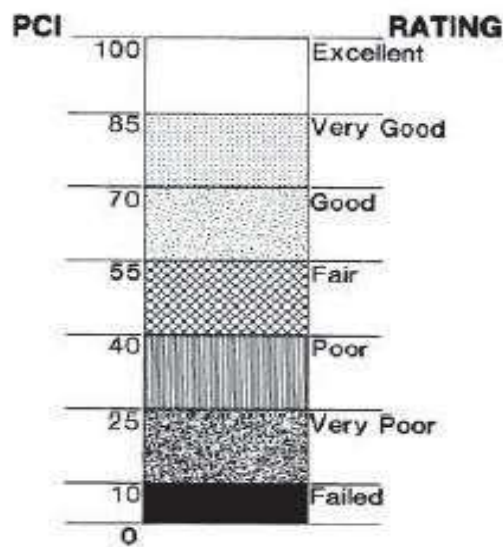


BAB III

LANDASAN TEORI

3.1. Penentuan Kerusakan Jalan

Salah satu metode yang dapat digunakan untuk menentukan jenis dan tingkat kerusakan jalan adalah metode *Pavement Condition Index* (PCI). Menurut Shahin (1994), PCI merupakan salah satu sistem penilaian yang digunakan sebagai acuan dalam menentukan kondisi perkerasan jalan berdasarkan jenis dan tingkat kerusakan dalam usaha pemeliharaan jalan. Sistem penilaian PCI memiliki rentang nilai dari 0 (nol) sampai 100 (seratus) dengan kriteria sempurna (*excellent*), sangat baik (*very good*), baik (*good*), sedang (*fair*), buruk (*poor*), sangat buruk (*very poor*), dan gagal (*failed*). Penilaian kondisi perkerasan sangat diperlukan untuk menentukan nilai *Pavement Condition Index* (PCI).



Sumber : Shahin (1994)

Gambar 3.1. Diagram Nilai PCI

Parameter-parameter yang digunakan dalam menentukan penilaian kondisi perkerasan antara lain:

3.1.1. *Density* (Kadar Kerusakan)

Density atau kadar kerusakan merupakan presentase kerusakan terhadap luasan suatu unit segmen yang diukur per meter persegi atau per meter panjang. Masing-masing tingkat kerusakan mempunyai nilai *density* yang berbeda-beda. Rumus untuk menentukan nilai *density* yaitu:

$$Density = \frac{Ad}{As} \times 100\% \quad (3-1)$$

Atau

$$Density = \frac{Ld}{As} \times 100\% \quad (3-2)$$

Keterangan:

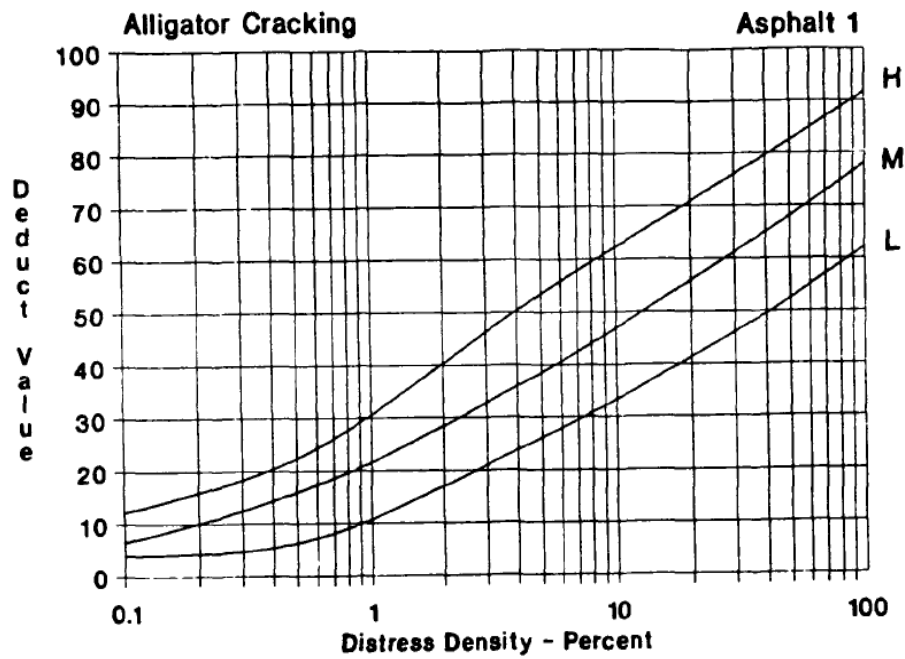
Ad : Luas total jenis kerusakan untuk tiap tingkat kerusakan (m²)

