

BAB III

LANDASAN TEORI

3.1 Survei Kondisi Kerusakan Permukaan Perkerasan Jalan

Shahin (1994) dalam Hardiyatmo (2007) menyatakan bahwa “survei kondisi adalah survei yang dimaksudkan untuk menentukan kondisi perkerasan pada waktu tertentu. Tipe Survei semacam ini tidak mengevaluasi kekuatan perkerasan. Survei kondisi bertujuan untuk menunjukkan kondisi perkerasan pada waktu saat dilakukan survei”.

Hardiyatmo (2007) menyatakan bahwa klasifikasi jenis-jenis kerusakan pada perkerasan lentur secara umum adalah sebagai berikut .

1. Amblas (*deformation*)
2. Retak (*crack*)
3. Kerusakan tekstur permukaan (*surface defect*)
4. Kerusakan lubang, tambalan dan persilangan jalan rel
5. Kerusakan di pinggir perkerasan (*edge defect*)

3.1.1 Kerusakan Jalan Perkerasan Lentur

Berdasarkan pengamatan secara visual terhadap kondisi perkerasan jalan, maka beberapa jenis kerusakan perkerasan jalan yang mungkin dapat ditemukan pada lokasi penelitian ini adalah sebagai berikut.

1. Retak Memanjang (*Longitudinal Cracks*)

Kerusakan retak memanjang dapat terjadi dalam beberapa bentuk seperti, bentuk tunggal atau berderet sejajar, dan juga dapat dengan bentuk bercabang. Hardiyatmo (2007) menyebutkan bahwa faktor-faktor penyebab kerusakan retak memanjang (*longitudinal cracks*) adalah seperti berikut ini.

- a. Gerakan arah memanjang akibat kurangnya gesek internal dalam lapis pondasi (*base*) atau tanah dasar.
- b. Adanya perubahan volume tanah di dalam tanah dasar oleh gerakan vertikal.

- c. Penuruna tanah urug atau bergesernya lereng timbunan.
- d. Adanya penyusutan semen pengikat pada lapis pondasi atau tanah dasar.
- e. Kelelahan (*fatigue*) pada lintasan roda.
- f. Pengaruh tegangan termal (akibat perubahan suhu) atau kurangnya pemadatan.

Tingkat kerusakan perkerasan untuk hitungan *PCI*, identifikasi dan pemilihan perbaikannya ditunjukkan dalam Tabel 3.1.

Tabel 3.1 Tingkat Kerusakan Perkerasan Aspal, Identifikasi dan Pilihan Perbaikan Retak Memanjang (*Longitudinal Cracks*)

Tingkat Kerusakan	Identifikasi kerusakan	Pilihan untuk perbaikan
L	Satu dari kondisi berikut yang terjadi : 1. Retak tak terisi, lebar < 3/8 in. (10 mm) 2. Retak terisi sembarang lebar (pengisi kondisi bagus)	Belum perlu diperbaiki; pengisi retakan (<i>seal crack</i>) > 1/8 in
M	Satu dari kondisi berikut yang terjadi : 1. Retak tak terisi, lebar 3/8 in (10-76 mm) 2. Retak tak terisi, sembarang lebar sampai 3 in. (10- 76mm)dikelilingi retak acak ringan 3. Retak terisi, sembarang lebar 4. dikelilingi retak agak ringan	Penutupan retakan
H	Satu dari kondisi berikut yang terjadi : 1. Sembarang retak terisi atau tak terisi dikelilingi oleh retak acak, kerusakan sedang sampai tinggi 2. Retak tak terisi > 3 in. (76 mm) 3. Retak sembarang lebar, dengan beberapa inci di sekitar retakan, peach	Penutup retakan; penambalan kedalaman parsial

Sumber : Shahin (1994) dalam Hardiyatmo (2007)

2. Retak Melintang (*Transverse Cracks*)

Jenis kerusakan retak melintang adalah retakan tunggal yaitu tidak bersambung satu sama lain yang retak tersebut melintang perkerasan. Hardiyatmo (2007) menyebutkan bahwa faktor-faktor penyebab kerusakan retak melintang adalah seperti berikut ini.

- a. Penyusutan bahan pengikat pada lapis pondasi dan tanah dasar.
- b. Sambungan pelaksanaan atau retakan susut (akibat temperatur rendah atau pengerasan) aspal dalam permukaan.
- c. Kegagalan struktur lapis pondasi.
- d. Pengaruh tegangan termal (akibat perubahan suhu) atau kurangnya pemadatan.

Tingkat kerusakan perkerasan untuk hitungan *PCI*, identifikasi dan pemilihan perbaikannya ditunjukkan dalam Tabel 3.2.

Tabel 3.2 Tingkat Kerusakan Perkerasan Aspal, Identifikasi dan Pilihan Perbaikan Retak Melintang (*Transverse Cracks*)

Tingkat Kerusakan	Identifikasi kerusakan	Pilihan untuk perbaikan
L	Satu dari kondisi berikut yang terjadi : 1. Retak tak terisi, lebar < 3/8 in. (10 mm) 2. Retak terisi sembarang lebar (pengisi kondisi bagus)	Belum perlu diperbaiki; pengisi retakan (<i>seal crack</i>) > 1/8 in
M	Satu dari kondisi berikut yang terjadi : 1. Retak tak terisi, lebar 3/8 in (10-76 mm) 2. Retak tak terisi, sembarang lebar sampai 3 in. (10- 76mm) dikelilingi retak acak ringan 3. Retak terisi, sembarang lebar dikelilingi retak agak ringan	Penutupan retakan
H	Satu dari kondisi berikut yang terjadi : 1. Sembarang retak terisi atau tak terisi dikelilingi oleh retak acak, kerusakan sedang sampai tinggi 2. Retak tak terisi > 3 in. (76 mm) 3. Retak sembarang lebar, dengan beberapa inci di sekitar retakan, peach	Penutup retakan; penambalan kedalaman parsial

Sumber : Shahin (1994) dalam Hardiyatmo (2007)

3. Retak Kulit Buaya (*Alligator Cracks*)

Jenis kerusakan retak kulit buaya (*Alligator Cracks*) adalah suatu kerusakan retak yang berbentuk sebuah jaringan dengan bidang bersegi banyak yang berukuran kecil-kecil dan menyerupai bentuk kulit buaya, dengan lebar celah lebih besar atau sama dengan 3 mm. Hardiyatmo (2007) menyebutkan bahwa

faktor-faktor penyebab terjadinya kerusakan retak kulit buaya (*alligator cracks*) adalah seperti berikut ini.

- a. Defleksi berlebihan dari permukaan perkerasan.
- b. Gerakan satu atau lebih lapisan yang berada di bawah.
- c. Modulus dari material lapis pondasi rendah.
- d. Lapis pondasi atau lapir aus terlalu getas.
- e. Kelelahan (*fatigue*) dari permukaan.
- f. Pelapukan permukaan, tanah dasar atau bagian perkerasan di bawah lapis permukaan kurang stabil.
- g. Baha lapos pondasi keadaan jenuh air, karena air tanah naik.

Tingkat kerusakan perkerasan untuk hitungan *PCI*, identifikasi dan pemilihan perbaikannya ditunjukkan dalam Tabel 3.3.

