

BAB 3

METODE PENELITIAN

3.1 Umum

Metode penelitian adalah satu prosedur penyelesaian masalah guna mencari kebenaran yang dituangkan dalam bentuk perumusan masalah, studi literatur, asumsi-asumsi, dan hipotesa (bila ada), pengumpulan dan penganalisaan data, hingga penarikan kesimpulan (Subana dan Sudrajat, 2009). Sementara itu, metodologi adalah pengetahuan tentang seluk beluk berbagai metode, termasuk perihal kemanfaatan dan kelemahan metode yang dimaksud (Lubis, 2012). Menurut Santoso (2007) acuan dasar metode ilmiah adalah: sistematis (memiliki tata urutan tertentu), logis (menggunakan dan dapat diterima akal), dan empiris (sesuai atau berdasarkan realitas).

3.2 Rancangan Penelitian

Rancangan penelitian merupakan rencana tentang cara mengumpulkan dan menganalisis data agar dapat dilaksanakan secara ekonomis serta serasi dengan tujuan penelitian (Nasution, 2009). Menurut Creswell (2010), dalam merancang penelitian perlu mempertimbangkan tiga komponen penting, yaitu: i) asumsi-asumsi pandangan filosofis yang digunakan, ii) strategi penelitian yang berhubungan dengan asumsi-asumsi tersebut, dan iii) metode-metode atau prosedur-prosedur yang dapat menterjemahkan strategi tersebut ke dalam praktik nyata.

3.2.1 Asumsi-asumsi

Asumsi-asumsi yang digunakan pada penelitian ini didasarkan pada ontology kegagalan (aksioma, taksonomi, dan hubungan-hubungannya) yang terdiri dari 3 level, yaitu level domain kegagalan, level aplikasi kegagalan, dan level kegagalan menurut pengguna yang masing-masing level dijelaskan sebagai berikut:

- a) Level domain aksioma kegagalan adalah keadaan yang tidak berhasil mencapai tujuan minimum yang ditentukan (definisi kegagalan berdasarkan arti kata orde pertama beberapa kamus)
- b) Level domain taksonomi kegagalan adalah bentuk-bentuk kegagalan yang dapat diterapkan pada perkerasan jalan, terdiri dari 2 aspek, yaitu:
 - 1) Kegagalan aspek fungsional (tidak nyaman dan tidak aman/membahayakan digunakan).
 - 2) Kegagalan aspek struktur (kekuatan aktual di bawah kekuatan minimum, dan runtuh sebagian atau seluruhnya).

- c) Level domain hubungan kegagalan adalah bentuk hubungan antara domain aksioma dan taksonomi kegagalan, yaitu tujuan sebagai fungsi dari aspek fungsional dan struktural yang tidak tercapai.
- d) Level aplikasi aksioma kegagalan. Tujuan adalah kemampuan layan yang dinyatakan dalam *present serviceability index* modifikasi (PSI_M) dan tujuan minimal yang diinginkan adalah saat merencanakan perkerasan jalan adalah kemampuan layan terminal atau *terminal present serviveability index* (PSI_T). PSI_T adalah batas syarat atau minimum layanan jalan berdasarkan perencanaan jalan (Bryce *et al.*, 2013; Santos dan Ferreira, 2012; Li, 2004). Sehingga aplikasi aksioma kegagalan adalah $PSI < PSI_T$.
- e) Level aplikasi taksonomi kegagalan adalah batasan-batasan dari bentuk-bentuk kegagalan yang dapat diterapkan pada perkerasan jalan, yaitu: kegagalan fungsional menggunakan parameter $PCI < 10$ (US Army, 1982, 2001; Park *et al.*, 2007; Koduru *et al.*; 2010); kegagalan struktur menggunakan parameter $SCI_M < 1$ (Hudson *et al.*, 1987; Peapegem dan Degrieck, 2003; Tumilar, 2006; JSCE, 2010).
- f) Level aplikasi hubungan mengacu pada Persamaan 2.34 dan Persamaan 2.35.

$$PSI_M = \alpha_1 PSI_F + \alpha_2 PSI_S$$

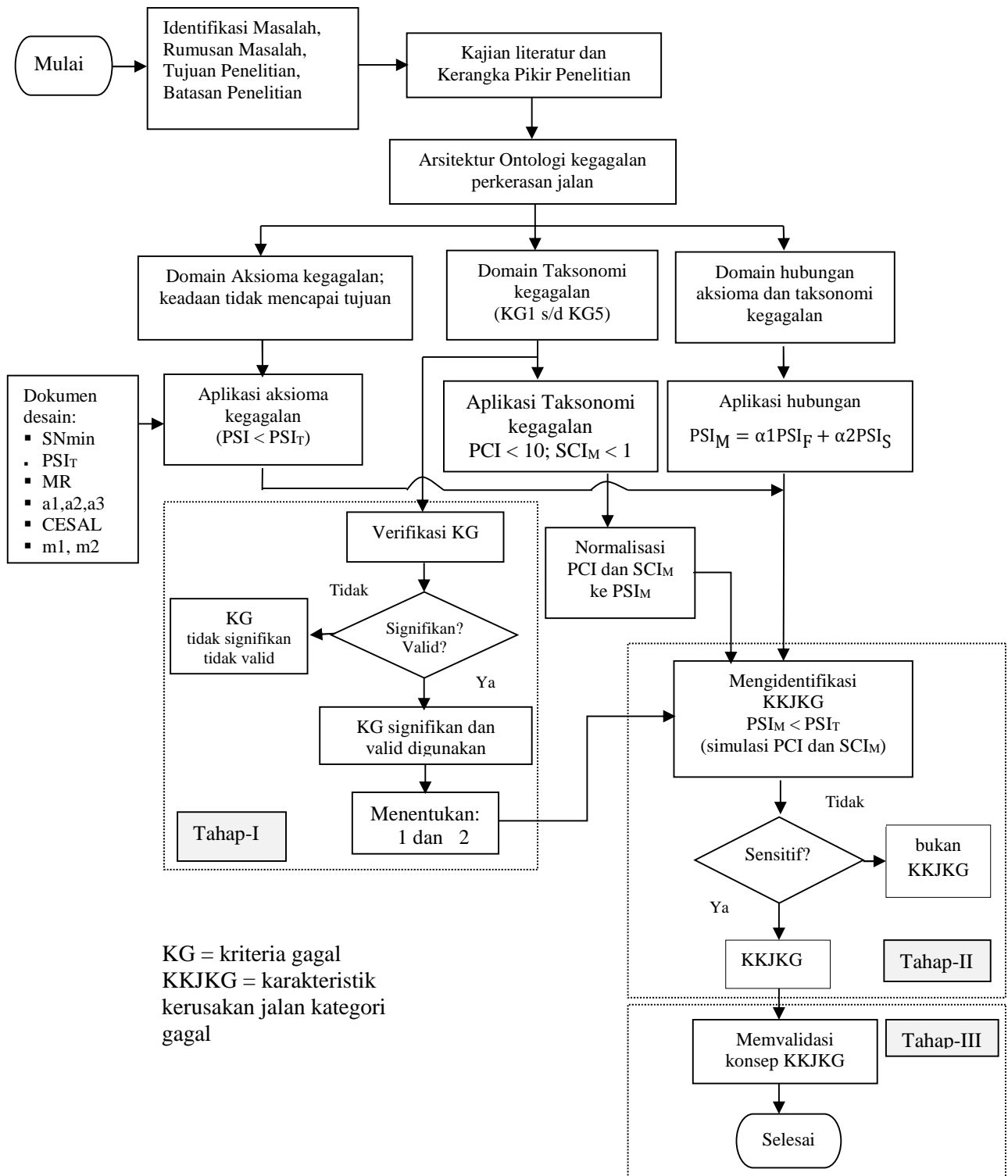
$$PSI_M \left\{ \begin{array}{l} > PSI_T : \text{ tidak gagal} \\ = PSI_T : \text{ kritis} \\ < PSI_T : \text{ gagal} \end{array} \right\}$$

- g) Sementara level aksioma dan taksonomi kegagalan menurut pengguna adalah aturan kegagalan menurut penyeleggara atau otoritas jalan, dan hubungan-hubungan antara aksioma dan taksonomi kegagalan pada perkerasan jalan adalah merupakan karakteristik jalan kategori gagal.