Ld : Panjang total jenis kerusakan untuk tiap tingkat kerusakan (m)

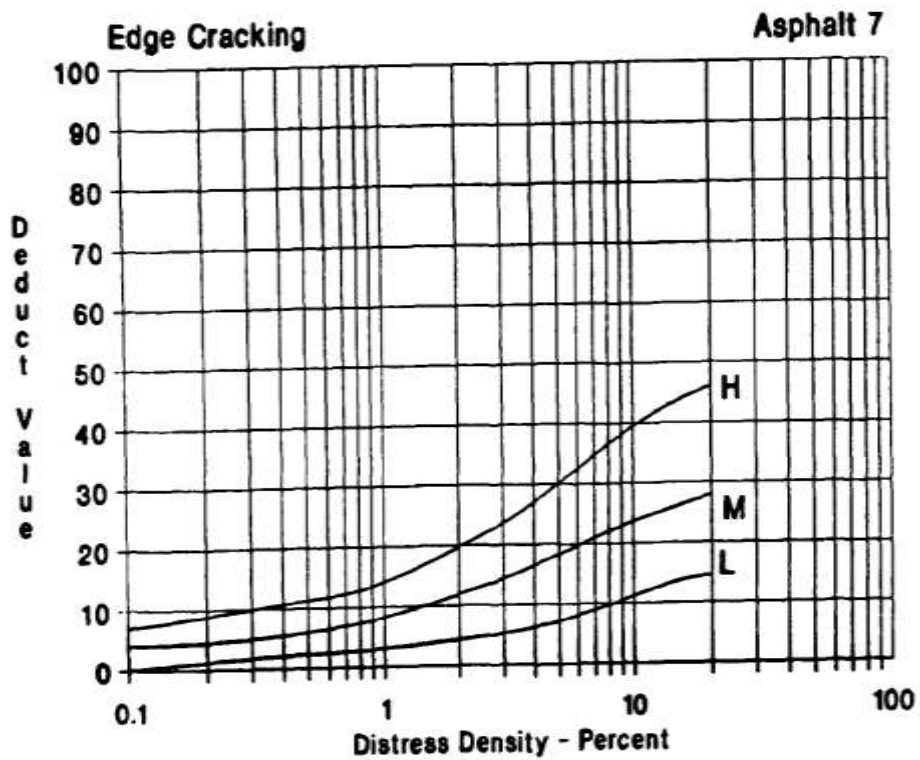
As : Luas total unit segmen (m²)

3.1.2. *Deduct Value* (Nilai Pengurangan)