Tabel 3.3 Tingkat Kerusakan Perkerasan Aspal, Identifikasi dan Pilihan Perbaikan Retak Kulit Buaya (*Alligator Cracks*)

Tingkat Kerusakan	Identifikasi kerusakan	Pilihan untuk perbaikan
L	Halus, retak rambut/halus memanjang sejajar satu dengan yang lain, dengan atau tanpa berhubungan satu sama lain. Retakan tidak mengalami gompal*	Belum perlu diperbaiki; penutup permukaan; lapisan tambahan (<i>overlay</i>)
M	Retak kulit buaya ringan terus berkembang ke dalam pola atau jaringan retakan yang diikuti gompal ringan	Penambahan parsial, atau di seluruh kedalaman; lapisan tambahan, rekonstruksi
H	Jaringan dan pola retak telah berlanjut, sehingga pecahan-pecahan dapat diketahui dengan mudah, dan terjadi gompal di pinggir. Beberapa pecahan mengalami <i>rocking</i> akibat lalu lintas	Penambalan parsial atau di seluruh kedalaman; lapisan tambahan rekonstruksi

*Retak gompal adalah pecahan material di sepanjang sisi retakan

Sumber : Shahin (1994) dalam Hardiyatmo (2007)

4. Retak Pinggir (*Edge Cracking*)

Jenis kerusakan retak pinggir adalah kerusakan retak yang biasanya terjadi sejajar dengan pinggir perkerasan. Kerusakan retak pinggir berjarak sekitar 0,3 meter – 0,6 meter dari pinggir perkerasan. Hardiyatmo (2007) menyebutkan bahwa faktor-faktor terjadinya retak pinggir adalah seperti berikut ini.

- a. Kurangnya dukungan dari arah lateral (dari bahu jalan).
- b. Drainase kurang baik.

- c. Kembang susut tanah di sekitarnya.
- d. Bahu jalan turun terhadap permukaan perkerasan.
- e. *Seal coat* lemah, adhesi permukaan ke lapis pondasi (*base*) hilang.
- f. Konsentrasi lalu lintas berat di dekat pinggir perkerasan
- g. Adanya pohon-pohon besar di dekat pinggir perkerasan

Tingkat kerusakan perkerasan untuk hitungan *PCI*, identifikasi dan pemilihan perbaikannya ditunjukkan dalam Tabel 3.4.

Tabel 3.4 Tingkat Kerusakan Perkerasan Aspal, Identifikasi dan Pilihan Perbaikan Retak Pinggir (*Edge Cracking*)

Tingkat Kerusakan	Identifikasi Kerusakan	Pilihan Untuk Perbaikan
L	Retak sedikit sampai sedang tanpa pecahan atau butiran lepas	Belum perlu diperbaiki; penutupan retak untuk retakan > 1/8 in. (3mm)
M	Retak sedang dengan beberapa pecahan dan butiran lepas	Penutup retak; penambalan parsial
H	Banyak pecahan atau butiran lepas sepanjang tepi perkerasan	Penambalan parsial

Sumber : Shahin (1994) dalam Hardiyatmo (2007)

5. Pelapukan dan Butiran Lepas (*Weathering and Raveling*)

Jenis kerusakan pelapukan dan butiran lepas merupakan terjadinya disintegrasi (hilangnya keutuhan) dari permukaan perkerasan aspal melalui pelepasan partikel agregat yang berkelanjutan, dimulai dari permukaan perkerasan menuju ke bawah atau dimulai dari pinggir ke dalam. Hardiyatmo (2007) menyebutkan bahwa faktor-faktor penyebab kerusakan pelapukan dan butiran lepas adalah seperti berikut ini.

- a. Campuran material aspal lapis permukaan kurang baik.
- b. Melemahnya bahan pengikat dan/atau butiran.
- c. Pemadatan kurang baik, karena dilakukan pada musim hujan.
- d. Agregat mudah menyerap air.

Tingkat kerusakan perkerasan untuk hitungan *PCI*, identifikasi dan pemilihan perbaikannya ditunjukkan dalam Tabel 3.5.

Tabel 3.5 Tingkat Kerusakan Perkerasan Aspal, Identifikasi dan Pilihan Perbaikan Pelapukan Dan Butiran Lepas (*Weathering And Raveling*)

Tingkat Kerusakan	Identifikasi Kerusakan	Pilihan Untuk Perbaikan
L	Agregat atau bahan pengikat mulai lepas. Di beberapa tempat, permukaan mulai berlubang. Jika ada tumpahan oli; genangan oli dapat terlihat, tapi permukaannya keras, tidak dapat ditembus mata uang logam	Belum perlu diperbaiki; penutup permukaan; perawatan permukaan.
M*	Agregat atau pengikat telah terlepas. Tekstur permukaan agak kasar dan berlubang. Jika ada tumpahan oli permukaannya lunak, dan dapat ditembus mata uang logam	Penutup permukaan; perawatan permukaan; lapisan tambahan.
H*	Agregat atau pengikat telah banyak lepas. Tekstur permukaan sangat kasar dan mengakibatkan banyak lubang. Diameter lubang <4 in (100 mm) dan kedalaman lubang >1/2 in (13 mm). Luas lubang lebih besar dari ukuran ini, dihitung sebagai kerusakan lubang (<i>pothole</i>). Jika ada tumpahan oli permukaannya lunak, pengikat aspal telah hilang ikatannya sehingga agregat menjadi longgar	Penutup permukaan; lapisan tambahan; recycle; rekonstruksi.

Sumber : Shahin (1994) dalam Hardiyatmo (2007)

6. Benjol dan turunan (*Bump and Sags*)

Jenis kerusakan benjol adalah gerakan ke atas atau perpindahan ke atas, yang bersifat lokal dan kecil, dari permukaan perkerasan aspal, sedangkan turunan merupakan gerakan ke bawah, yang juga berukuran kecil dari permukaan perkerasan. Hardiyatmo (2007) menyebutkan bahwa faktor-faktor penyebab kerusakan benjol dan turunan (*Bump and Sags*) adalah seperti berikut ini.

- a. Tekukan atau penggembungan dari perkerasan pelat beton di bagian bawah yang diberi lapis tambahan (*overlay*) dengan aspal.
- b. Kenaikan oleh pembekuan es (lensa-lensa es).
- c. Infiltrasi dan penumpukan material dalam retakan yang diikuti dengan pengaruh beban lalu-lintas.

Tingkat kerusakan perkerasan untuk hitungan PCI, identifikasi dan pemilihan perbaikannya ditunjukkan dalam Tabel 3.6.

Tabel 3.6 Tingkat Kerusakan Perkerasan Aspal, Identifikasi dan Pilihan Perbaikan Benjol dan Turunan (*Bump And Sags*)

Tingkat Kerusakan	Identifikasi kerusakan	Pilihan untuk perbaikan
L	Benjol dan melengkung mengakibatkan sedikit gangguan kenyamanan kendaraan	Belum perlu diperbaiki
M	Benjol dan melengkung agak banyak mengganggu kenyamanan kendaraan	<i>Cold mill</i> ; penambalan dangkal, parsial atau di seluruh kedalaman
H	Benjol dan melengkung mengakibatkan banyak gangguan kenyamanan kendaraan	<i>Cold mill</i> ; penambalan dangkal, paraisal atau seluruh kedalaman; lapisan tambahan

Sumber : Shahin (1994) dalam Hardiyatmo (2007)

7. Lubang (*Potholes*)

Jenis kerusakan lubang (*potholes*) adalah terjadinya lekukan pada permukaan perkerasan yang diakibatkan oleh hilangnya lapisan aus dan material lapis pondasi. Hardiyatmo (2007) menyebutkan bahwa faktor-faktor penyebab terjadinya kerusakan lubang (*potholes*) adalah seperti berikut ini.

- Campuran material lapis permukaan yang kurang baik.
- Air masuk ke dalam lapis pondasi lewat retakan di permukaan perkerasan yang tidak segera ditutup.
- Beban lalu-lintas yang mengakibatkan disintegrasi lapis pondasi.
- Tercabutnya aspal pada lapisan aus akibat melekat pada ban kendaraan.

Tingkat kerusakan perkerasan untuk hitungan *PCI*, identifikasi dan pemilihan perbaikannya ditunjukkan dalam Tabel 3.7.

