublikasikan.

Ramsamooj, D., V., Ramadan, J., and Lin, G., S.,1998, Fracture Behavior of Geosynthetic Interlayers in Road Pavements, *Journal of Transportation*

Engineering, Volume 124, Number 5: 448-456, American Society of Civil Engineers (ASCE).

Randolph, D., A., and Milleer, J., 1999, Organizing Highway Maintenance Agencies to Maximize Effectiveness, *Journal of Management in Engineering*, Volume 15, Number 1: 46-53, American Society of Civil Engineers (ASCE).

Reddy, B., B., and Veeraragavan, A., 1997, Structural Performance of In service Flexible Pavement, *Journal of Transportation Engineering*, Volume 123, Number 2: 156-167, American Society of Civil Engineers (ASCE).

Rivai, S., A., 2006, "Pemberdayaan Masyarakat dan Pemanfaatan Sumber Daya Lokal untuk Pengembangan Jaringan Jalan di Indonesia Timur dan Kawasan Perbatasan", Makalah Utama dalam *Konferensi Regional Teknik Jalan Ke-9 Wilayah Timur*, Makassar, 20-21 Juli 2006.

Road Note, 1999, *A Guide To Pro-Poor Transport Appraisal*, UK Departemen for International Development, London.

Rostianti, I, 2003, "Pemilihan Jalur Lintas Selatan di Propinsi D.I. Yogyakarta dengan Metoda *Analytical Hierarchy Process* (AHP)", *Tugas Akhir Jurusan Teknik Sipil FT-UGM*, *Yogyakarta*, Tidak dipublikasikan.

Rouillard, V., Bruscella, B., and Sek, M., 2000, Classification of Road Surface Profiles, *Journal of Transportation Engineering,* Volume 126, Number 1: 41-45, American Society of Civil Engineers (ASCE).

Rukmana, DW., 2006, *Strategic Partnering for Educational Management*, PT Alfabeta, Jakarta.

Saaty, T. L., and Vargas, L., 2001, *Models, Concepts and Applications of The Analytic Hierarchy Process*, Boston: Kluwer.

Saaty, T. L., 1994, *Fundamentals of Decision Making and Priority Theory with The Analytic Hierarchy Process*, RWS Publications, Pittsburgh.

Saaty, T. L., 1990, *Multicriteria Decision Making: The Analytic Hierarchy Process*, RWS Publications, Pittsburgh.

Saaty, T., L., 1988, *Decision Making for Leaders: The Analytic Hierarchy Process for Decision in a Complex World*, RWS Publication, Pittburgh.

Sailendra, A.B., 2004, Pengaruh Drainase Jalan (Saluran Samping) terhadap Tingkat Getaran Lalulintas, *Jurnal Litbang Jalan*, Vol. 21, No.2, Balitbang Departemen Pekerjaan Umum, Bandung.

Santhanlingam, 1999, *Higway Drainage System*, SCI Lecture Papers Series.

Santoso, S., 2003, *Buku Latihan SPSS Statistik Non Parametrik*, PT. Elex Media Komputindo, Jakarta.

Saputro, S., S., 2006, "Proses Pengendalian Mutu Jalan Ditinjau dari Segi Pemilihan dan Penggunaan Material", *Tugas Akhir Jurusan Teknik Sipil FT-UGM, Yogyakarta*, Tidak dipublikasikan.

Schliessler. A., and Bull, A., 2004, *Road Network Management, Road: A New Approach for Road Network Management and Conservation*, UN-ECLAC-German Technical Cooperation (GTC).

Scott, R., Gorman, M., D'Amors, L., 2004, "Adapting Pavement Evaluation Methodology to The Performance Based Contract of The Fredericton-

Moncton Highway Project (A Public-Private Partnership", *Annual Conference of the Transportation Association of Canada*, Quebec.

Sekretariat Negara, 2000, *Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 102 Tahun 2000 tentang Standardisasi Nasional*, Tambahan Lembaran Negara Nomor 4020, Jakarta.

Sekretariat Negara, 2004, *Undang-Undang Republik Indonesia Nomor 38 Tahun 2004 tentang Jalan*, Tambahan Lembaran Negara Republik Indonesia Nomor 132, Jakarta.

Sekretariat Negara, 2006, *Peraturan Menteri Lingkungan Hidup Nomor 11 Tahun 2006 tentang Jenis Rencana Usaha dan/atau Kegiatan yang Wajib Dilengkapi dengan Analisis Mengenai Dampak Lingkungan Hidup*, Jakarta.

Shapiro, J., 2004. Monitoring and Evaluation, email: nellshap@hixnet.co.za.

Sjahdanulirwan, 2006.a, *Hasil Audit Departemen PU: Konstruksi Jalan Nasional Buruk*, Investor Daily Indonesia, http:/www.investorindonesia.com.

Sjahdanulirwan, 2006.b, "Kebijakan Pengembangan NSPM Bidang Bina Marga untuk Mendukung Profesionalisme dalam Praktek Profesi", *Prosiding Dialog Interaktif dalam Konferensi Regional Teknik Jalan Ke-9 Wilayah Timur*, Makassar.