3.2.2 Tahap Penelitian

Penelitian ini terdiri dari 3 tahap, yaitu:

- 1) Tahap proses verifikasi yang dilakukan dalam rangka mendapatkan informasi yang tepat terhadap taksonomi kegagalan yang sesuai dan valid untuk mengevaluasi perkerasan jalan yang mengalami kerusakan melalui pendapat dari orang-orang yang tepat dan ahli di bidang jalan dan perkerasan jalan. Mendapatkan informasi dari orang yang tepat dan paham terhadap permasalahan akan memberikan hasil yang lebih valid dan reliabel (Macarulla *et al.*, 2013; Nasution, 2009; Creswel, 2010; Sarwono, 2011). Pendapat ekspert diperoleh dengan cara wawancara menggunakan instrument kuesioner tertutup. Selanjutnya menentukan bobot fungsional dan struktural perkerasan jalan sebagai faktor yang digunakan dalam menentukan kemampuan layan perkerasan jalan.



Gambar 3-1. Bagan Alir Penelitian

- 2) Tahapan mengidentifikasi karakter kerusakan jalan kategori gagal (KKJKG) berdasarkan formula yang sudah diajukan (Persamaan 2.34). Pada tahapan ini, dilakukan identifikasi karakteristik kerusakan jalan (dalam PCI dan SCI_M) kategori gagal ($PSI_M < PSI_T$). Selanjutnya, karakteristik kerusakan jalan kategori gagal yang sudah teridentifikasi dianalisis sensitivitasnya dengan tujuan untuk mengelompokkan jenis-jenis karakteristik yang memiliki sifat-sifat yang hampir sama. Karakteristik PCI dan SCI_M yang sudah dianalisis sensitivitasnya diusulkan menjadi KKJKG.
- 3) Tahap ketiga adalah tahap pengujian KKJKG yang diusulkan. Konsep KKJKG akan diuji tingkat penerimaannya melalui beberapa sampel lapangan. Menurut Thacker *et al.* (2002), validasi bertujuan untuk menentukan akurasi model dengan membandingkan data eksperimental dan konsep yang dibangun melalui simulasi. Maksud dari validasi adalah membangun tingkat keyakinan terhadap kemampuan model memprediksi (Thacker *et al.*, 2002). Pada tahapan ini, akurasi konsep KKJKG ditentukan menggunakan data karakteristik kerusakan jalan, yang terdiri dari PCI dan SCI_M . PCI adalah merupakan fungsi dari kerusakan permukaan jalan, seperti: retak, lobang, alur, dan kerusakan permukaan jalan lainnya berdasarkan hasil pengukuran, sementara SCI_M adalah fungsi dari kekuatan struktur efektif (SN efektif) berdasarkan pengujian daya dukung perkerasan jalan menggunakan alat DCP (*dynamic cone penetrometer*), dan kekuatan struktur minimum (SN minimum) yang didapatkan berdasarkan dokumen rencana. Adapun tahap-1 s/d tahap-3 dapat dilihat pada **Gambar 3-1**.

3.3 Metode Verifikasi Kriteria Gagal

Sebagaimana diuraikan sebelumnya, tujuan memverifikasi taksonomi kegagalan adalah untuk mengetahui pendapat para pakar (ekspert) di bidang perkerasan jalan terkait domain kegagalan yang sesuai untuk menjelaskan kegagalan perkerasan jalan. Berdasarkan pendapat ekspert tersebut, komposisi atau bobot masing-masing faktor penjabar kegagalan dapat ditentukan.

3.3.1 Jenis Penelitian

Penelitian ini bertujuan untuk memverifikasi taksonomi kegagalan perkerasan jalan melalui pendapat ekspert, oleh karena itu, penelitian ini adalah kategori penelitian verifikatif dengan metode deskriptif. Penelitian yang bertujuan menggambarkan sikap dari responden terhadap topik masalah yang dikaji adalah kategori penelitian verifikatif (Subana dan Sudrajat, 2009).

3.3.2 Rancangan Penelitian

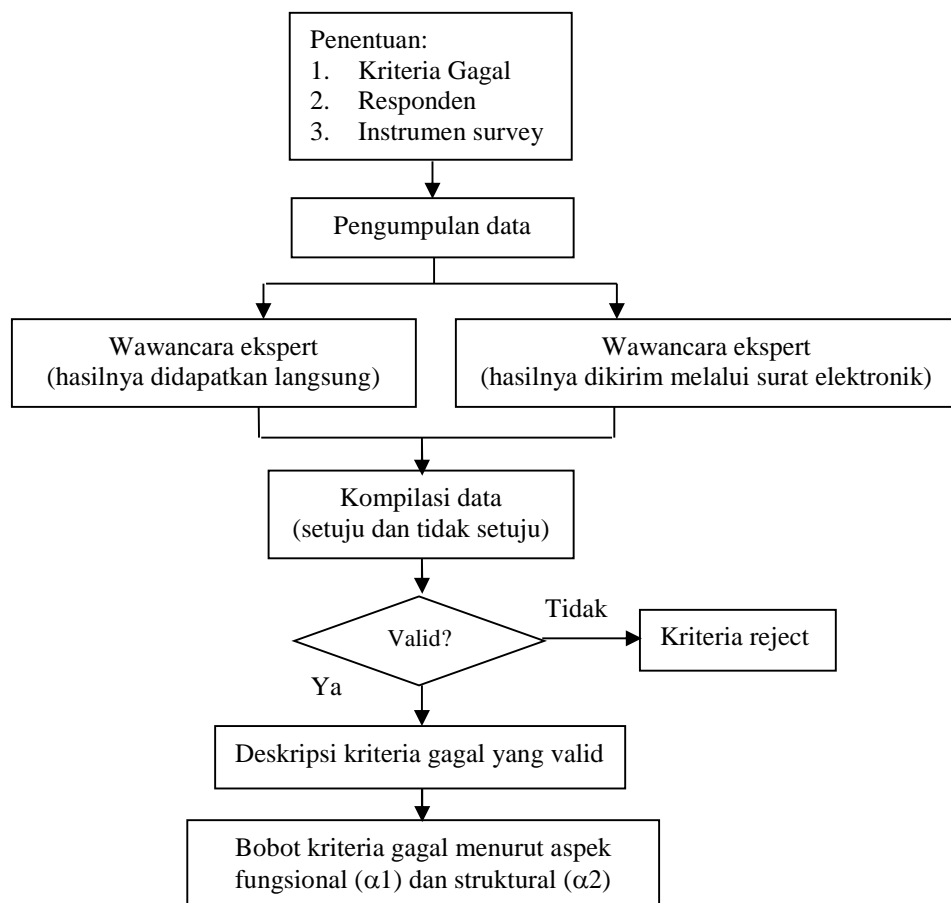
Tahap verifikasi kriteria gagal dilakukan dengan beberapa langkah sebagai berikut:

1. Persiapan, menentukan: taksonomi kegagalan yang akan diverifikasi, jenis data penelitian, responden, dan instrumen penelitian.
2. Pengumpulan data
3. Deskripsi hasil
4. Analisis hasil

Langkah-langkah penelitian ini dapat dilihat pada **Gambar 3- 2**.

3.3.3 Waktu dan Lokasi Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan selama 2 bulan di Jakarta dan Bandung. Untuk menjaga kredibilitas dan akuntabilitas penelitian, maka partisipan atau responden yang digunakan adalah orang yang dianggap mengalami, memahami dan menguasai tentang jalan (Bungin, 2010; Creswell, 2010; dan Sarwono, 2011). Dengan alasan tersebut, maka cara penentuan sampel/responden menggunakan *purposive sampling* kategori *judgment sampling* (Sulistyo, 2010).



Gambar 3-2. Metode Verifikasi Kriteria Gagal

3.3.4 Variabel dan Instrument Penelitian

Pada penelitian ini, taksonomi kegagalan perkerasan jalan adalah menggambarkan kriteria kegagalan perkerasan jalan. Kriteria gagal (KG) pada perkerasan jalan dapat diukur berdasarkan deskripsi kegagalan pada **Tabel 3-1**. Sementara itu alat ukur KG dirancang sebagaimana dapat dilihat pada **Tabel 3-2**.