Tabel 3.7 Tingkat Kerusakan Perkerasan Aspal, Identifikasi dan Pilihan Perbaikan Lubang (*Potholes*)

Kedalaman Maksimum	Diameter rata-rata		
	4 – 8 in (102 – 203 mm)	8 – 18 in (203 – 457 mm)	18 – 30 in (457 – 762 mm)
½ - 1 in (12,7 – 25,4 mm)	L	L	M
>1 – 2 in (25,4 – 50,8 mm)	L	M	H
>2 in (>50,8 mm)	M	M	H
L : Belum perlu diperbaiki; penambalan parsial atau diseluruh kedalaman			
M : Penambalan paraisal atau di seluruh kedalaman			
H : Penambalan di seluruh kedalaman			

Sumber : Shahin (1994) dalam Hardiyatmo (2007)

8. Tambalan (*Patch*)

Jenis kerusakan tambalan (*patch*) berupa penutupan bagian perkerasan yang mengalami perbaikan. Hardiyatmo (2007) menyebutkan bahwa faktor-faktor penyebab jenis kerusakan tambalan adalah seperti berikut ini.

- a. Amblesnya tambalan umumnya diakibatkan oleh kurangnya pemadatan material urugan lapis pondasi (*base*) atau tambalan material aspal.
- b. Cara pemasangan material bawah yang buruk.
- c. Kegagalan dari perkerasan di bawah tambalan dan sekitarnya.

Tingkat kerusakan perkerasan untuk hitungan *PCI*, identifikasi dan pemilihan perbaikannya ditunjukkan dalam Tabel 3.8.

Tabel 3.8 Tingkat Kerusakan Perkerasan Aspal, Identifikasi dan Pilihan Perbaikan Tambalan (Patch)

Tingkat kerusakan	Identifikasi kerusakan	Pilihan untuk perbaikan
L	Tambalan dalam kondisi baik dan memuaskan. Kenyamanan dinilai terganggu sedikit atau lebih baik	Belum perlu diperbaiki
M	Tambalan sedikit rusak dan/atau kenyamanan agak terganggu	Belum perlu diperbaiki; tambalan dibongkar
H	Tambalan sangat rusak dan/atau kenyamanan kendaraan sangat terganggu	Tambalan dibongkar

Sumber : Shahin (1994) dalam Hardiyatmo (2007)

3.2 Kondisi Perkerasan Metode *PCI*

Untuk mengetahui nilai kondisi suatu perkerasan dengan metode *PCI* dilakukan dengan mencari beberapa hal sebagai berikut.

3.2.1 Kerapatan (*Density*)

Kerapatan atau *Density* merupakan persentase luas atau panjang total dari suatu jenis kerusakan terhadap luas atau panjang total bagian jalan yang diukur.

Rumus mencari nilai *density*

$$Density = \frac{Ad}{As} \times 100\% \quad (3.1)$$

Atau

$$Density = \frac{Ld}{As} \times 100\% \quad (3.2)$$

dengan pengertian sebagai berikut.

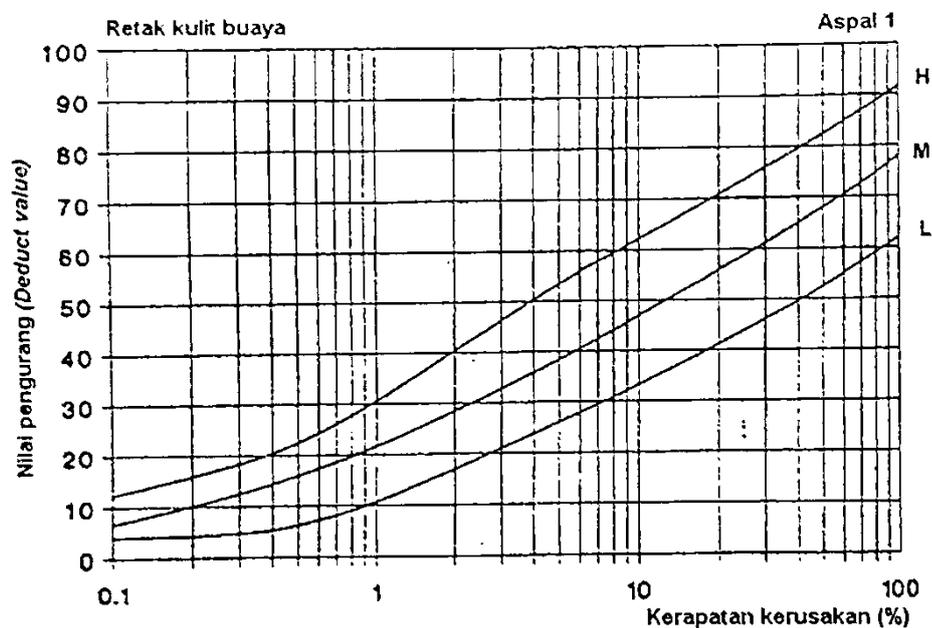
A_d = Luas total jenis kerusakan untuk tiap tingkat kerusakan (m^2)

L_d = Panjang total jenis kerusakan untuk tiap tingkat kerusakan

A_s = Luas total unit segmen

3.2.2 Nilai Pengurang (*Deduct Value, DV*)

Hardiyatmo (2007) menyatakan “*Deduct value* adalah nilai pengurangan untuk setiap jenis kerusakan yang diperoleh berdasarkan kurva hubungan antara kerapatan (*density*) dan tingkat keparahan (*severity level*)”.



Gambar 3.1 Kurva Nilai Pengurang (*Deduct Value*) Untuk Retak Kulit Buaya pada Jalan dengan Perkerasan Beton Aspal

(Sumber : Shahin, 1994 dalam Hardiyatmo, 2007)

3.2.3 Nilai Pengurangan Total (*Total Deduct Value, TDV*)

Hardiyatmo (2007) menyatakan “*total deduct value* adalah jumlah total dari nilai pengurang (*deduct value*) pada suatu unit sampel”.

$$TDV = \sum DV \quad (3.3)$$

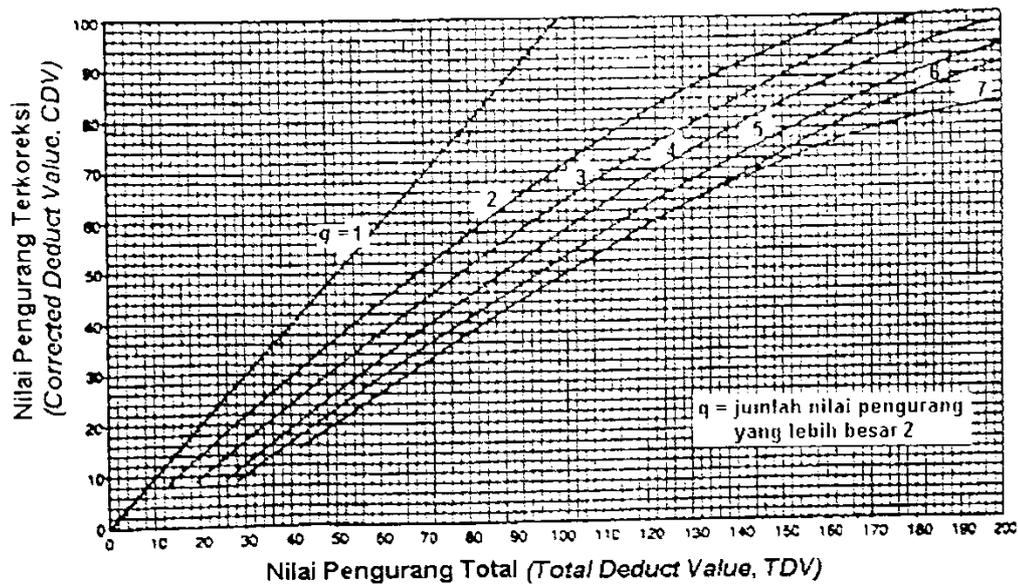
dengan pengertian sebagai berikut.