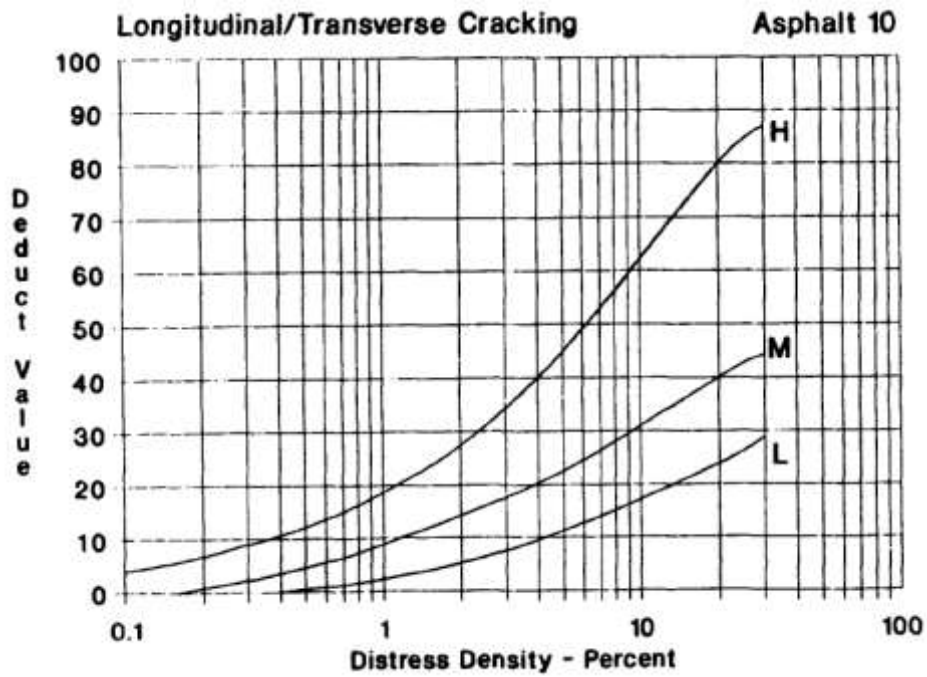
Deduct Value merupakan nilai pengurangan yang diperoleh dari kurva hubungan berdasarkan nilai *density* dan *deduct value* untuk masing-masing jenis kerusakan. *Deduct Value* dibedakan atas tingkat kerusakan untuk masing-masing jenis kerusakan, grafik berbagai kerusakan tersebut dapat dilihat pada Gambar 3.2 hingga 3.10 di bawah ini.



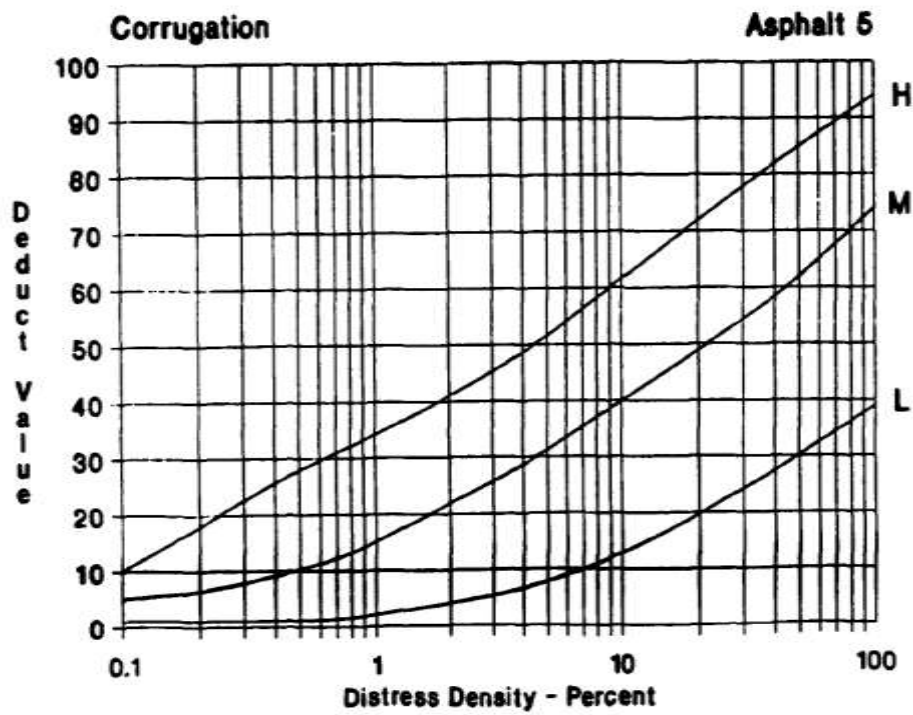
Gambar 3.2. Grafik Deduct Value Retak Kulit Buaya (*Alligator Cracking*)