Tabel 3-1. Definisi Operasional Variabel Kriteria Gagal

Kriteria Gagal		Deskripsi	Notasi
Aspek	Ukuran		
Kekuatan struktur	Kemampuan struktur di bawah ambang batas minimum	Kemampuan struktur perkerasan jalan berada di bawah ambang batas minimum penerimaan	KG1
		Struktur perkerasan jalan tidak mampu memikul beban lalu lintas yang diberikan	
		Kemampuan struktur perkerasan jalan di bawah harapan	
	Kondisi fisik perkerasan jalan di bawah kemampuan aman		
	Runtuh	Struktur jalan hilang secara fisik, sebagian atau seluruhnya	KG2
Fungsi layanan	Sangat tidak nyaman	Jalan tidak nyaman digunakan pengendara kendaraan atau kendaraan mengalami kesulitan akibat kekasaran jalan yang melebihi batas penerimaan.	KG3
	Sangat tidak aman/membahayakan	Kondisi jalan yang sangat parah dan dapat membahayakan pengendara kendaraan	KG4
Biaya perbaikan	Biaya perbaikan sangat tinggi	Membutuhkan penggantian konstruksi jalan.	KG5
	persentasi	bobot kemampuan layanan fungsional perkerasan jalan terhadap layanan	1
	persentasi	bobot kemampuan struktural perkerasan jalan terhadap layanan	2

KG1 = kriteria gagal “kemampuan struktur di bawah ambang batas minimum”, KG2 = kriteria gagal “runtuh”, KG3 = kriteria gagal “tidak nyaman”, KG4 = kriteria gagal “ membahayakan”, KG5 = kriteria gagal “biaya perbaikan sangat tinggi”; 1 adalah bobot layanan fungsional perkerasan jalan, dan 2 adalah bobot kemampuan struktur perkerasan jalan

3.3.5 Data dan Cara Memperoleh Data

Data yang diperoleh adalah data primer, yaitu informasi langsung dari responden menggunakan instrumen penelitian sebagaimana dapat dilihat pada **Tabel 3-2**. Kepada responden diajukan pertanyaan-pertanyaan dengan maksud untuk memverifikasi kriteria gagal dari sudut pandang profesi, pendidikan dan pengalaman responden. Pendapat responden didapatkan melalui dua cara, yaitu: 1) wawancara langsung dan 2) *e-mail*. Untuk menghindari jawaban keluar dari konteks penelitian, pertanyaan-pertanyaan yang diberikan disertai dengan definisi masing-masing variabel.

3.3.6 Responden Penelitian

Responden berjumlah 30 orang yang terdiri dari pengelola jalan (DPU) 10 orang (33.33%), kontraktor 10 orang (33.33%), konsultan, anggota asosiasi profesi, dan akademisi 10 orang (33.33%). Penentuan responden dari beberapa bidang profesi bertujuan melakukan triangulasi analisis, sebagaimana yang dilakukan oleh Mitra *et al.* (2010) dalam penentuan rating indikator korosi pada struktur beton. Triangulasi analisis dilakukan supaya data dan analisisnya dapat

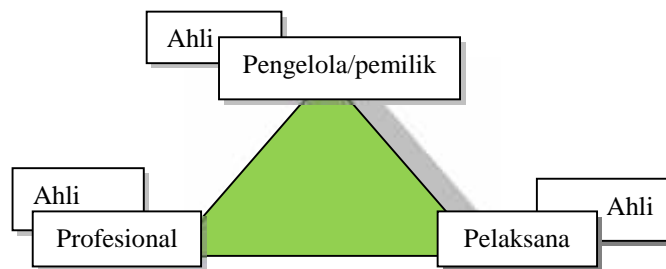
lebih dipercaya, kredibel dan masuk akal (Sarwono, 2011; Bungin, 2010). Triangulasi analisis merupakan proses cek silang dengan cara mengambil beberapa perspektif dalam satu situasi tertentu, misalnya informan yang digunakan konsumen; maka triangulasi dapat menggunakan penjual, perusahaan atau yang lain untuk mengecek silang (Sarwono, 2011; Sugiyono, 2010; Cozby, 2009).

Tabel 3-2. Instrumen Penelitian

Apakah Anda setuju terhadap kriteria gagal terkait jalan rusak yang diberikan pada daftar berikut? (Beri tanda √ untuk jawaban Anda pada kolom jawaban yang disediakan)			Jawaban responden	
Kriteria Gagal (Ukuran)	Deskripsi gagal jalan rusak	Notasi	Setuju	Tidak setuju
Kemampuan struktur di bawah ambang batas minimum	Kemampuan struktur perkerasan jalan berada di bawah ambang batas minimum penerimaan	KG1		
	Struktur perkerasan jalan tidak mampu memikul beban lalu lintas yang diberikan			
	Kemampuan struktur perkerasan jalan di bawah harapan			
	Kondisi fisik perkerasan jalan di bawah kemampuan aman			
Runtuh	Struktur jalan hilang secara fisik, sebagian atau seluruhnya	KG2		
Sangat tidak nyaman	Jalan tidak nyaman digunakan pengendara kendaraan atau kendaraan mengalami kesulitan akibat kekasaran jalan yang melebihi batas penerimaan.	KG3		
Sangat tidak aman/ membahayakan	Kondisi jalan yang sangat parah dan membahayakan pengendara kendaraan	KG4		
Biaya perbaikan sangat tinggi	Membutuhkan penggantian konstruksi jalan.	KG5		
KG1 = kriteria gagal “kemampuan struktur di bawah ambang batas minimum”, KG2 = kriteria gagal “runtuh”, KG3 = kriteria gagal “tidak nyaman”, KG4 = kriteria gagal “ tidak aman/membahayakan”, KG5 = kriteria gagal “biaya perbaikan sangat tinggi”				

3.3.7 Analisis Data

Data yang diperoleh disajikan dalam bentuk deskripsi frekuensi yang menggambarkan kecenderungan isi (*content*) berdasarkan profesi, tingkat pendidikan dan pengalaman responden. Bungin (2010) menyebut bahwa analisis isi (*content analysis*) mencakup upaya-upaya klasifikasi lambang-lambang yang dipakai dalam komunikasi, menggunakan kriteria dalam klasifikasi, dan menggunakan teknik tertentu dalam membuat prediksi atau menganalisa data. Validitas data pada penelitian ini didasarkan pada: 1) sumber data diperoleh dari responden yang ahli, dan 2) triangulasi sumber data dengan pengujian kesamaan pendapat responden kelompok yang berbeda (Sarwono, 2011; Sugiyono, 2010; Cozby, 2009) sebagaimana dapat dilihat pada **Gambar 3-3**.



Gambar 3-3. Triangulasi Sumber Data (Sugiyono, 2010)

Tahapan analisis kriteria gagal adalah sebagai berikut:

1. Menghitung jumlah responden yang “setuju” dan “tidak setuju” terhadap kriteria gagal secara keseluruhan tanpa mempertimbangkan sumber data dari kelompok mana. Hal ini bertujuan untuk mengetahui jumlah persentase total yang “setuju” dan “tidak setuju” pada masing-masing taksonomi atau kriteria gagal yang diusulkan.
2. Uji hipotesis. Uji hipotesis dilakukan menggunakan metode *nonparametric chi-square*. Metode ini dipilih karena jawaban responden menggunakan skala nominal (Lin *et al.*, 2008). Menurut Cozby (2009) dan Lin *et al.* (2008), *chi-square* (χ^2) dapat ditentukan menggunakan Persamaan. 3.1.

$$\chi^2_{\text{hitung}} = \frac{(O-E)^2}{E} \quad (3.1)$$

χ^2 = *chi square* hitung, “O” = data observasi dan “E” = data harapan/perkiraan. Apabila $\chi^2_{\text{hitung}} > \chi^2_{\text{tabel}}$, maka hipotesis diterima dan jika $\chi^2_{\text{hitung}} < \chi^2_{\text{tabel}}$, maka hipotesis null diterima. Adapun *chi-square* (χ^2)_{tabel} ditentukan dengan mempertimbangkan derajat kebebasan (df) dan tingkat signifikansi (), di mana $df = k-1$; k adalah jumlah jawaban (Lin *et al.*, 2008). Adapun metode uji signifikansi persetujuan responden/ekspert terhadap kriteria gagal yang diajukan dapat dilihat pada **Tabel 3-3**.