TDV = Nilai *total deduct value*

$\sum DV$ = Jumlah *deduct value* pada 1 segmen

3.2.4 Nilai Pengurangan Terkoreksi (*Corrected Deduct Value, CDV*)

Hardiyatmo (2007) menyatakan “*corrected deduct value* merupakan total nilai pengurang terkoreksi yang diperoleh dari kurva hubungan antara nilai pengurang total (*TDV*) dan nilai pengurang (*DV*)”.



Gambar 3.2 Kurva Koreksi Nilai Pengurang (*Corrected Deduct Value*) untuk Perkerasan Jalan dengan Permukaan Aspal

(Sumber : Shahin, 1994 dalam Hardiyatmo, 2007)

3.2.5 Nilai *Pavement Condition Index (PCI)*

Jika nilai *Corrected Deduct Value (CDV)* diketahui, nilai *PCI* untuk tiap unit dapat diketahui menggunakan rumus sebagai berikut.

$$PCI(s) = 100 - CDV \quad (3.4)$$

dengan pengertian sebagai berikut.

$PCI(s)$ = *Pavement Condition Index* tiap unit

CDV = *Corrected Deduct Value* untuk tiap unit

Unituk nilai *PCI* secara keseluruhan :

$$PCI = \frac{\sum PCI(s)}{N} \quad (3.5)$$

dengan pengertian sebagai berikut.

PCI = Nilai *PCI* perkerasan keseluruhan

$PCI(s)$ = Nilai PCI untuk tiap unit

N = Jumlah unit

3.2.6 Tingkat Kerusakan

Tingkat kerusakan yang digunakan dalam perhitungan PCI (*pavement condition index*) adalah *low severity level* (L), *medium severity level* (M), dan *high severity level* (H).

3.2.7 Klasifikasi Kualitas Perkerasan

Dari nilai PCI masing-masing unit penelitian dapat diketahui kualitas lapis perkerasan unit segmen tersebut, yaitu sempurna (*excellent*), sangat baik (*very good*), baik (*good*), sedang (*fair*), jelek (*poor*), sangat jelek (*very poor*), dan gagal (*failed*).



Gambar 3.3 Hubungan Nilai PCI dan Kondisi

(Sumber : FFA, 1982 dalam Hardiyatmo, 2007)

3.3 Kondisi Perkerasan Metode Lendutan (*Benkelman Beam*)

Pedoman Pd T-05-2005-B (2005) metode lendutan merupakan metode penelitian yang pada pelaksanaannya menggunakan suatu alat uji lendutan (*benkelman beam*) untuk mengukur besar lendutan balik dan lendutan langsung

pada perkerasan yang menggambarkan kekuatan dari kondisi struktur perkerasan pada suatu ruas jalan.

3.3.1 Faktor-Faktor yang Mempengaruhi Data yang Diperoleh

Dalam pelaksanaan pengujian lendutan terdapat beberapa faktor yang akan mempengaruhi hasil lendutan yang diperoleh, diantaranya adalah sebagai berikut.

1. Beban pengujian
2. Temperatur
3. Pengaruh Musim

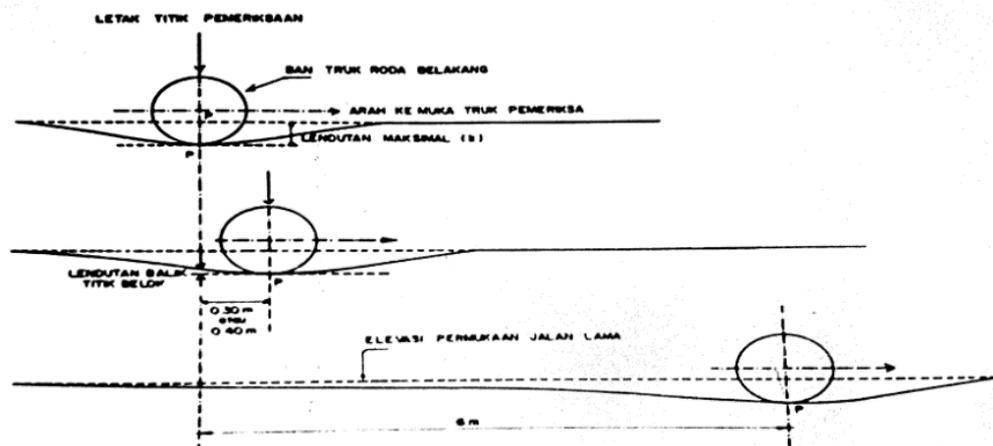
3.3.2 Analisa Perhitungan Nilai Lendutan Balik

Perhitungan nilai lendutan balik mengacu pada pedoman Pd T-05-2005-B. Berikut adalah perhitungan-perhitungan yang digunakan untuk mendapatkan hasil nilai lendutan balik.

1. Lendutan balik

Besarnya lendutan balik dapat dihitung dengan Persamaan 3.6 dan dapat dilihat ilustrasi pada gambar 3.4 sebagai berikut.

$$d_B = 2 \times (d_3 - d_1) \times F_t \times C_a \times F_{K_{B-BB}} \quad (3.6)$$



Gambar 3.4 Hubungan Lendutan dan Pembacaan Dial

(Sumber : Bina Marga, 1983)

dengan pengertian sebagai berikut.

d_B = Lendutan balik (mm)

d_1 = Lendutan pada saat beban tepat pada titik pengukuran

d_3 = Lendutan pada saat beban jarak 6 meter dari titik pengukuran

F_t = Faktor penyesuaian terhadap temperatur standar 35°C , dalam menentukan faktor penyesuaian terhadap temperatur (F_t) untuk tebal lapis beraspal (H_L) lebih kecil dari 10 cm dapat menggunakan Persamaan 3.7 sedangkan untuk tebal lapis beraspal (H_L) lebih besar sama dengan 10 cm dapat menggunakan Persamaan 3.8, atau dapat pula dengan menggunakan kurva pada Gambar 3.5.

$$F_t = 4,184 \times T_L^{-0,4025} \quad (3.7)$$

$$F_t = 14,785 \times T_L^{-0,7573} \quad (3.8)$$

T_L = Temperatur lapis beraspal, diperoleh dari pengukuran atau dapat pula diprediksi dengan menggunakan Persamaan 3.9.

$$T_L = 1/3(T_p + T_t + T_b) \quad (3.9)$$

T_p = Temperatur perkerasan

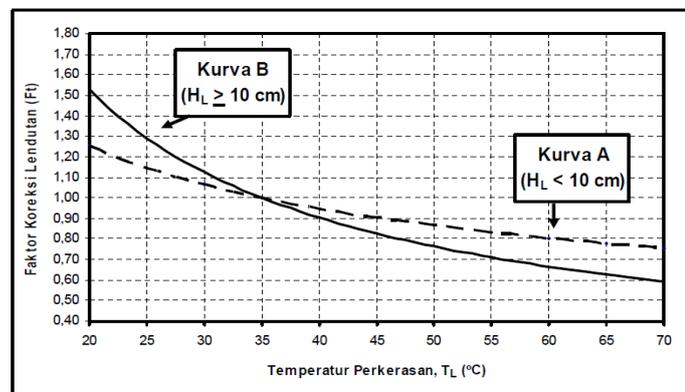
T_t = Temperatur tengah lapis beraspal, dapat pula dilihat pada Tabel 3.9

T_b = Temperatur bawah lapis beraspal, dapat pula dilihat pada Tabel 3.23

C_a = Faktor pengaruh muka air tanah (faktor musim), 1,2 untuk musim kemarau atau muka air tanah rendah, dan 0,9 untuk musim hujan atau muka air tinggi

FK_{B-BB} = Faktor koreksi beban uji lendutan (*Benkelman Beam*), dalam menentukan faktor koreksi beban uji lendutan dapat menggunakan Persamaan 3.10.