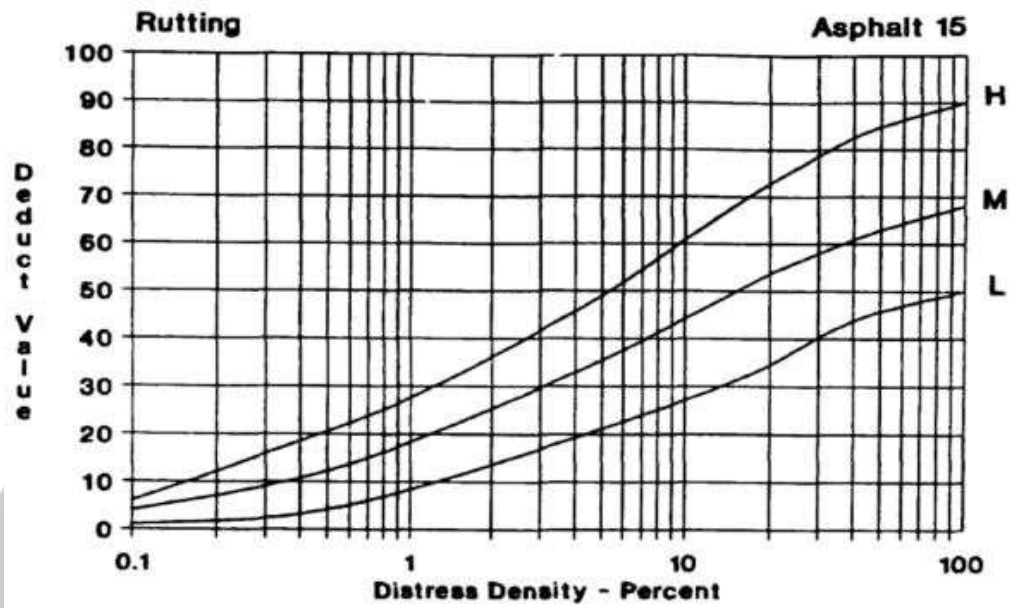
Gambar 3.3. Grafik Deduct Value Cacat Tepi Permukaan (*Edge Cracking*)



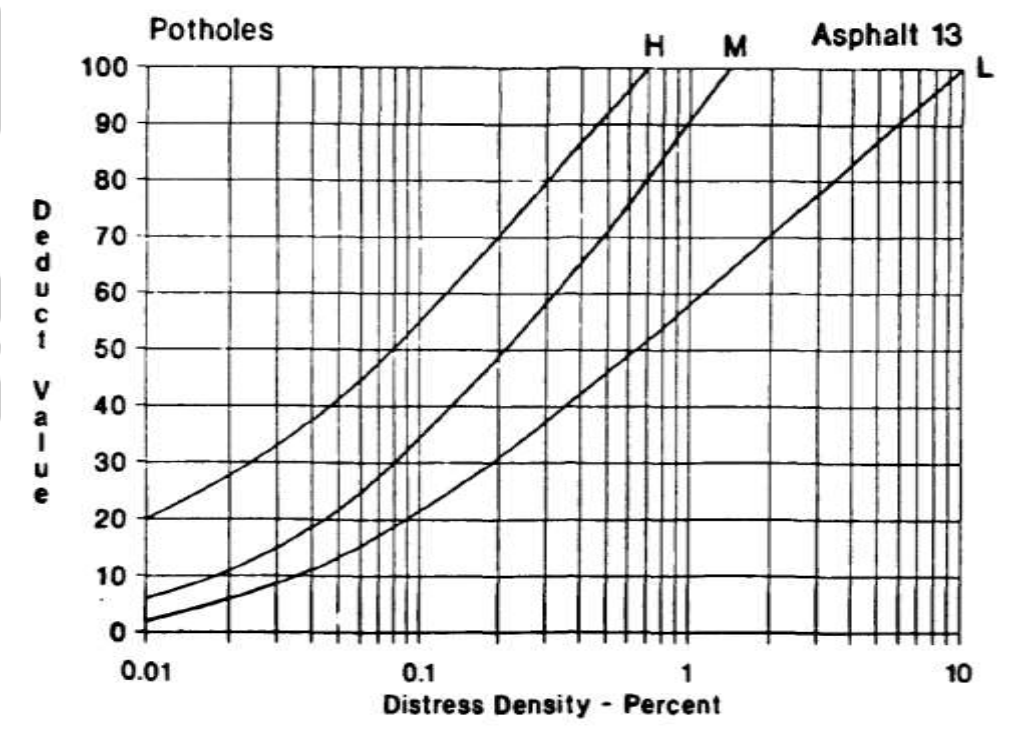
Gambar 3.4. Grafik Deduct Value Retak Memanjang (*Longitudinal Cracking*)