Tabel 3-3. Metode Perhitungan χ^2 untuk Uji Hipotesis (Cozby, 2008)

KG	O	E	O-E	(O-E) ²	(O-E) ² /E
Setuju
Tidak setuju
				

3. Uji validitas hasil. Validitas diukur dari nilai signifikansi perbedaan pendapat karena perbedaan profesi, pendidikan dan pengalaman kerja responden atau ekspert dengan menggunakan *nonparametric test* menggunakan skala nominal (Lin *et al.*, 2008; Sulisty, 2008).

2010). Pada tahapan ini, langkah yang pertama dilakukan adalah mengobservasi (O) jumlah responden “setuju” (O¹) dan “tidak setuju” (O²) berdasarkan kelompok sumber data. Selanjutnya ditentukan nilai ekspektasi (E) untuk masing-masing jawaban “setuju” (E¹) dan “tidak setuju” (E²). Nilai E dapat ditentukan menggunakan Persamaan 3.2, sedangkan nilai χ^2 hitung ditentukan menggunakan Persamaan 3.1. Sebagai ilustrasi untuk menentukan χ^2 hitung dapat dilihat pada **Tabel 3-4**. Diberikan tiga kelompok sumber data A, B dan C. Jenis pilihan jawaban responden terhadap topik yang diteliti adalah “setuju” dan “tidak setuju”. O¹ adalah jumlah responden kelompok A yang diobservasi setuju; E¹ adalah jumlah responden kelompok A yang diharapkan setuju; O² = jumlah responden kelompok A yang diobservasi tidak setuju; E² adalah jumlah responden kelompok A yang diharapkan tidak setuju, demikian seterusnya. N adalah jumlah responden yang diobservasi baik yang setuju (O¹ + O³ + O⁵) maupun yang tidak setuju (O² + O⁴ + O⁶). Adapun χ^2 tabel ditentukan berdasarkan df dan χ^2 tabel, di mana df = (n-1) x (m-1); n = jumlah baris, misalnya jumlah kelompok responden, dan m = jumlah variasi jawaban responden. Pada contoh di **Tabel 3-4**, n = 3 (A, B, C), m = 2 (setuju, tidak setuju). Signifikansi perbedaan pendapat akan menentukan validitas data. Perbedaan pendapat signifikan jika χ^2 hitung > χ^2 tabel dan pendapat responden disebut tidak valid. Perbedaan pendapat tidak signifikan jika χ^2 hitung < χ^2 tabel dan pendapat responden disebut valid (Sugiyono, 2010).

Tabel 3-4. Metode Perhitungan χ^2 untuk Validasi (Cozby, 2009)

Kelompok	Jumlah responden		Jumlah Baris	χ^2
	Setuju	Tidak setuju		
A	O ¹ =....	O ² =.....	O ¹ +O ²	$\chi^2_1 = \frac{(O^1 - E^1)^2}{E^1}$
	E ¹ =,....	E ² =.....		$\chi^2_2 = \dots$
B	O ³ =....	O ⁴ =.....	O ³ +O ⁴	$\chi^2_3 = \dots$
	E ³ =...	E ⁴ =...		$\chi^2_4 = \dots$
C	O ⁵ =.....	O ⁶ =	O ⁵ +O ⁶	$\chi^2_5 = \dots$
	E ⁵ =....	E ⁶ =.....		$\chi^2_6 = \frac{(O^6 - E^6)^2}{E^6}$
Jumlah Kolom	O ¹ +O ³ +O ⁵	O ² +O ⁴ +O ⁶	N	$\Sigma \chi^2_{hitung} = \chi^2_1 + \dots + \chi^2_6$

$$E^1 = \frac{t_i \cdot b}{N} = \frac{(O^1+O^2) \cdot (O^1+O^2+O^5)}{(O^1+O^2+O^5)+(O^2+O^4+O^6)} \quad (3.2)$$

4. Berdasarkan frekuensi persetujuan KG1 s/d KG5 yang valid ditentukan nilai bobot fungsional (1) dan struktural (2) dengan menggunakan Persamaan 3.3 dan Persamaan 3.4.

$$\alpha_1 = \frac{n_1}{n_1+n_2} \quad (3.3)$$

$$\alpha_2 = \frac{n_2}{n_1+n_2} \quad (3.4)$$

di mana n_1 adalah total pendapat ekspert yang setuju terhadap aspek fungsional (KG3 dan KG4) dan n_2 adalah total pendapat ekspert yang setuju terhadap aspek struktural (KG1 dan KG2).

3.4 Metode Penentuan Karakteristik Kerusakan Jalan Kategori Gagal (KKJJKG)

Sebagaimana dijelaskan sebelumnya bahwa KKJJKG adalah bentuk-bentuk kondisi perkerasan jalan yang dinyatakan dalam nilai indeks kondisi permukaan jalan PCI dan nilai indeks kondisi struktur perkerasan jalan SCI_M yang dikategorikan gagal dengan kriteria utama $PSI_M < PSI_T$. Nilai PCI dan SCI_M adalah merupakan bilangan kontinu, oleh karena itu jumlah pasangan PCI dan SCI_M yang mungkin terjadi dengan nilai $PSI_M < PSI_T$ (kategori gagal) adalah tak hingga. Dengan demikian, pada penelitian ini, KKJJKG akan dibangun berdasarkan klaster-klaster dalam bentuk pasangan PCI dan SCI_M yang menghasilkan $PSI_M < PSI_T$. Adapun tahapan penentuan KKJJKG terdiri dari, yaitu:

- 1) Tahap identifikasi KKJJKG berdasarkan simulasi kombinasi kondisi PCI dan SCI, dan
- 2) Tahap penentuan KKJJKG berdasarkan analisis sensitifitas.

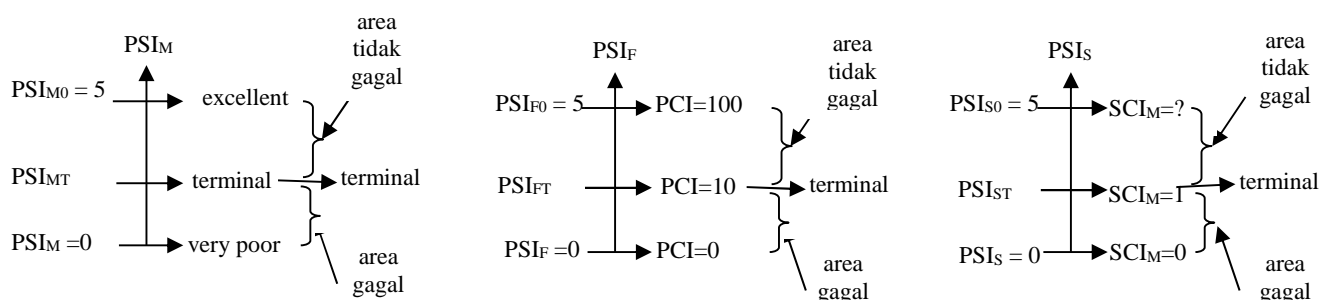
3.4.1 Tahap Identifikasi KKJJKG

Tahapan ini bertujuan untuk menggambarkan keadaan PCI dan SCI yang mungkin terjadi pada perkerasan jalan. Berdasarkan batasan gagal, kritis, dan tidak gagal, variable independent PCI dan SCI, PSI kategori gagal dapat diidentifikasi. Langkah-langkah identifikasi terdiri dari:

- 1) Menetapkan model PSI_M sebagaimana diusulkan sebelumnya (Persamaan 2.34).

$$PSI_M = \alpha_1 PSI_F + \alpha_2 PSI_S$$

- 2) Mengkonversi ukuran variable. Pada penelitian ini, ukuran PCI dan SCI_M dikonversi ke dalam bentuk ukuran PSI_M . Metode konversi ukuran dapat dilihat pada **Gambar 3-4**.