$$77,343 \times (\text{Beban Uji dalam ton})^{(-2,0715)} \quad (3.10)$$



Gambar 3.5 Faktor Temperatur Lendutan Terhadap Temperatur Standar (F_t)

(Sumber : Pedoman Pd T-05-2005-B, 2005)

Tabel 3.9 Temperatur Tengah (Tt) dan Bawah (Tb) Lapis Berspal Berdasarkan Data Temperatur Udara (Tu) dan Temperatur Permukaan (Tp)

T _u + T _p (°C)	Temperatur lapis berspal (°C) pada kedalaman					
	2,5 cm	5,0 cm	10 cm	15 cm	20 cm	30 cm
45	26,8	25,6	22,8	21,9	20,8	20,1
46	27,4	26,2	23,3	22,4	21,3	20,6
47	28,0	26,7	23,8	22,9	21,7	21,0
48	28,6	27,3	24,3	23,4	22,2	21,5
49	29,2	27,8	24,7	23,8	22,7	21,9
50	29,8	28,4	25,2	24,3	23,1	22,4
51	30,4	28,9	25,7	24,8	23,6	22,8
52	30,9	29,5	26,2	25,3	24,0	23,3
53	31,5	30,0	26,7	25,7	24,5	23,7
54	32,1	30,6	27,1	26,2	25,0	24,2
55	32,7	31,2	27,6	26,7	25,4	24,6
56	33,3	31,7	28,1	27,2	25,9	25,1
57	33,9	32,3	28,6	27,6	26,3	25,5
58	34,5	32,8	29,1	28,1	26,8	26,0
59	35,1	33,4	29,6	28,6	27,2	26,4
60	35,7	33,9	30,0	29,1	27,7	26,9
61	36,3	34,5	30,5	29,5	28,2	27,3
62	36,9	35,1	31,0	30,0	28,6	27,8
63	37,5	35,6	31,5	30,5	29,1	28,2
64	38,1	36,2	32,0	31,0	29,5	28,7
65	38,7	36,7	32,5	31,4	30,0	29,1
66	39,3	37,3	32,9	31,9	30,5	29,6
67	39,9	37,8	33,4	32,4	30,9	30,0
68	40,5	38,4	33,9	32,9	31,4	30,5
69	41,1	39,0	34,4	33,3	31,8	30,9
70	41,7	39,5	34,9	33,8	32,3	31,4
71	42,2	40,1	35,4	34,3	32,8	31,8
72	42,8	40,6	35,8	34,8	33,2	32,3
73	43,4	41,2	36,3	35,2	33,7	32,8
74	44,0	41,7	36,8	35,7	34,1	33,2
75	44,6	42,3	37,3	36,2	34,6	33,7
76	45,2	42,9	37,8	36,7	35,0	34,1
77	45,8	43,4	38,3	37,1	35,5	34,6
78	46,4	44,0	38,7	37,6	36,0	35,0
79	47,0	44,5	39,2	38,1	36,4	35,5
80	47,6	45,1	39,7	38,6	36,9	35,9
81	48,2	45,6	40,2	39,0	37,3	36,4
82	48,8	46,2	40,7	39,5	37,8	36,8
83	49,4	46,8	41,2	40,0	38,3	37,3
84	50,0	47,3	41,6	40,5	38,7	37,7
85	50,6	47,9	42,1	40,9	39,2	38,2

Sumber : Pedoman Pd T-05-2005-B (2005)

2. Keseragaman lendutan

Pada perhitungan lapis tambah dapat dilakukan untuk setiap titik pengujian, namun dapat juga dilakukan berdasarkan panjang segmen pengujian. Apabila perhitungan lapis tambah dilakukan berdasarkan panjang segmen pengujian maka harus diperhitungkan keseragaman lendutan yang terjadi pada perkerasan tersebut. Untuk menentukan faktor keseragaman lendutan dapat menggunakan Persamaan 3.11 sebagai berikut.

$$FK = \frac{s}{dR} \times 100\% < FK \text{ ijin} \quad (3.11)$$

dengan pengertian sebagai berikut.

FK = faktor keseragaman

FK ijin = faktor keseragaman yang diijinkan

= 0% - 10% ; keseragaman sangat baik

= 11% - 20% ; keseragaman baik

= 21% - 30% ; keseragaman cukup baik

dR = Lendutan rata-rata pada suatu seksi jalan

$$= \frac{\sum d}{n} \quad (3.12)$$

S = deviasi standar = simpangan baku

$$= \sqrt{\frac{n(\sum d^2) - (\sum d)^2}{n(n-1)}} \quad (3.13)$$

d = nilai lendutan balik d_B atau lendutan langsung d_L tiap titik pengujian

n = jumlah titik pengujian

3. Lendutan Wakil dan Lendutan Rencana

Untuk menentukan besarnya lendutan yang mewakili suatu seksi jalan dapat digunakan Persamaan 3.14, 3.15, dan 3.16 sebagai berikut seduai dengan kelas jalan.

$$D \text{ wakil} = dR + 2 s ; \text{ untuk jalan arteri/tol (tingkat kepercayaan 98\%)} \quad (3.14)$$

$$D \text{ wakil} = dR + 1,64 s ; \text{ untuk jalan kolektor (tingkat kepercayaan 95\%)} \quad (3.15)$$

$$D \text{ wakil} = dR + 1,28 s ; \text{ untuk jalan lokal (tingkat kepercayaan 90\%)} \quad (3.16)$$

dengan pengertian sebagai berikut.

D wakil = lendutan yang mewakili suatu seksi jalan

dR = lendutan rata-rata pada suatu seksi jalan sesuai dengan Persamaan 3.12

s = deviasi standar sesuai Persamaan 3.13

Untuk menentukan besarnya lendutan rencana atau lendutan ijin dapat menggunakan Persamaan 3.13 sebagai berikut.

$$D \text{ rencana} = 22,208 \times \text{CESA}^{-0,2307} \quad (3.17)$$

dengan pengertian sebagai berikut.

D rencana = lendutan rencana, dalam satuan milimeter

CESA = akumulasi ekivalen beban sumbu standar, dalam satuan ESA

3.3.3 Perencanaan Tebal Lapis Tambah Berdasarkan Metode Lendutan

Metode lendutan dapat digunakan untuk merencanakan tebal lapis tambah (*overlay*) pada ruas jalan yang diteliti. Berikut adalah perhitungan-perhitungan yang digunakan untuk mendapatkan hasil tebal lapis tambah yang diperlukan :

1. Faktor koreksi tebal lapis tambah (Fo)

Tabal lapis tambah diperoleh berdasarkan temperatur standar 35⁰C, maka dengan demikian untuk penelitian di setiap daerah diperlukan faktor koreksi temperatur karena memiliki temperatur rata-rata tahunan (TPRT) yang berbeda-beda. Sebagai contoh data temperatur tahunan untuk beberapa kota dapat dilihat pada Tabel 3.10, sedangkan untuk mencari faktor koreksi tebal lapis tambah (Fo) dapat menggunakan Persamaan 3.18 sebagai berikut.

$$F_o = 0,5032 \times \text{EXP}^{(0,0194 \times \text{TPRT})} \quad (3.18)$$

dengan pengertian sebagai berikut.

Fo = faktor koreksi tebal lapis tambah

TPRT = temperatur rata-rata tahunan

Tabel 3.10 Temperatur Rata-Rata Tahunan Provinsi DIY

Propinsi DI Yogyakarta		
1	Keb.Hortikultura Ngipiksari (Yogyakarta)	31,1
2	Lanuma Adi Sucipto (Yogyakarta)	35,5
3	Univ.Pert.Ilmua Tanah Ugm (Yogyakarta)	35,5
4	Wonocatur Upn Veteran (Yogyakarta)	36,1
5	Gn.Kidul Playen	36,9

Sumber : Pedoman Pd T-05-2005-B (2005)

2. Faktor koreksi tabal lapis tambah penyesuaian (FK_{TBL})

Faktor koreksi ini berdasarkan jenis bahan dan nilai modulus resilien. Untuk menentukan faktor koreksi tabal lapis tambah penyesuaian (FK_{TBL}) dapat menggunakan Tabel 3.11 atau dengan menggunakan Persamaan 3.19 sebagai berikut :

$$FK_{TBL} = 12,51 \times M_R^{-0,333} \quad (3.19)$$

dengan pengertian sebagai berikut.

