

## BAB 6

### KESIMPULAN, IMPLIKASI DAN SARAN

Hingga saat ini, parameter gagal perkerasan jalan yang ada (eksisting) adalah  $PCI < 10$  perlu disempurnakan agar lebih komprehensif, sebab secara umum indikator PCI lebih merepresentasikan atau lebih berdampak pada kemampuan fungsional, meskipun secara implisit mengandung unsur struktur perkerasan jalan. Penilaian perkerasan jalan yang lebih komprehensif dapat diperoleh dengan mengintegrasikan kemampuan fungsional dan struktural perkerasan jalan secara eksplisit. Penelitian ini bertujuan untuk menguji signifikansi kriteria gagal yang sesuai diterapkan pada perkerasan jalan, dan menentukan bobot relatif aspek fungsional dan struktur saat mengevaluasi perkerasan jalan, serta merumuskan karakteristik kerusakan jalan kategori gagal pada jalan nasional non-toll.

#### 6.1 Kesimpulan

Dari hasil penelitian dan pembahasan yang dilakukan dapat diberikan beberapa kesimpulan, yaitu:

1. Kegagalan struktur yang terdiri dari kriteria runtuh dan kemampuan struktur berada di bawah kemampuan minimum rencana adalah signifikan disetujui responden sebagai kriteria gagal terkait perkerasan jalan, sementara kegagalan fungsional yang terdiri dari kriteria sangat tidak nyaman dan sangat tidak aman digunakan, tidak signifikan disetujui sebagai kriteria gagal. Uji validitas menggunakan *Chi-square* ( $\chi^2$ ) menunjukkan bahwa pendapat responden terhadap kriteria gagal pada perkerasan jalan adalah valid. Syarat validitas adalah pendapat responden tidak berbeda signifikan akibat perbedaan profesi, pendidikan dan pengalaman ( $\chi^2$  hitung  $<$   $\chi^2$  tabel).
2. Hasil perbandingan antara nilai frekuensi persetujuan responden terhadap kriteria gagal aspek fungsional (sangat tidak nyaman dan sangat tidak aman digunakan) dan total frekuensi persetujuan responden pada kriteria gagal yang diusulkan, dan perbandingan antara nilai frekuensi persetujuan responden terhadap kriteria gagal aspek struktur (runtuh dan kemampuan struktur berada di bawah kemampuan minimum rencana) dan total frekuensi persetujuan responden pada kriteria gagal yang diusulkan, menghasilkan bobot relatif aspek fungsional ( $\alpha_1$ ) adalah 0,30 dan bobot relatif aspek struktural ( $\alpha_2$ ) adalah 0,70.
3. Perbedaan antara kategori gagal eksisting dan kategori gagal penelitian ini terletak pada preposisi, konsep, dan operasionalisasi kegagalan, di mana:

- a) Preposisi kegagalan adalah keadaan yang tidak berhasil mencapai tujuan yang ditentukan, maka perkerasan jalan yang dikategorikan gagal adalah perkerasan jalan yang memiliki kemampuan layan ( $PSI_M$ ) di bawah kemampuan layan terminal rencana ( $PSI_T$ ).
- b) Konsep dari kemampuan layan perkerasan jalan ( $PSI_M$ ) merupakan integrasi antara kemampuan fungsional ( $PSI_F$ ) dan struktural perkerasan jalan ( $PSI_S$ ), kemampuan layan fungsional adalah deskripsi kondisi permukaan perkerasan jalan (PCI), dan kemampuan layan struktur adalah penjelasan kekuatan struktur perkerasan jalan ( $SCI_M$ ).
- c) Operasionalisasi konsep perkerasan jalan kategori gagal adalah  $PSI_M < PSI_T$ , kemampuan fungsional perkerasan jalan kategori gagal adalah  $PCI < 10$ , dan kemampuan struktur perkerasan jalan kategori gagal adalah  $SCI_M < 1$ , di mana

$$PSI_M = (0,30) \times (PSI_F) + (0,70) \times (PSI_S) ; 0 \leq PSI_M \leq 5$$

$$PSI_F = f(PCI) ; 0 \leq PSI_F \leq 5 ; 0 \leq PCI \leq 100$$

$$PSI_S = f(SCI_M) ; 0 \leq PSI_S \leq 5 ; 0 \leq SCI_M \leq 3$$

4. Berdasarkan preposisi, konsep dan operasionalisasi kegagalan diperoleh karakteristik kerusakan jalan kategori gagal (KKJKG) untuk JNnt dengan  $PSI_T = 2$  adalah:

- 1) K1-2:  $PCI \leq 100; SCI_M \leq 0,30$
- 2) K2-2:  $PCI \leq 100; SCI_M \leq 0,35$
- 3) K3-2:  $PCI \leq 90; SCI_M \leq 0,40$
- 4) K4-2:  $PCI \leq 75; SCI_M \leq 0,50$
- 5) K5-2:  $PCI \leq 70; SCI_M \leq 0,55$
- 6) K6-2:  $PCI \leq 55; SCI_M \leq 0,65$
- 7) K7-2:  $PCI \leq 50; SCI_M \leq 0,70$
- 8) K8-2:  $PCI \leq 40; SCI_M \leq 0,75$
- 9) K9-2:  $PCI \leq 35; SCI_M \leq 0,80$
- 10) K10-2:  $PCI \leq 30; SCI_M \leq 0,85$
- 11) K11-2:  $PCI \leq 20; SCI_M \leq 0,90$
- 12) K12-2:  $PCI \leq 15; SCI_M \leq 0,95$
- 13) K13-2:  $PCI \leq 5; SCI_M \leq 1,00$
- 14) K13-2:  $PCI \leq 5; SCI_M \leq 1,05$
- 15) K13-2:  $PCI = 0; SCI_M \leq 1,10$

dan KKJKG untuk JNnt dengan  $PSI_T = 2,5$  adalah:

- 1) K1-2,5:  $PCI \leq 100; SCI_M \leq 0,55$
- 2) K2-2,5:  $PCI \leq 90; SCI_M \leq 0,60$
- 3) K3-2,5:  $PCI \leq 80; SCI_M \leq 0,65$

- 4) K4-2,5:  $PCI \leq 70$ ;  $SCI_M \leq 0,70$
  - 5) K5-2,5:  $PCI \leq 60$ ;  $SCI_M \leq 0,75$
  - 6) K6-2,5:  $PCI \leq 50$ ;  $SCI_M \leq 0,80$
  - 7) K7-2,5:  $PCI \leq 40$ ;  $SCI_M \leq 0,85$
  - 8) K8-2,5:  $PCI \leq 30$ ;  $SCI_M \leq 0,90$
  - 9) K9-2,5:  $PCI \leq 15$ ;  $SCI_M \leq 0,95$
  - 10) K10-2,5:  $PCI \leq 5$ ;  $SCI_M \leq 1,00$
  - 11) K11-2,5:  $PCI \leq 5$ ;  $SCI_M \leq 1,10$
  - 12) K11-2,5:  $PCI = 0$ ;  $SCI_M \leq 1,15$
5. Tidak seluruhnya jalan dengan kondisi  $PCI < 10$  dapat dikategorikan gagal. Demikian juga halnya jalan dengan kondisi  $PCI > 10$  tidak seluruhnya tidak gagal. Keadaan tersebut menunjukkan bahwa dengan hanya mengandalkan variabel PCI untuk mengkategorikan perkerasan jalan gagal berpotensi bias.
  6. Rasa aman dan nyaman berkendara pada kondisi PCI antara 15 – 100 untuk kelas jalan dengan  $PSI_T = 2$  dan  $PSI_T = 2,50$  adalah sama. Artinya, meskipun kelas jalan berbeda akan tetapi aspek fungsionalnya (rasa aman dan nyaman berkendara) adalah sama. Namun, nilai  $SCI_M$  akan sangat berbeda pengaruhnya akibat perbedaan kelas jalan. Artinya, makin tinggi kelas jalan makin tinggi juga persyaratan struktur dalam menentukan kegagalan perkerasan jalan.
  7. Hasil pengujian menggunakan data lapangan menunjukkan bahwa konsep KKJKG memiliki determinasi ( $R^2$ ) sebesar 0,9180, artinya KKJKG yang dirumuskan mampu menggambarkan keadaan di lapangan perkerasan jalan yang gagal sebesar 91,80%. Uji validitas juga menunjukkan bahwa konsep KKJKG adalah valid karena dapat digunakan pada situasi dan kondisi perkerasan jalan yang berbeda.

## **6.2 Implikasi**

Hasil penelitian ini memiliki 2 implikasi, yaitu implikasi secara teoritis dan praktis.

### **6.2.1 Implikasi Teoritis**

Metode penentuan kemampuan layan perkerasan jalan ( $PSI_M$ ) pada penelitian ini dapat memberikan hasil penilaian yang lebih objektif dan komprehensif. Penilaian lebih objektif karena mampu menilai  $PSI_M$  perkerasan jalan berdasarkan unit pengelolaan dan memiliki tujuan minimum penanganan yang lebih pasti.  $PSI_M$  unit pengelolaan ditentukan menurut tindakan penanganan, misalnya  $PSI_M$  untuk perkerasan jalan yang baru dibangun,  $PSI_M$  untuk penanganan berkala,  $PSI_M$  untuk penanganan rehabilitasi/rekonstruksi. Sementara tujuan minimum penanganan adalah layanan terminal yang disepakati atau ditetapkan saat

merencanakan setiap jenis tindakan penanganan yang dinyatakan dalam layanan terminal  $PSI_T$ . Keberadaan  $PSI_T$  dapat mengatasi multi tafsir terkait kegagalan, yaitu ketidak berhasilan mencapai tujuan yang ditetapkan.