Gambar 3-4. Konsep Batas Layanan Kategori Gagal, Terminal/Kritis, dan Tidak Gagal

Pada **Gambar 3.4** terlihat bahwa batas SCI_M terbesar belum diketahui, oleh karenanya konversi belum dapat dilakukan. Untuk memenuhi syarat tersebut maka data SCI_M maksimum perlu ditentukan berdasarkan data-data perencanaan yang ada sebelumnya.

- 3) Menentukan nilai PSI berdasarkan kombinasi kejadian yang mungkin pada PCI dan SCI_M secara bersama-sama sebagaimana pada **Tabel 3-5**.

Tabel 3-5. Matriks Kemungkinan Kondisi Jalan Berdasarkan PCI- SCI_M

PCI \ SCI_M		SCI_M	SCI_M Terminal	SCI_M
		>1	= 1	< 1 dan = 0
PCI	>10, dan <= 100	9	5	7
PCI Terminal	= 10	4	1	2
PCI	= 0, dan < 10	8	3	6

Berdasarkan matrik kondisi PCI- SCI_M pada **Tabel 3-5** terdapat 9 kemungkinan peristiwa kejadian antara PCI dan SCI_M , yaitu:

1. PCI = 10 dan $SCI_M = 1$
2. PCI = 10 dan $SCI_M = 0; < 1$
3. PCI = 0; < 10 dan $SCI_M = 1$
4. PCI = 10 dan $SCI_M > 1$
5. PCI > 10; <= 100 dan $SCI_M = 1$
6. PCI = 0; < 10 dan $SCI_M = 0; < 1$
7. PCI > 10; <= 100 dan $SCI_M = 0; < 1$
8. PCI = 0; < 10 dan $SCI_M > 1$
9. PCI >10; <= 100 dan $SCI_M >1$

Untuk PSI_M terburuk = 0, PSI_M terminal (PSI_T) = 2, PSI_M terbaik (PSI_o) = 5, PCI terburuk = 0, PCI terminal = 10, PCI terbaik = 100, SCI_M terburuk = 0, SCI_M terminal = 1, dan SCI_M terbaik = SCI maks., maka PSI_M untuk kondisi 1 s/d 9 dapat ditentukan dengan Persamaan 3.5 s/d Persamaan 3.13.

Kondisi	Bentuk Persamaan PSI_M	Persamaan.
1	$PSI_M = \alpha 1x[2] + \alpha 2x[2]$: $PCI = 10; SCI_M = 1$	(3.5)
2	$PSI_M = \alpha 1x[2] + \alpha 2x[SCI_M x 2]$: $PCI = 10; SCI_M < 1$	(3.6)
3	$PSI_M = \alpha 1x \left[\frac{P}{I} x 2 \right] + \alpha 2x[2]$: $PCI < 10; SCI_M = 1$	(3.7)
4	$PSI_M = \alpha 1x[2] + \alpha 2x \left[2 + \frac{SCI_M - 1}{(SCI_{Mmaks} - 1)} x 3 \right]$: $PCI = 10; SCI_M > 1$	(3.8)
5	$PSI_M = \alpha 1x \left[2 + \frac{PCI - 10}{90} x 3 \right] + \alpha 2x[2]$: $PCI > 10; SCI_M = 1$	(3.9)
6	$PSI_M = \alpha 1x \left[\frac{PCI}{10} x 2 \right] + \alpha 2x[SCI_M x 2]$: $PCI < 10; SCI_M < 1$	(3.10)
7	$PSI_M = \alpha 1x \left[2 + \frac{PCI - 10}{90} x 3 \right] + \alpha 2x[SCI_M x 2]$: $PCI > 10; SCI_M < 1$	(3.11)
8	$PSI_M = \alpha 1x \left[\frac{PCI}{10} x 2 \right] + \alpha 2x \left[2 + \frac{SCI_M - 1}{(SCI_{Mmaks} - 1)} x 3 \right]$: $PCI < 10; SCI_M > 1$	(3.12)
9	$PSI_M = \alpha 1x \left[2 + \frac{PCI - 10}{90} x 3 \right] + \alpha 2x \left[2 + \frac{SCI_M - 1}{(SCI_{Mmaks} - 1)} x 3 \right]$: $PCI > 10; SCI_M > 1$	(3.13)

- 4) Menggambarkan area gagal perkerasan jalan ($PSI_M < PSI_T$) dengan karakter PCI dan SCI_M .
- 5) Untuk memudahkan penggunaan KKJKG, perlu ada pengelompokan jenis-jenis karakter yang memiliki sifat yang sama. Pengelompokan KKJKG dalam bentuk PCI dan SCI_M yang memiliki $PSI_M < PSI_T$ ditentukan menggunakan analisa sensitifitas.

3.4.2 Tahap Penentuan KKJKG

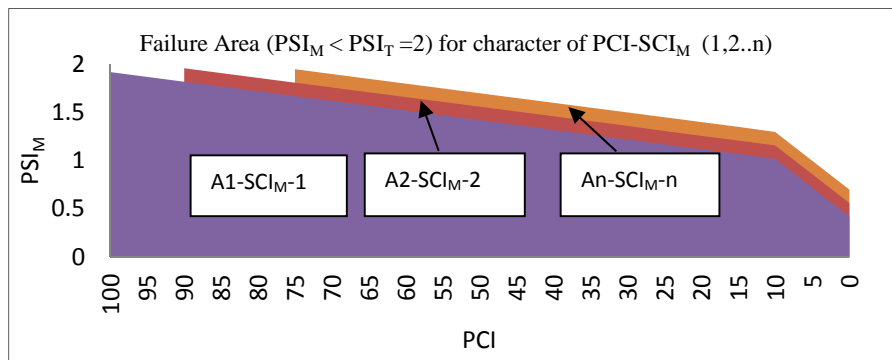
Tahapan ini ditujukan untuk mengelompokkan KKJKG (dalam PCI dan SCI) yang memiliki sifat-sifat yang hampir sama dalam batasan PSI_M kategori gagal. Pengelompokan KKJKG dilakukan dengan metode analisa sensitifitas. Adapun tahapan penentuan KKJKG adalah:

- 1) Menentukan PSI_M kategori gagal pada $PCI = 0$ s/d 100, dan SCI_M tertentu. SCI_M didesain dengan perubahan setiap 5% atau 0,05 sebagaimana dapat dilihat pada **Tabel 3-6**.
- 2) Menentukan area PSI_M kategori gagal untuk suatu nilai SCI_M tertentu pada $PCI = 0$ s/d 100. Sebagai contoh, untuk $SCI_M = 0,30$ akan diperoleh area PSI_M kategori gagal untuk $PCI = 0$ s/d 100, sebagaimana pada **Gambar 3-5**.

Tabel 3-6. Metode Perlakuan dalam Analisis Sensitifitas (Diadop dari Harmita, 2004)

PCI	SCI _M						
	1,50	1,45	...	....	0,40	0,35	0,30
100							
...							
5							
0							
μPSI _M	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....
Area PSI _M ( )	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....
No.Area (A)	A _n	A _{n-1}	....	....	A ₃	A ₂	A ₁

daerah gagal (PSI < PSI_T)



Gambar 3-5. Deskripsi A1, A2, dan An dalam Analisis Sensitifitas (Harmita, 2004)

- 3) Melakukan analisis sensitifitas terhadap seluruh pasangan PCI-SCI_M yang memiliki nilai PSI_M < PSI_T. Adapun analisis sensitifitas dilakukan dengan metode perbandingan luas tiap karakter pasangan PCI-SCI_M dan PSI_M. Menurut Harmita (2004):

$$A1 \text{ sensitif terhadap } A2 \text{ jika } \left| \frac{A_1 - A_2}{A_1} \times 100\% \right| > 5\% \quad (3.14)$$

$$A1 \text{ tidak sensitif terhadap } A2 \text{ jika } \left| \frac{A_1 - A_2}{A_1} \times 100\% \right| < 5\% \quad (3.15)$$

di mana:

$$A1 = \mu\text{PSI}_M(\text{SCI}_M1) \sum_{P=U}^P \text{PCI}_i \quad (3.16a)$$

$$A2 = \mu\text{PSI}_M(\text{SCI}_M2) \sum_{P=U}^P \text{PCI}_i \quad (3.16b)$$

$$A_n = \mu\text{PSI}_M(\text{SCI}_Mn) \sum_{P=U}^P \text{PCI}_i \quad (3.16c)$$

di mana: μPSI_M adalah rata-rata PSI_M tiap karakter PCI-SCI_M, PCI_i adalah PCI = 0,5; 10;..., n (yang memiliki PSI < PSI_T); A1 adalah luasan antara PCI dan PSI_M dengan karakter PCI 0 s/d 100 dan SCI_M = 0,30; A2 adalah luasan PCI dan PSI_M dengan karakter

PCI = 0 s/d 95 dan $SCI_M = 0,35$; An adalah luasan PCI dan PSI_M dengan karakter PCI = 0 dan $SCI_M = 1,50$ yang secara grafis dapat digambarkan sebagaimana pada **Gambar 3-5**.