FK_{TBL} = faktor koreksi tabal lapis tambah penyesuaian

M_R = modulus resilien

Tabel 3.11 Tabal Lapis Tambah Penyesuaian (FK_{TBL})

Jenis Lapisan	Modulus Resilien, M_R (MPA)	Stabilitas Marshall (Kg)	FK_{TBL}
Laston Modifikasi	3000	Min.1000	0,85
Laston	2000	Min. 800	1,00
Lataston	1000	Min. 800	1,23

Sumber : Pedoman Pd T-05-2005-B (2005)

3. Tebal lapis tambah (H_o) dan tebal lapis tambah terkoreksi (H_t)
4. Untuk menentukan tebal lapis tambah (H_o) dapat menggunakan Persamaan 3.15, sedangkan untuk menentukan tebal lapis tambah terkoreksi dapat dengan menggunakan Persamaan 3.20 sebagai berikut.

$$H_o = \frac{[\ln(1,0364) + \ln(D \text{ wakil}) - \ln(D \text{ rencana})]}{0,0597} \quad (3.20)$$

dengan pengertian sebagai berikut.

H_o = tebal lapis tambah sebelum dikoreksi

$D \text{ wakil}$ = lendutan sebelum lapis tambah

$D \text{ rencana}$ = lendutan rencana setelah lapis tambah

$$H_t = H_o \times F_o \quad (3.21)$$

dengan pengertian sebagai berikut.

H_t = tebal lapis tambah/overlay laston setelah dikoreksi dengan temperatur tahunan rata-rata pada daerah tertentu

H_o = tebal lapis tambah sebelum dikoreksi

F_o = faktor koreksi tabal lapis tambah

Jika jenis bahan yang digunakan bukan laston maka atau tidak sesuai dengan ketentuan di atas maka tebal lapis tambahan harus dikoreksi dengan faktor tebal lapis tambah penyesuaian (FK_{TBL}) sesuai dengan Persamaan 3.19 dan kemudian menghitung tebal terkoreksi dengan Persamaan 3.22 sebagai berikut.

$$H_t \text{ jenis campuran lain} = H_t \times FK_{TBL} \quad (3.22)$$

dengan pengertian sebagai berikut.

$H_t \text{ jenis campuran lain}$ = tebal lapis tambah dengan jenis campuran lain

H_t = tebal lapis tambah/overlay laston setelah dikoreksi dengan temperatur tahunan rata-rata pada daerah tertentu

FK_{TBL} = faktor koreksi tabal lapis tambah penyesuaian

3.4 Metode Analisa Komponen 1987

Metode Analisa Komponen 1987 adalah sebuah metode perencanaan untuk menentukan tebal perkerasan lentur yang dibutuhkan untuk suatu jalan. Perkerasan lentur yang dimaksud dalam metode analisa komponen ini adalah perkerasan yang umumnya menggunakan bahan campuran beraspal sebagai lapis permukaan dan bahan berbutir sebagai lapisan di bawahnya.

Beberapa faktor yang mempengaruhi perhitungan tebal lapis perkerasan lentur jalan menurut metode analisa komponen 1987 adalah sebagai berikut.

3.4.1 Koefisien Distribusi (C)

Koefisien Distribusi (C) kendaraan untuk kendaraan ringan dan berat yang melewati jalur rencana akan ditentukan berdasarkan Tabel 3.12.

Tabel 3.12 Koefisien Distribusi Kendaraan (C)

Jumlah Lajur	Kendaraan Ringan		Kendaraan Berat	
	1 arah	2 arah	1 arah	2 arah
1 lajur	1,00	1,00	1,00	1,000
2 lajur	0,60	0,50	0,70	0,500
3 lajur	0,40	0,40	0,50	0,475
4 lajur	-	0,30	-	0,450
5 lajur	-	0,25	-	0,450
6 lajur	-	0,20	-	0,400

Sumber : Petunjuk Perencanaan Tebal Perkerasan Lentur Jalan Raya dengan Metode Analisa Komponen (1987)

3.4.2 Angka Ekivalensi (E)

Angka Ekivalen (E) masing-masing golongan beban sumbu (setiap kendaraan) dapat ditentukan dengan Persamaan 3.23, 3.24, 3.25, dan 3.26.

$$\text{Angka ekivalen STRT} = \left[\frac{\text{beban sumbu (ton)}}{5,40} \right]^4 \quad 3.23$$

$$\text{Angka ekivalen STRG} = \left[\frac{\text{beban sumbu (ton)}}{8,16} \right]^4 \quad 3.24$$

$$\text{Angka ekivalen SDRG} = \left[\frac{\text{beban sumbu (ton)}}{13,76} \right]^4 \quad 3.25$$

$$\text{Angka ekivalen STrRG} = \left[\frac{\text{beban sumbu (ton)}}{18,45} \right]^4 \quad 3.26$$

3.4.3 Lintas Ekivalen

Lintas ekivalen adalah repetisi beban yang dinyatakan dalam lintas sumbu standar yang diterima oleh konstruksi jalan terhadap jumlah lalu lintas harian rata-rata (LHR).

1. Lintas Ekivalen Permulaan (LEP)

Lintas Ekivalen Permulaan (LEP) adalah besarnya lintas ekivalen pada saat jalan tersebut dibuka atau pada awal umur rencana.

LEP dihitung dengan Persamaan seperti berikut ini.

$$LEP = \sum_{j=1}^n LHR_j \times C_j \times E_j \quad 3.27$$

dengan pengertian sebagai berikut.

LHR = Lalu lintas harian rata-rata

C = Koefisien distribusi kendaraan

E = Angka Ekuivalen

2. Lintas Ekuivalen Akhir (LEA)

Lintas Ekuivalen Akhir (LEA) adalah besarnya lintas ekuivalen pada saat jalan tersebut membutuhkan perbaikan atau pada akhir umur rencana.

LEA dihitung dengan Persamaan seperti berikut ini.

$$LEA = \sum_{j=1}^n LHR_j (1 + i)^{UR} \times C_j \times E_j \quad 3.28$$

dengan pengertian sebagai berikut.

LHR = Lalu lintas harian rata-rata

C = Koefisien distribusi kendaraan

E = Angka Ekuivalen

I = tingkat pertumbuhan lalu lintas

UR = umur rencana

3. Lintas Ekuivalen Tengah (LET)

LET dihitung dengan Persamaan seperti berikut ini.

$$LET = \frac{1}{2} [LEP + LEA] \quad 3.29$$

dengan pengertian sebagai berikut.

LEP = Lintas ekuivalen permulaan

LEA = Lintas ekuivalen akhir

4. Lintas Ekuivalen Rencana (LER)

Lintas Ekuivalen Rencana (LER) adalah jumlah lintasan ekuivalen yang akan melintasi jalan selama masa pelayanan dari awal jalan dibuka hingga akhir umur rencana.

LER dihitung dengan Persamaan seperti berikut ini.

$$LER = LET \times \frac{UR}{10} \quad 3.30$$

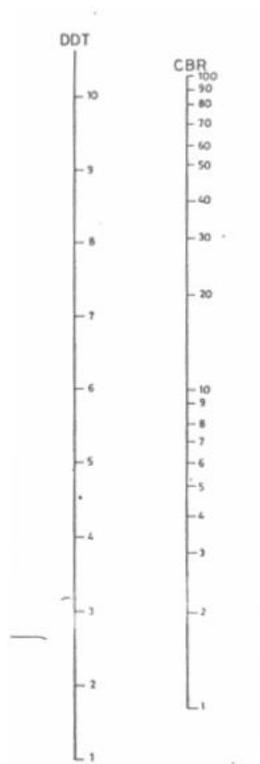
dengan pengertian sebagai berikut.