Penilaian disebut lebih komprehensif karena kemampuan perkerasan jalan  $PSI_M$  ditentukan secara terintegrasi antara kemampuan layan fungsional dengan indikator PCI dan kemampuan struktural dengan indikator  $SCI_M$  unit lapisan, yang sebelumnya ditentukan menggunakan indikator IRI untuk aspek fungsional dan indikator FWD untuk aspek struktur. Pada penelitian ini, untuk menggambarkan kerusakan permukaan jalan menggunakan indikator PCI dianggap lebih tepat dibandingkan indikator IRI, karena PCI lebih menggambarkan kondisi riil kerusakan permukaan jalan seperti retak-retak, lobang, alur, dan kerusakan permukaan lainnya, sementara IRI adalah gambaran tingkat kerataan permukaan jalan. Selain itu, penggunaan  $SCI_M$  dianggap lebih tepat dibandingkan FWD khususnya pada proses investigasi, sebab penggunaan  $SCI_M$  dapat mengevaluasi capaian target tiap lapisan struktur perkerasan jalan yang ditunjukkan oleh variabel kekuatan efektif dan kekuatan minimum, sementara FWD ataupun *Bankelman Beam* (BB-test) hanya menyajikan kemampuan dukung efektif perkerasan jalan saja tanpa memperlihatkan tingkat pencapaian terhadap target. Metode ini menjadi pembeda dengan metode evaluasi struktur perkerasan jalan yang sudah ada yang masih mengandalkan kemampuan struktur perkerasan jalan secara total (SNeF-total) menggunakan indikator lendutan total perkerasan jalan yang didapatkan dari alat uji *Bankalman Beam* (BB test) atau *falling weight deflectometer* (FWD). Selain implikasi yang disebutkan di atas, konstruksi berfikir kegagalan pada penelitian ini dapat digunakan sebagai referensi untuk membangun karakteristik kegagalan pada fasilitas bangunan lainnya.

### **6.2.2 Implikasi Praktis**

KKJKG dapat digunakan pihak pengelola jalan untuk meningkatkan kualitas sistem manajemen perkerasan jalan dalam hal menentukan jenis tindakan penanganan, lokasi penanganan, dan waktu penanganan yang lebih tepat, sehingga pengelolaan jalan lebih optimal. Sebagai contoh, jalan yang tergolong gagal secara umum akan lebih tepat jika direkonstruksi dan tidak akan optimal hasilnya jika kondisi tersebut ditangani dengan pemeliharaan, dan sebaliknya jalan yang direkonstruksi sebelum waktunya akan menimbulkan pemborosan.

KKJKG dapat digunakan sebagai instrument untuk menginisiasi penerapan UU No. 18/1999 dan PP No. 29/2000 sebagaimana telah dirubah dengan PP No. 59/2010 terkait kegagalan bangunan yang selama ini sangat sulit diterapkan karena belum jelas aturan operasionalnya, dan ukuran gagal yang ada ( $PCI < 10$ ) dianggap kurang komprehensif karena kegagalan hanya mempertimbangkan aspek fungsional atau kondisi permukaan perkerasan jalan. Apabila perkerasan jalan kategori gagal dapat digolongkan menjadi bagian dari kegagalan

bangunan sebagaimana diatur pada UU No. 18/1999 dan PP No. 29/2000 sebagaimana telah dirubah dengan PP No. 59/2010, maka para pihak harus bertanggungjawab terhadap kegagalan bangunan tersebut dalam bentuk ganti rugi.