- 4) Setelah nilai luasan (A) masing-masing karakter diperoleh, selanjutnya dilakukan tabulasi A-An sebagaimana dapat dilihat pada **Tabel 3-7**.
- 5) Berdasarkan analisis sensitifitas, KKJKG dirumuskan.

Adapun tahapan identifikasi hingga penentuan KKJKG dapat dilihat pada diagram alir **Gambar 3-6**.

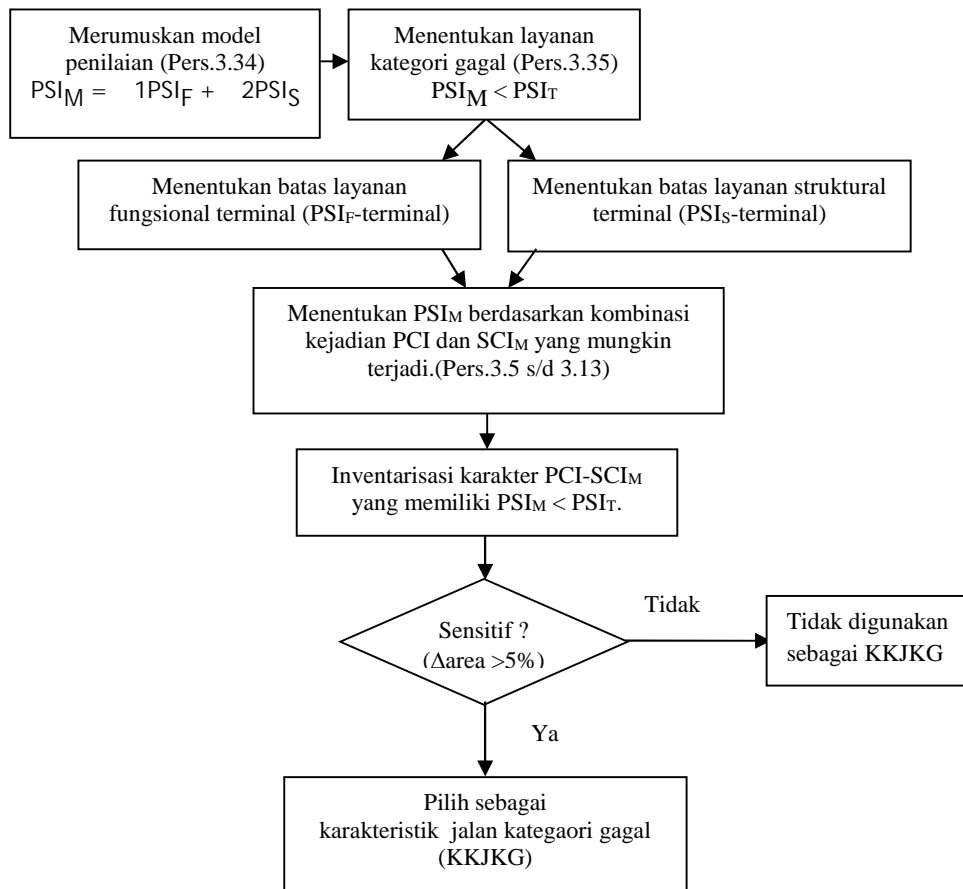
Tabel 3-7. Metode Analisis Sensitifitas KKJKG

Luasan karakter kondisi jalan	Analisis sensitifitas			Keputusan
	Persentase perbedaan harga mutlak antar karakter	Nilai kontrol sensitifitas	Sensitif atau tidak sensitif	
A1				K1
	$\left| \frac{A1 - A2}{A1} \times 100\% \right|$	>5%	Sensitif	
A2				K2
	$\left| \frac{A2 - A3}{A2} \times 100\% \right|$	<5%	Tidak sensitif	
A3				K2
	$\left| \frac{A3 - A4}{A3} \times 100\% \right|$	>5%	Sensitif	
A4				K3
	$\left| \frac{A4 - A5}{A4} \times 100\% \right|$	<5%	Tidak sensitif	
A5				K3
	$\left| \frac{A5 - An}{A5} \times 100\% \right|$	<5%	Tidak sensitif	
An				Kn

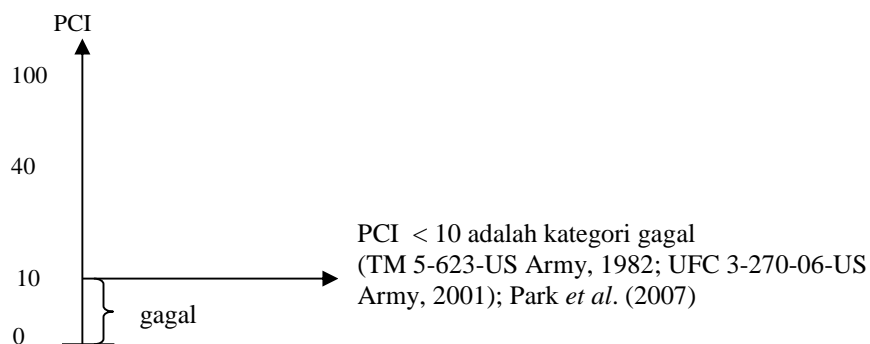
3.4.3 Analisis KKJKG

KKJKG yang dirumuskan dianalisis dengan cara membandingkannya dengan teori-teori yang sudah ada (Rosenbaun, 2010). Menurut Lidwell *et al.* (2003), perbandingan adalah sebuah metode untuk menggambarkan suatu hubungan dan pola dalam sistem perlakuan dua atau lebih variabel, dan satu perbandingannya yang valid adalah “*apple to apple*”, “*single context*” dan “*benchmark*”. Pada penelitian ini, kriteria utama KKJKG adalah $PSI_M < PSI_T$ dengan faktor penjelas PSI_M adalah PCI dan SCI_M .

Teori yang dapat diperbandingkan dengan KKJKG, adalah kategori gagal menurut TM 5-623 (US Army, 1982), UFC 3-270-06 (US Army, 2001) yang mengkategorikan perkerasan jalan gagal pada kondisi $PCI < 10$. Adapun karakteristik kategori gagal yang berpeluang diperbandingkan dengan KKJKG dapat dilihat pada **Gambar 3-7**.



Gambar 3-6. Diagram Alir Penentuan KKJKG



Gambar 3-7. Karakteristik Gagal Eksisting PCI <10

3.5 Determinasi dan Validitas KKJKG

Menurut Thacker *et al.* (2002), validasi bertujuan untuk menentukan akurasi model dengan membandingkan data eksperimental dan konsep yang dibangun melalui simulasi. Maksud dari

validasi adalah membangun tingkat keyakinan terhadap kemampuan model memprediksi (Thacker *et al.*, 2002).

3.5.1 Jenis Penelitian

Penelitian ini tergolong jenis penelitian konfirmasi, yaitu penelitian yang bertujuan untuk menentukan korelasi (Leedy dan Ormrod, 2005). Pada penelitian ini, korelasi digambarkan oleh koefisien determinasi R^2 , yaitu kwadrat dari koefisien korelasi antara kenyataan dan konsep yang dibangun (Lin *et al.*, 2008). Permasalahan lapangan yang diwakili oleh sampel dalam bentuk PCI dan SCI_M dievaluasi menggunakan konsep KKJKG yang diusulkan.