Sjahdanulirwan, M., dan Nono, 2005.a, Strategi Perencanaan Peningkatan Perkerasan Jalan Lentur, *Jurnal Jalan–Jembatan*, Volume 22, No. 3, Pusat Penelitian dan Pengembangan Jalan dan Jembatan, Balitbang, Departemen Pekerjaan Umum, Bandung.

Sjahdanulirwan, M., dan Nono, 2005.b, Modus dan Mekanisme Kerusakan Perkerasan Lentur, *Jurnal Litbang Jalan*, Volume 22, No. 1, Pusat Penelitian dan Pengembangan Jalan dan Jembatan, Balitbang, Departemen Pekerjaan Umum, Bandung

Smith, N. J., 1996, *Engineering Project Management*, 4th – edition, Blackwell Science, London.

Soebandono, S., 2006, "Pendidikan Karakter dan Perannya dalam Menumbuhkan Sikap Etis Profesi: Tinjauan Psikologi", Dialog Interaktif dalam *Konferensi Regional Teknik Jalan Ke-9 Wilayah Timur*, Makassar.

Soehartono, 2006.a, Meneliti Sikap dan Kehidupan Profesionalis Peneliti, *Majalah Teknik Jalan dan Transportasi,* No.108, Tahun XXIV, hal. 20-24, Jakarta.

Soehartono, 2006.b, "Menyiasati Adat dan Budaya untuk Mempercepat Pertumbuhan Profesionalisme", *Prosiding Dialog Interaktif dalam Konferensi Regional Teknik Jalan Ke-9 Wilayah Timur*, Makassar.

Soenarno, 2006, Pengembangan Bahan dan Peralatan Konstruksi, *Majalah Teknik Jalan dan Transportasi*, No.107, Tahun XXV, hal. 60-64, Jakarta.

Spencer, L., M., 1993, *Competency as Work, Model for Superior Performance,* New York, John Wiley & Sons. Inc.

Sugiri, 2006, Pembangunan Kapasitas Kelembagaan Bidang Jalan Berbasis Kinerja, *Majalah Teknik Jalan dan Transportasi,* No.108, Tahun XXV, hal. 24-28, Jakarta.

Sukawan, 2006, Kegiatan Pelaksanaan Sertifikasi Tenaga Ahli Bidang Jalan dan Jembatan oleh HPJI, *Majalah Teknik Jalan dan Transportasi,* No.107, Tahun XXV, hal. 57-59, Jakarta.

Sulistio, H., 2007, *Keselamatan Transportasi Jalan-Sebuah Kebutuhan Mendesak untuk Indonesia*, Universitas Brawijaya, Malang.

Sun, L., 2001, Developing Spectrum – Based Models for international roughness Index and Present Serviceability Index, *Journal of Transportation Engineering*, Volume 127, Number 6: 463-470, American Society of Civil Engineers (ASCE).

Sylte, O., K., 1999.a, Commercialization of Road Management in Sub-Saharan African Countries: Appraisal of the RMI Concepts Implementation, *Africa Transport Technical Note, Road Management Initiative*, Note No. 26, Sub-Saharan Africa Transport Policy Program (SSATP), UNECA and The World Bank, Washington D.C.

Sylte, O., K., 1999.b, Improving Management and Financing of Roads in Central African States: Review of the Road Sector in Member Countries of the Customs and Economic Union of Central African States (UDEAC), *Africa Transport Technical Note*, *Road Management Initiative*, Note No. 22, Sub-Saharan Africa Transport Policy Program (SSATP), UNECA and The World Bank, Washington D.C.

Sylte, O., K., 1999.c, Review of the Road Sector in Customs and Economic Union of Central African States (UDEAC), *Sub-Saharan Africa Transport Policy Program (SSATP) Working Paper*, No. 43, The World Bank and Economic Commission for Africa, Washington D.C.

The World Bank-OED, 2002, *The Logical Framework,* Handbook, The World Bank, Available for download from: http://www.worldbank.org/evaluation/logfarm/

Thompson, R., M., Vorster, M., C., Groton, J., P., 2000, Innovations to Manage Disputes: DRB and NEC, *Journal of Management in Engineering*, Volume 16, Number 5: 51-59, American Society of Civil Engineers (ASCE).

TNZ (Transit New Zealand), 2004, *Annual Report 2003/2004*, Wellington, Available for download from www.transit.govt.nz.

TNZ (Transit New Zealand), 2002.a, *Annual Report 2001/2002*, Wellington, New Zealand, Available for download from www.transit.govt.nz.

TNZ (Transit New Zealand), 2002.b, *Specification for Skid Resistance Investigation and Treatment Selection*, TNZ T1-:2002, p:1-5, Araran Autearoa.

TNZ (Transit New Zealand), 2001, ”*A Procedure for Assessing Model Credibility. Taranaki Special Study Hit Rate Procedure*, Wellington, New Zealand.

Transfund, 1997, *RAMM Road Condition Rating and Riughness Manual*, Transfund New Zealand, Wellington.