### 6.3 Saran

Hasil penelitian ini memiliki beberapa keterbatasan oleh karena itu:

1. Karakteristik kerusakan jalan kategori gagal (KKJKG) yang terdiri dari 2 aspek, yaitu aspek fungsional dan struktur, dapat dikembangkan menjadi 3 aspek, yaitu aspek fungsional, struktur, dan aspek biaya perbaikan. Artinya, selain faktor ketidaknyamanan dan ketidakamanan berkendara serta daya dukung perkerasan jalan tidak memenuhi standar minimum yang disyaratkan, maka faktor kebutuhan biaya perbaikan yang sangat tinggi perlu dimasukkan sebagai aspek tambahan dalam membangun KKJKG.
2. Selain menggunakan metode konvensional, bobot fungsional ( $\alpha_1$ ) dan struktural ( $\alpha_2$ ) perkerasan jalan dapat dihitung menggunakan pendekatan perbandingan berpasangan seperti metode AHP (*Analitycal Hierarcy Process*), di mana pendapat responden diukur menggunakan skala tingkat kepentingannya. Kelebihan metode ini mampu menunjukkan tingkat konsistensi penilaian.
3.  $SCI_M$  yang digunakan pada penelitian ini diperoleh dari data SCI tertinggi di antara beberapa nilai  $SCI_M$  perkerasan jalan berdasarkan desain dan SCI setelah dioperasikan yang menghasilkan  $SCI_M$  maksimum = 1,43 (dibulatkan 1,50). Untuk itu,  $SCI_M$  maksimum perlu lebih disempurnakan dengan alasan SCI maksimum seharusnya didapatkan berdasarkan data-data rencana jalan yang pernah ada sebelum perkerasan jalan dioperasikan, artinya  $SCI_M$  maksimum tersebut belum terganggu oleh faktor beban dan waktu.
4. Pada penelitian ini, nilai koefisien kekuatan relatif efektif aspal ( $a_1$ ) diperoleh dengan menggunakan daftar koefisien kekuatan relatif aspal ( $a_1$ ) yang sudah tersedia, di mana nilai  $a_1$  ditentukan menggunakan metode reduksi berdasarkan tingkat kerusakan permukaan jalan. Untuk meningkatkan objektivitasnya nilai koefisien kekuatan relatif efektif aspal ( $a_1$ ) sebaiknya ditentukan melalui pengujian elastisitas aspal.
5. Jalan yang mengalami kerusakan prematur perlu segera diinvestigasi untuk memastikan apakah terjadi kegagalan atau tidak, sebab hasil penelitian menunjukkan bahwa kegagalan tidak hanya dapat terjadi pada kondisi  $PCI < 10$ , namun pada kondisi  $PCI > 10$  pun berpotensi terjadi kegagalan, bahkan jalan yang sangat mulus ( $PCI = 80-100$ ) memiliki peluang untuk gagal. Di samping itu, jalan dengan kondisi  $PCI < 10$  pun tidak selalu

dikategorikan gagal. Jadi untuk menghindari polemik dan perdebatan tentang gagal tidaknya suatu ruas jalan disarankan untuk melakukan investigasi mendalam dan komprehensif.

6. KKJKG memiliki keterbatasan, oleh karena itu KKJKG tidaklah serta merta menjadi bagian kegagalan bangunan sebagaimana yang dimaksudkan pada UU No. 18/1999 dan PP No. 59/2010. KKJKG dapat menjadi bagian kegagalan bangunan harus dengan pertimbangan waktu kejadian, sistem operasi dan pemeliharannya, dan kondisi alam. KKJKG yang menjadi bagian kegagalan bangunan adalah KKJKG yang terjadi dalam usia layan rencana dan tidak sedang mengalami bencana alam, sementara KKJKG yang terjadi di luar kondisi tersebut bukanlah bagian kegagalan bangunan.
7. KKJKG hasil penelitian ini lebih diutamakan penerapannya pada unit pengelolaan perkerasan jalan yang terakhir atau pada unit struktur perkerasan jalan yang berhubungan langsung dengan lapisan permukaan jalan karena pada kondisi tersebut kedua variable bebas ( $PCI$  dan  $SCI_M$ ) dapat ditemukan secara lengkap.
8. Dalam penerapan konsep kegagalan perkerasan jalan, beberapa hal penting yang perlu direkomendasikan, di antaranya:
  - Variabel  $SN_{req}$  dan  $PSI_T$  desain memegang peranan penting, oleh sebab itu dokumen desain perlu terjaga dalam bentuk bank data.
  - Operasi dan maintenance (O & M) perlu direncanakan secara terukur, misalnya kapan, di mana, dan jenis tindakan apa yang harus dilakukan, sehingga setiap tindakan penanganan jalan dapat terkendali dan tidak dilakukan secara sporadis.
  - Jika tindakan penanganan jalan yang diperlukan lebih dari yang direncanakan, maka investigasi kegagalan perlu dilakukan
9. Hingga saat ini masih sangat sulit menentukan penyebab kerusakan prematur pada perkerasan jalan. Oleh sebab itu, perlu penelitian lanjut untuk memastikan apakah kerusakan dan atau kegagalan tersebut akibat kelebihan beban (*overloading*), kualitas konstruksi, pemeliharaan, lingkungan, dan bencana alam (banjir dan gempa).