3.5.2 Prosedur Penelitian

Adapun prosedur penelitian adalah sebagai berikut:

- 1) Menentukan ruas jalan sebagai lokasi pengambilan sampel penelitian.
- 2) Mendapatkan data perencanaan, kondisi permukaan jalan, dan elastisitas HMA dan kepadatan pondasi struktur perkerasan sampel.
- 3) Menentukan nilai kondisi permukaan (PCI) sampel.
- 4) Menentukan kemampuan efektif struktur, kemampuan minimum struktur, dan SCI_M .
- 5) Menentukan PCI dan SCI_M kategori gagal pada sampel.
- 6) Mengevaluasi PCI dan SCI_M kategori gagal berdasarkan PSI_M hitung dan PSI_M table KKJKG.
- 7) Menentukan akurasi konsep KKJKG.
- 8) Memvalidasi konsep KKJKG.

Adapun tahapan 1-8 dapat dilihat pada bagan alir **Gambar 3-8**.

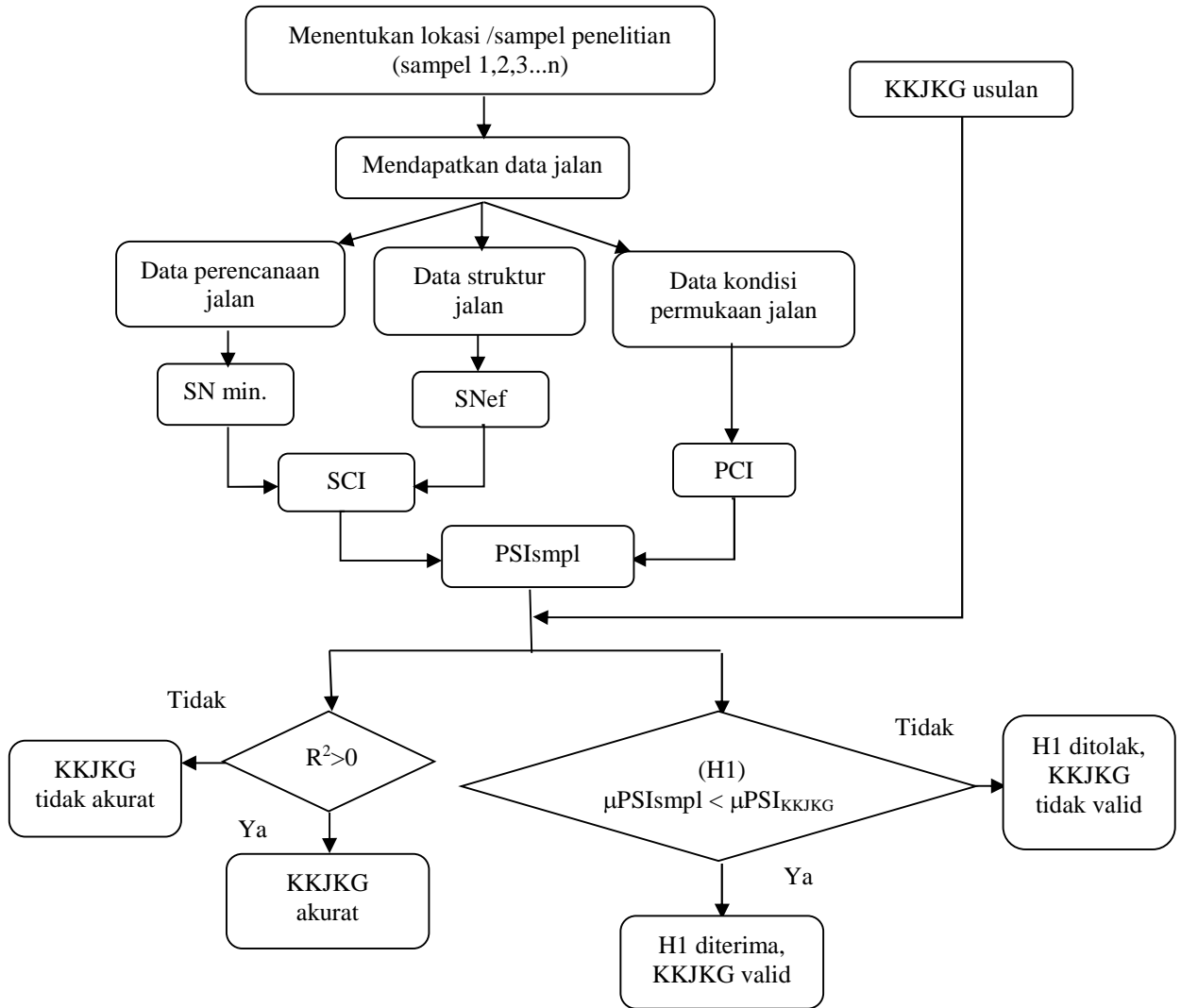
3.5.3 Waktu dan Lokasi Penelitian

Penelitian dilakukan selama 5 bulan di dua lokasi JNnt yang berbeda. Lokasi pertama penelitian adalah di JNnt Jl. Soekarno-Batas Kota Soe atau Jl. Timor Raya, Kupang NTT, KM 18+000 s/d KM 25+100, dan lokasi kedua adalah JNnt jalur Cianjur-Sukabumi, Sukaraja dan Sukalarang, Jawa Barat.

3.5.4 Sampel Penelitian

Sampel penelitian adalah segmen/unit jalan pada JNnt. Jenis sampel tergolong sampel tertentu yang terdiri dari 17 sampel berasal dari Cianjur-Sukabumi, dan 3 sampel berasal dari Kupang NTT. Setiap sampel memiliki dua informasi kondisi yaitu kondisi permukaan jalan dan kondisi struktur perkerasan jalan. Pemilihan sampel didesain berdasarkan dua hal: pertama, sampel diambil pada jalan yang memiliki permukaan rusak parah, dan kedua, sampel diambil pada jalan yang memiliki permukaan baik. Tujuan dari metode pengambilan sampel yang digunakan

adalah untuk mengetahui kecenderungan hubungan antara kerusakan permukaan jalan dan kondisi struktur perkerasan .



Gambar 3-8. Bagan Alir Penentuan Determinasi R^2 dan Validitas KKJKG

3.5.5 Variabel dan Instrumen Penelitian

3.5.5.1 Variabel Penelitian

Variabel pada penelitian ini dikelompokkan menjadi:

1. Variabel kerusakan (DCV) dan kondisi permukaan jalan (PCI) dijelaskan oleh:
 - 1) Retak kulit buaya (*alligator cracking*).
 - 2) Kegemukan (*bleeding*).

- 3) Retak blok (*block cracking*).
- 4) Amblas (*depression*).
- 5) Tambalan (*patching*).
- 6) Retak melintang dan memanjang (*longitudinal dan transversal cracking*).
- 7) Lobang (*pothole*).
- 8) Alur bekas roda kendaraan (*rutting*).

Nilai kondisi jalan ditentukan oleh kerusakan jalan 1-8, yang dinyatakan dalam satu nilai komposit indeks kondisi jalan atau *pavement condition index* (PCI). $PCI = 100 - CDV$, $CDV = corrective deduct value = total\ kerusakan\ terkoreksi$.

2. Variabel daya dukung efektif struktur (SN ef)

SN ef. terdiri dari variabel bebas:

- 1) Koefisien kekuatan relatif efektif lapisan (a_1, a_2, a_3): ditentukan oleh elastisitas untuk lapisan aspal dan CBR untuk lapisan berbutir.
- 2) Ketebalan lapisan perkerasan (D_1, D_2 , dan D_3).

3. Variabel daya dukung minimum struktur (SN min.)

Variabel SN min. terdiri dari variabel:

- 1) CESAL - untuk Umur Rencana (UR).
- 2) PSI_o .
- 3) PSI_T .
- 4) R.
- 5) S_o .
- 6) M_R aspal.
- 7) M_R pondasi berbutir.
- 8) $M_{Rsubgrade}$.