LET = Lintas ekivalen tengah

UR = Umur rencana

3.4.4 Daya Dukung Tanah (DDT)

Daya dukung tanah (DDT) yang dimaksud adalah kekuatan tanag dasar (subgrade) dalam menerima beban yang bekerja padanya. Daya dukung tanah (DDT) ditetapkan berdasarkan grafik korelasi antara DDT dan *CBR* seperti pada Gambar 3.6.



Gambar 3.6 korelasi DDT dan CBR

(Sumber : Petunjuk Perencanaan Tebal Perkerasan Lentur Jalan Raya dengan Metode Analisa Komponen, 1987)

Menentukan daya dukung tanah (DDT) juga dapat menggunakan Persamaan seperti berikut ini.

$$DDT = 4,3 \text{ Log } CBR \times 1,7 \quad 3.31$$

dengan pengertian sebagai berikut.

CBR = Nilai *california bearing ratio*

3.4.5 Faktor Regional (FR)

Faktor Regional (FR) merupakan keadaan lapangan yang mencakup permeabilitas, perlengkapan drainase, bentuk alinyemen serta persentase kendaraan dengan berat 13 ton, dan kendaraan yang berhenti, sedangkan keadaan iklim mencakup curah hujan rata-rata per tahun.

Menentukan Faktor Regional (FR) dapat menggunakan Tabel 3.13 seperti berikut ini.

Tabel 3.13 Faktor Regional (FR)

	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 > 900 mm/th	1,5	2,0 – 2,5	2,0	2,5 – 3,0	2,5	3,0 – 3,5

Sumber : Petunjuk Perencanaan Tebal Perkerasan Lentur Jalan Raya dengan Metode Analisa Komponen (1987)

3.4.6 Indeks Permukaan pada Akhir Umur Rencana (IP)

Indeks permukaan pada akhir umur rencana (IP) menyatakan nilai kerataan/kehalusan serta kekokohan permukaan yang bertalian dengan tingkat pelayanan bagi lalu lintas yang lewat. Dalam menentukan indeks permukaan (IP) pada akhir umur rencana dapat dilihat berdasarkan Tabel 3.14 seperti berikut ini.

Tabel 3.14 Indeks Permukaan Pada Akhir Umur Rencana (IP)

LER = Lintas Ekivalen Rencana	Klasifikasi Jalan			
	Lokal	Kolektor	Arteri	Tol
<10	1,0 – 1,5	1,5	1,5 – 2,0	-
10 – 100	1,5	1,5 – 2,0	2,0	-
100 – 1000	1,5 – 2,0	2,0	2,0 – 2,5	-
>1000	-	2,0 – 2,5	2,5	2,5

Sumber : Petunjuk Perencanaan Tebal Perkerasan Lentur Jalan Raya dengan Metode Analisa Komponen (1987)

3.4.7 Indeks Permukaan pada Awal Umur Rencana (IPo)

Dalam menentukan indeks permukaan pada awal umur rencana (IPo) perlu diperhatikan jenis lapis permukaan jalan seperti pada Tabel 3.15 berikut ini.

Tabel 3.15 Indeks Permukaan pada Awal Umur Rencana (IPo)

Jenis Permukaan	IPo	Roughness (mm/km)
LASTON	≥ 4	≤ 1000
	3,9 – 3,5	> 1000
LASBUTANG	3,9 – 3,5	≤ 2000
	3,4 – 3,0	> 2000
HRA	3,9 – 3,5	≤ 2000
	3,4 – 3,0	> 2000
BURDA	3,9 – 3,5	< 2000
BIRTU	3,4 – 3,0	< 2000
LAPEN	3,4 – 3,0	≤ 3000
	2,9 – 2,5	> 3000
LATASBUM	2,9 – 2,5	
BURAS	2,9 – 2,5	
LATASIR	2,9 – 2,5	
JALAN TANAH	≤ 24	
JALAN KERIKIL	≤ 24	

Sumber : Petunjuk Perencanaan Tebal Perkerasan Lentur Jalan Raya dengan Metode Analisa Komponen (1987)

3.4.8 Koefisien Kekuatan Relatif (a)

Dalam menentukan koefisien kekuatan relatif (a) dapat ditentukan sesuai Tabel 3.16 seperti berikut ini.

Tabel 3.16 Koefisien Kekuatan Relatif (a)

Koefisien Kekuatan Relatif			Kekuatan Bahan			Jenis Bahan
A1	A2	A3	Ms (kg)	Kt(kg/cm)	CBR	
0,40	-	-	744	-	-	Laston
0,35	-	-	590	-	-	
0,35	-	-	454	-	-	
0,30	-	-	340	-	-	
0,35	-	-	744	-	-	Lasbutang
0,31	-	-	590	-	-	

Sumber : Petunjuk Perencanaan Tebal Perkerasan Lentur Jalan Raya dengan Metode Analisa Komponen (1987)

Lanjutan Tabel 3.16 Koefisien Kekuatan Relatif (a)

Koefisien Kekuatan Relatif			Kekuatan Bahan			Jenis Bahan
A1	A2	A3	Ms (kg)	Kt(kg/cm)	CBR	
0,28	-	-	454	-	-	Lasbutang
0,26	-	-	340	-	-	
0,30	-	-	340	-	-	HRA
0,26	-	-	340	-	-	Aspal Macadam
0,25	-	-	-	-	-	Lapen (mekanis)
0,20	-	-	-	-	-	Lapen (manual)
-	0,28	-	590	-	-	Laston Atas
-	0,26	-	454	-	-	
-	0,24	-	340	-	-	
-	0,23	-	-	-	-	Lapen (mekanis)
-	0,19	-	-	-	-	Lapen (manual)
-	0,15	-	-	22	-	Stab. Tanah dasar dengan semen
-	0,13	-	-	18	-	
-	0,15	-	-	22	-	Stab. Tanah dasar dengan kapur
-	0,13	-	-	18	-	
-	0,14	-	-	-	100	Batu pecah (kelas A)
-	0,13	-	-	-	80	Batu pecah (kelas B)
-	0,12	-	-	-	60	Batu Pecah (kelas C)
-	-	0,13	-	-	70	Sirtu/pitrun (kelas A)
-	-	0,12	-	-	50	Sirtu/pitrun (kelas B)
-	-	0,11	-	-	30	Sirtu/pitrun (kelas C)
-	-	0,10	-	-	20	Tanah/lempung kepasiran

Sumber : Petunjuk Perencanaan Tebal Perkerasan Lentur Jalan Raya dengan Metode Analisa Komponen (1987)

3.4.9 Nilai Kondisi Perkerasan Jalan

Nilai kondisi perkerasan dapat dilihat sesuai dengan Tabel 3.17 berikut.