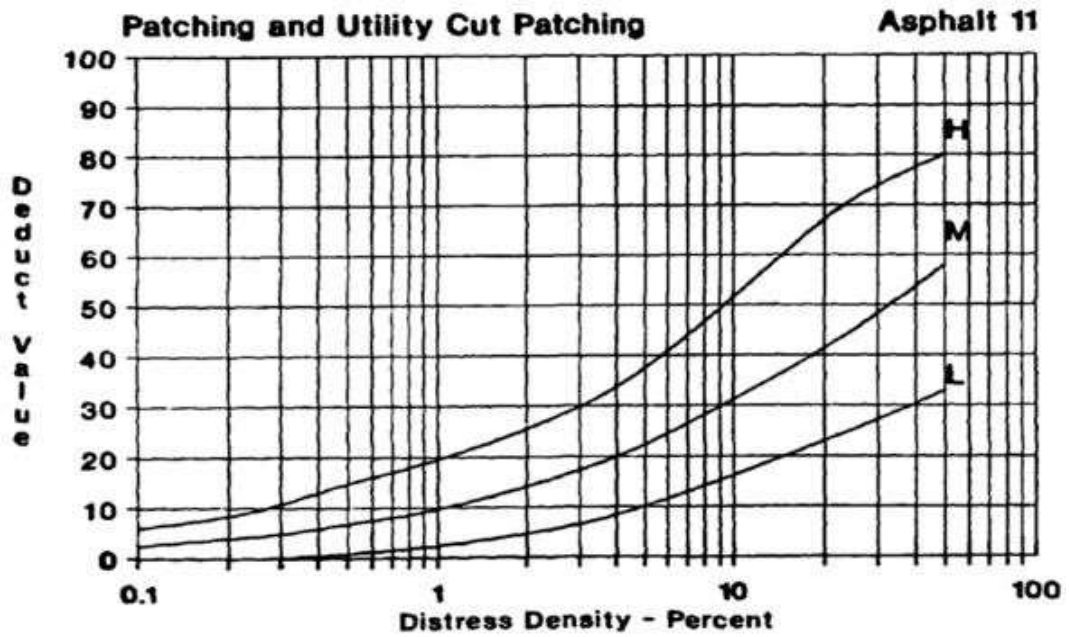
Gambar 3.5. Grafik *Deduct Value* Keriting atau Bergelombang (*Corrugation*)