Triantaphyllou, E. and Mann, S. H., 1995, Using The Analytical Hierarchy Process for Decision Making in Engineering Applications: Some Challenges, *International Journal of Industrial Engineering*: *Applications and Practice*, Vol. 2, No. 1, PP 35-44.

TRL, 2004, “A Guide to Axle Load Surveys and Traffic Counts For Determining Traffic Loading on Pavements“, TRL ORN 40, Transport Research

Laboratory, Berkshire, Available for download from www.transport-links.org .

Tsunokawa, K., 2007.a, *Location Referencing and Pavement Data Collection*, Saitama University, Tokyo

Tsunokawa, K., 2007.b, *Technology for Road Management Systems*, Saitama University, Tokyo

Umana, J.,Q., Shang, J. A., Bartlett, F., M., Rossiter, J. R., 1999, Measurement of Compelex Permittivity of Asphalt Pavement Materials, *Journal of Transportation Engineering*, Volume 125, Number 4: 347-356, American Society of Civil Engineers (ASCE).

U.S. Army Corps of Engineer, 1990, *Engineering and Design: Evaluation of Military Airfield Pavements*, Washington, D.C.

Vic Roads, 2006, *Skid Resistance of A Road Pavement Using SCRIM*, Geopave, Victoria, B.C.

Walgito, B., 1990, *Psikologi Sosial (Suatu Pengantar)*, Andi Offset, Yogyakarta.

Walsh, G., Gilchrist, M., D., and Hartman, A., M., 2001, Effect of Mixture Compaction on Indirect Tensile Stiffness and Fatigue, *Journal of Transportation Engineering*, Volume 127, Number 5: 370-378, American Society of Civil Engineers, (ASCE).

Wang, K., 2004, "Tutorial on Imaging for Pavement Distress Survey. Automated Pavement Distress Workshop Presentation", *TRB Conference*, Washington, D.C., Available for download from: http://www.lpcb.org/lpcb-downloads/data_collection/ 2004_trb_cracking.ppt

Washington, S. P., Karlaftis, M. G., Mannering, F. L., 2003, *Statistical and Econometric Methods for Transportation Data Analysis*. Florida Chapman & Hall/CRC.

Watanatada, T., Paterson, W., D., O., Bhandari, A., Harral, C.,. Dhareshwar, A., M., and Tsunokawa, K., in collaboration with Wee-Beng, A., Fossberg, P.,E., Holland E., Rich, J., Underhill, T., Vurgese, S., 1987, *The Highway Design and Maintenance Standards Model, The Highway Design and Maintenance Standards Series, Volume 1: Description of the HDM-III Model*, The Johns Hopkins University Press, Baltimore, and London

Watmove, 2007, *Drainage Systems in Europan Road Constructions*, Cost 351, Denmark.

Wedley, W. C., Choo, E. U. and Schoner, B., 2001, Magnitude Adjustment for AHP Benefit/Cost Ratios, *European Journal of Operational Research*, Vol. 133, pp. 342-351.

Weiss, C., H., 1998, *Evalution*, 2nd edition, Prestice Hall, New Jersey,.

Weston, L., and Whiddett, R., 1999, Factors Affecting the Adoption of IS Standards, Proceedings on *10th Australasian Conference on Information Systems*, pp.: 1158-1169.

Wheeler, S., 2004, *A Systemic Approach to Applied Ethics, School of Accounting and Information Systems*, University of South Australia, Adelaide, SA.

Widjajanto dan Pryandana, 2005, Persiapan Langkah-Langkah Besar Rehabilitasi Jalan Pantura dan Lintas Timur Sumatera, *Majalah Teknik Jalan dan Transportasi,* No.105, Tahun XXIV, hal. 8-10, Jakarta

Widjayanto, A., dan Maulana, S., 2006, Memahami Ketentuan Simplified Design pada Program Peningkatan Jalan (Road Design Sistem), *Majalah Teknik Jalan dan Transportasi*, No. 107, Tahun XXV, hal. 53-56, Jakarta.

Wignall, A., Kendick, S., P., Ancill, R., and Copson, M., 2002, *Roadwork: Theory and Practice*, 4th Edition, Butterworth-Heinemann, Boston.

Wright, P., H., 1999. *Highway Engineering*, 6th Edition, John Wiley & Sons Inc., New York.

Yates, J., K., and Aniftos, S., 1998, Developing Standards and International Standards Organizations, *Journal of Management in Engineering*, Volume 14, Number 4: 57-63, American Society of Civil Engineers (ASCE).

Yoder, E. J., and Witczak, M. W., 1975, *Principles of Pavement Design*, 2nd Edition, John Wiley & Sons, Inc., New York.

Yoshida, T, 1999, *A Systems View of Supply Chain Management Systems*, School of Knowledge Science, Japan Advanced Institute of Science and Technology, Hokuriku, Japan.

Zipf, P., J., 1998, An Integrated Project Management System, *Journal of Management in Engineering*, Volume 14, Number 3: 38-41, American Society of Civil Engineers (ASCE).