4. Indeks kekuatan struktur (SCI_M) ditentukan berdasarkan Persamaan 2.38. S_{Neff} . dihitung menggunakan Persamaan 2.23, sementara koefisien kekuatan relatif lapis perkerasan dapat ditentukan sesuai standar prosedur yang ada, seperti metode reduksi untuk lapisan aspal Persamaan 2.24, dan Persamaan 2.25 dan Persamaan 2.26 untuk lapisan pondasi atas dan bawah (*granular*). Sementara SN minimum dapat ditentukan dengan menggunakan prinsip keseimbangan antara beban luar dan kemampuan (*Japan Society of Civil Engineering, JSCE, 2010; Feng et al., 2010*). Untuk konstruksi perkerasan jalan, SN minimum diperoleh pada kondisi W_{18} beban rencana sama dengan W kemampuan layan (W_{kl}) pada nilai R, S_o , ΔPSI dan MR yang ditentukan. Sehingga, nilai SN minimum berada pada kondisi $W_{18} - W_{kl} = 0$. Dengan cara coba-coba akan diperoleh nilai SN yang memberikan nilai $W_{18} - W_{kl} = 0$.

3.5.5.2 Instrumen Penelitian

Adapun instrument penelitian terdiri dari peralatan dan bahan survey, yang terdiri dari:

1. Alat ukur panjang (meteran): merupakan alat ukur ketebalan lapis perkerasan aspal dan pondasi agregat. Selain itu, alat meteran digunakan juga mengukur kerusakan permukaan jalan.
2. Kertas kerja standar alat survey kondisi permukaan jalan.
3. Alat gali: pahat, palu, dan jack hammer + generator: digunakan untuk menggali atau membuka lapis permukaan aspal jalan eksisting sebagai persiapan melakukan uji DCP.
4. Alat test DCP (Politeknik Negeri Kupang, NTT dan BBPJN IV DPU Cikampek): digunakan untuk mengukur nilai CBR pondasi agregat jalan eksisting.
5. Laboratorium bahan (Politeknik Negeri Kupang, NTT dan BBPJN IV DPU Cikampek): tempat pengolahan data DCP ke CBR.
6. Satu unit mobil pick-up untuk mobilisasi alat-alat tiap lokasi pengujian.
7. Lembaran kerja standar uji DCP.

3.5.6 Data dan Cara Memperoleh Data

3.5.6.1 Data Penelitian

Data pada penelitian ini terdiri dari:

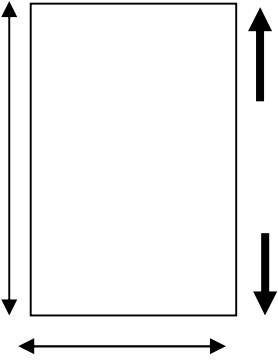
- 1) Data primer terdiri dari kondisi permukaan jalan dan kekuatan struktur lapisan perkerasan jalan.
- 2) Data sekunder penelitian ini adalah data perencanaan jalan dan riwayat penanganan jalan.

3.5.6.2 Cara Mendapatkan Data

Cara yang digunakan untuk memperoleh data adalah:

- 1) Data kondisi permukaan jalan didapatkan dengan melakukan pengukuran kuantitas dan tingkat keparahan tiap jenis kerusakan menggunakan standar TM 5-623 (US Army, 1982) dan Permen PU No. 15/PRT/M/2007 sebagaimana dapat dilihat pada **Tabel 3-8**.
- 2) Data kekuatan struktur lapisan perkerasan jalan diperoleh dengan cara: 1) uji DCP pada pondasi agregat (**Gambar 3-9** s/d **Gambar 3-11** untuk lokasi Cianjur-Sukabumi, dan **Gambar 3-12** s/d **Gambar 3-16** untuk lokasi Kupang, NTT), dan 2) metode reduksi sesuai tingkat kerusakan permukaan pada lapisan aspal permukaan jalan.
- 3) Data perencanaan jalan diperoleh dari pihak perencana JNnt wilayah P2JN Bandung dan P2JN NTT .

Tabel 3-8. Lembar Kerja Penilaian Kondisi Permukaan Jalan (US Army, 1982; Permen PU No. 15/PRT/M/2007)

LEMBAR KERJA PENILAIAN KONDISI PERMUKAAN JALAN			
Lokasi : Penilaian :	Segmen :		
Tanggal :	No. sampel :		
Penilai :	Luas sampel :		
<u>JENIS KERUSAKAN</u>		<u>SKETS LOKASI PENGUKURAN</u>	
<ol style="list-style-type: none"> 1. Retak (<i>alligator</i>) (m²) 2. Kegemukan (<i>bleeding</i>) (m²) 3. Retak blok (<i>block cracking</i>) (m²) 4. Amblas (<i>depression</i>) (m²) 5. Tambalan (<i>patching</i>) (m²) 6. Retak melintang dan memanjang (<i>long & trans. cracking</i>) (m) 7. Lobang (<i>pothole</i>) (bh) 8. Alur (<i>rutting</i>) (m²) 			
VOLUME &TINGKAT KERUSAKAN PERMUKAAN JALAN			
	Jenis (1-8)	Ukuran	Tingkat Kerusakan (L, M, H)

Peguajian DCP: Lokasi Cianjur – Sukabumi



Gambar 3- 9. Pengukuran Ketebalan Perkerasan Jalan



Gambar 3-10. Instal Alat DCP di Lokasi Cianjur-Sukabumi



Gambar 3-11. Pengujian DCP di Lokasi Cianjur-Sukabumi

Pengujian DCP: Lokasi Jl.Soekarno - Batas Kota Soe, Kupang NTT



Gambar 3-12. Persiapn Alat Uji DCP dari Laboratorium Politeknik Negeri Kupang



Gambar 3.13. Persiapan Lapangan Uji DCP di Lokasi Kupang-Soe



Gambar 3-14. Pelaksanaan Uji DCP di Lokasi Jalan Nasional Kupang-Soe



Gambar 3-15. Pembukaan Permukaan Aspal (HMA) Menggunakan Alat *Core Drill*



Gambar 3-16. Penutupan Lobang pada Permukaan Jalan Setelah Dilakukan *Core Drill*

3.5.7 Pengolahan dan Analisis Data

Data-data yang diperoleh dan tahapan analisis:

- 1) Data kondisi permukaan jalan diolah menggunakan standar sebagaimana pada Lampiran-2.
- 2) Menentukan koefisien kekuatan relatif efektif lapisan perkerasan masing-masing sampel.
- 3) Menentukan SN efektif (SN ef) masing-masing sampel.
- 4) Menentukan SN minimum (SN min) masing-masing sampel.
- 5) Menentukan indeks kekuatan struktur dengan Persamaan 2.38.
- 6) Menentukan PSI_M masing-masing sampel (PSI_M observasi).
- 7) Menentukan jenis KKJKG masing-masing sampel.
- 8) Menentukan PSI_M table KKJKG masing-masing sampel.
- 9) Menentukan determinasi (R^2) dan validitas KKJKG. Determinasi ditentukan menggunakan Persamaan 3.17. Koefisien $R^2 > 0$ menggambarkan bahwa KKJKG memiliki hubungan dengan kategori gagal pada jalan yang rusak. Makin besar nilai R^2 (mendekati 1) makin kuat hubungan antara konsep KKJKG dengan keadaan lapangan (Lin *et al.*, 2008).

$$R^2 = 1 - \frac{S}{S} \quad (3.17)$$

di mana: SSE = total dari kuadrat kesalahan, SST = total kuadrat kesalahan sampel, SSR = total kuadrat kesalahan regresi atau konsep. Sementara validitas KKJKG dapat ditentukan dengan membentuk suatu hipotesis (H_1), yaitu jalan kategori gagal berdasarkan PSI_M observasi sesuai dengan PSI_M tabel KKJKG. Jika H_1 diterima, maka KKJKG adalah valid dan jika H_1 ditolak maka KKJKG tidak valid. H_1 diterima jika $Z_{hitung} > Z_{table}$, dan ditolak jika $Z_{hitung} < Z_{table}$. Z_{hitung} dapat ditentukan dengan menggunakan Persamaan 3.18.

$$Z_{hitung} = \frac{\mu_1 - \mu_0}{\sigma / \sqrt{n}} \quad (3.18)$$

di mana μ_1 = nilai rata-rata PSI_M sampel, μ_0 = nilai rata-rata PSI_M tabel KKJKG dan secara umum menggunakan PSI_T , σ = standar deviasi PSI_M sampel, dan n = jumlah sampel.