Tabel 3.17 Nilai Kondisi Perkerasan

Lapis Perkerasan	Persentase (%)
Lapis permukaan	
Umumnya tidak retak, hanya sedikit deformasi pada jalur roda.	90 – 100%
Terlihat retak halus, sedikit deformasi pada jalur roda namun masih tetap stabil	70 – 90%
Retak sedang, beberapa deformasi pada jalur roda, pada dasarnya masih menunjukkan kestabilan.	50 – 70%
Retak banyak, demikian juga deformasi pada jalur roda, menunjukkan gejala ketidakstabilan	30 – 50%

Sumber : Petunjuk Perencanaan Tebal Perkerasan Lentur Jalan Raya dengan Metode Analisa Komponen (1987)

Lanjutan Tabel 3.17 Nilai Kondisi Perkerasan

Lapis Perkerasan	Persentase (%)
Lapis Pondasi	
a. Pondasi Aspal Beton atau Penetrasi Macadam	
Umumnya tidak retak	90 – 100%
Terlihat retak halus, namun masih tetap stabil	70 – 90%
Retak sedang, pada dasarnya masih menunjukkan kestabilan	50 – 70%
Retak banyak, menunjukkan gejala ketidakstabilan	30 – 50%
b. Stabilisasi Tanah dengan Semen atau Kapur	
Indek Plastisitas (PI) ≤ 10	70 – 100%
c. Pondasi Macadam atau Batu Pecah	
Indek Plastisitas (PI) ≤ 6	80 – 100%
Lapis Pondasi Bawah	
Indeks Plastisitas (PI) ≤ 6	90 – 100%
Indeks Plastisitas (PI) > 6	70 – 90%

Sumber : Petunjuk Perencanaan Tebal Perkerasan Lentur Jalan Raya dengan Metode Analisa Komponen (1987)

Perhirungan perencanaan metode analisa komponen didasarkan pada kekuatan relatif masing-masing lapisan perkerasan jangka panjang, dimana penentuan tebal lapis perkerasan dinyatakan oleh indeks tebal perkerasan (ITP) sesuai Persamaan 3.32 seperti berikut ini.

$$ITP = a_1D_1 + a_2D_2 + a_3D_3 \quad 3.32$$

dengan pengertian sebagai berikut.

- a₁ = koefisien kekuatan relatif permukaan
- d₁ = tebal lapis permukaan
- a₂ = koefisien kekuatan relatif lapis pondasi atas
- d₂ = tebal lapis pondasi atas
- a₃ = koefisien kekuatan relatif lapis pondasi bawah
- d₃ = tebal lapis pondasi bawah

3.5 Faktor-Faktor Penyebab Kerusakan

Dengan menggunakan metode *PCI* selain digunakan sebagai evaluasi untuk mengidentifikasi jenis kerusakan dan menentukan nilai indek perkerasan dapat pula

untuk menentukan faktor penyebab kerusakan berdasarkan jenis kerusakan yang terjadi. Sehingga dengan demikian dapat pula ditentukan persentase penyebab kerusakan pada suatu ruas jalan. Jenis-jenis kerusakan berdasarkan penyebabnya dapat dilihat pada Tabel 3.18.

Tabel 3.18 Jenis-Jenis Kerusakan dan Penyebab Kerusakan

No	Jenis kerusakan	Penyebab
1	Retak kulit buaya	<i>Load</i>
2	Kegemukan	<i>Other</i>
3	Retak blok	<i>Climate</i>
4	Benjolan dan turun	<i>Other</i>
5	Bergelombang	<i>Other</i>
6	Ambles	<i>Other</i>
7	Retak pinggir	<i>Load</i>
8	Retak sambungan	<i>Climate</i>
9	Jalur/bahu turun	<i>Other</i>
10	Retak memanjang dan melintang	<i>Climate</i>
11	Tambalan dan galian utilitas	<i>Other</i>
12	Agregat licin	<i>Other</i>
13	Lubang	<i>Load</i>
14	Persilangan jalan rell	<i>Other</i>
15	Alur	<i>Load</i>
16	Sungkur	<i>Load</i>
17	Retak slip	<i>Other</i>
18	Mengembang	<i>Other</i>
19	Pelapukan dan buturan lepas	<i>Climate</i>

Sumber : Shahin (1994)

Menentukan persentase penyebab kerusakan menggunakan nilai *deduct value* (DV) berdasarkan analisis yang telah dilakukan menggunakan metode *PCI*. Setelah nilai *deduct value* (DV) pada setiap jenis kerusakan pada suatu ruas jalan dicari dan diketahui hasilnya maka selanjutnya dihitung persentasinya berdasarkan *total deduct value* pada segmen tersebut, kemudian dijumlahkan sesuai dengan kriteria penyebab kerusakan. Untuk memperjelas cara perhitungan persentase penyebab kerusakan berdasarkan jenis kerusakan yang terjadi pada suatu ruas jalan dapat dilihat pada Persamaan 3.33, 3.34, 3.35, dan 3.36.

$$DV (\%) = \frac{DV}{TDV} \times 100 \quad (3.33)$$

$$akibat\ beban\ (\%) = \sum DV\ (\%) \text{ kerusakan akibat beban} \quad (3.34)$$

$$akibat\ cuaca\ (\%) = \sum DV\ (\%) \text{ kerusakan akibat iklim} \quad (3.35)$$

$$akibat\ lainnya\ (\%) = \sum DV\ (\%) \text{ kerusakan akibat lainnya} \quad (3.36)$$

dengan pengertian sebagai berikut.

DV = deduct value

TDV = total deduct value

3.6 Penanganan Kerusakan Jalan

Penanganan kerusakan jalan adalah upaya untuk memperbaiki tingkat pelayanan jalan agar menjadi lebih baik dan mendekati kondisi awal. Dalam penanganan kerusakan jalan beberapa perbaikan perkerasan lentur yang dapat dilakukan adalah meliputi pekerjaan-pekerjaan seperti, penutupan retakan, perawatan permukaan, penambalan permukaan, dan lapis tambahan (*overlay*)

Setelah didapatkan nilai kondisi jalan yang menggambarkan kerusakan perkerasan suatu jalan, maka nilai kondisi jalan tersebut akan memberikan indikator dari tipe dan tingkat besarnya pekerjaan perbaikan yang akan dilaksanakan. Hardiyatmo (2007) menjelaskan masing-masing cara pemeliharaan perkerasan lentur adalah sebagai berikut ini.

3.6.1 Penutupan Retakan

Penutupan retakan merupakan proses pembersihan serta penutupan, atau penutupan kembali retakan dalam permukaan aspal. Penutupan retakan ini dimaksudkan untuk dua alasan pokok seperti berikut.

1. Untuk mencegah intrusi (penerobosan) material keras kedalam retakan.
2. Untuk mencegah intrusi (perembesan) air ke dalam lapisan di bawah lapisan perkerasan.

Perbaikan untuk kerusakan jalan dengan penutupan retakan secara individual meliputi retak memanjang, retak melintang, retak diagonal, retak reflektif, retak sambungan pelaksanaan, pelebaran retakan dan retak pinggir. Untuk retakan yang telah mengalami gompal (*Spalling*) membutuhkan perbaikan dengan penambalan.

3.6.2 Perawatan Permukaan

Seal coat untuk perawatan permukaan dapat digunakan untuk memperbaiki beberapa kerusakan jalan misalnya seperti retakan kecil dengan area yang luas, pelapukan atau butiran lepas, *stripping*, agregat licin, area yang tersegregasi, retak blok, dan dapat juga digunakan untuk perbaikan sementara pada retak kulit buaya jika kerusakan tersebut tidak sampai pada pondasi perkerasan.

3.6.3 Penambalan

Perbaikan jalan dengan penambalan dapat digunakan untuk memperbaiki beberapa jenis kerusakan misalnya adalah seperti retak kulit buaya, lubang, tambalan, kerusakan akibat pengembangan tanah dasar, keriting, sungkur, amblas, retak, dan alur. Penambalan diseluruh kedalaman dapat digunakan untuk melakukan perbaikan permanen, sedangkan penambalan di kulit permukaan cukup untuk digunakan sebagai penambalan sementara.

3.6.4 Lapis Tambah Perkerasan (*Overlay*)

Lapisan tambahan pada perkerasan lentur dapat dibedakan menjadi lapis tambahan struktural dan lapis tambahan fungsional. Pada lapis tambahan struktural dilakukan untuk meyakinkan kapasitas dukung perkerasan yang cukup tinggi. Sedangkan lapis tambahan fungsional dilakukan untuk memperbaiki kondisi kerusakan permukaan yang secara struktural perkerasan tersebut masih dalam keadaan cukup baik untuk melayani beban kendaraan.