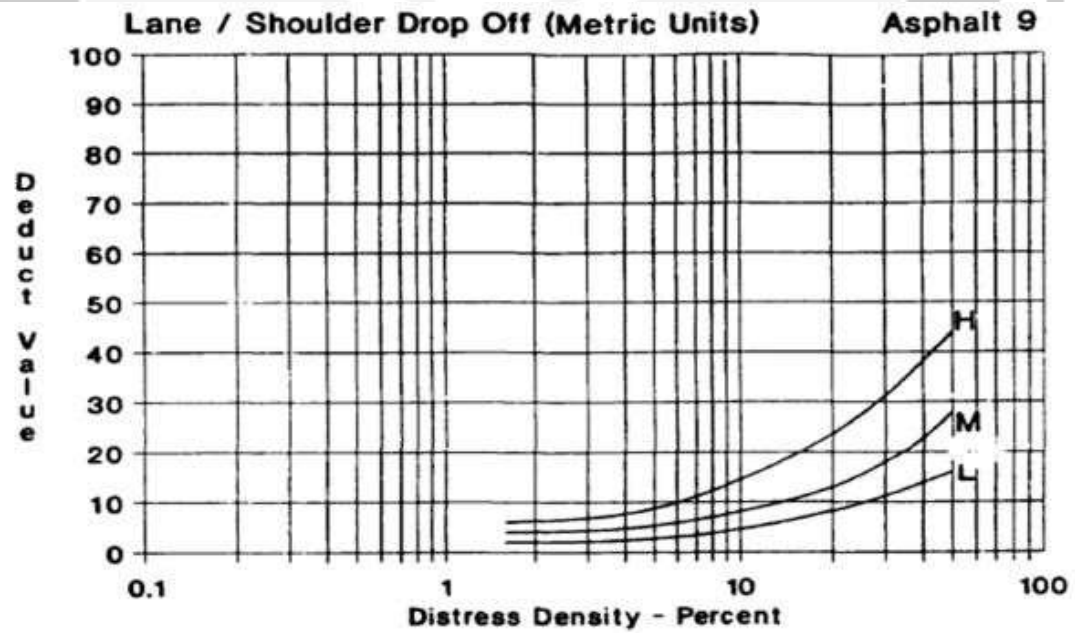
Gambar 3.6. Grafik *Deduct Value* Alur (*Rutting*)



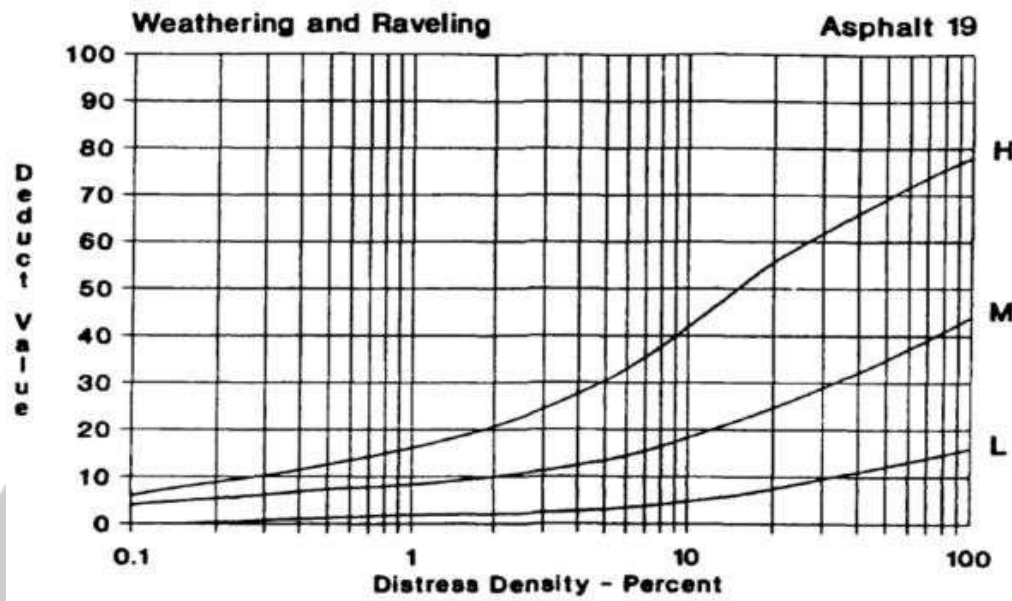
Gambar 3.7. Grafik *Deduct Value* Lubang (*Potholes*)



Gambar 3.8. Grafik *Deduct Value* Tambalan (*Patching*)



Gambar 3.9. Grafik *Deduct Value* Penurunan Bahu Jalan (*Lane*)



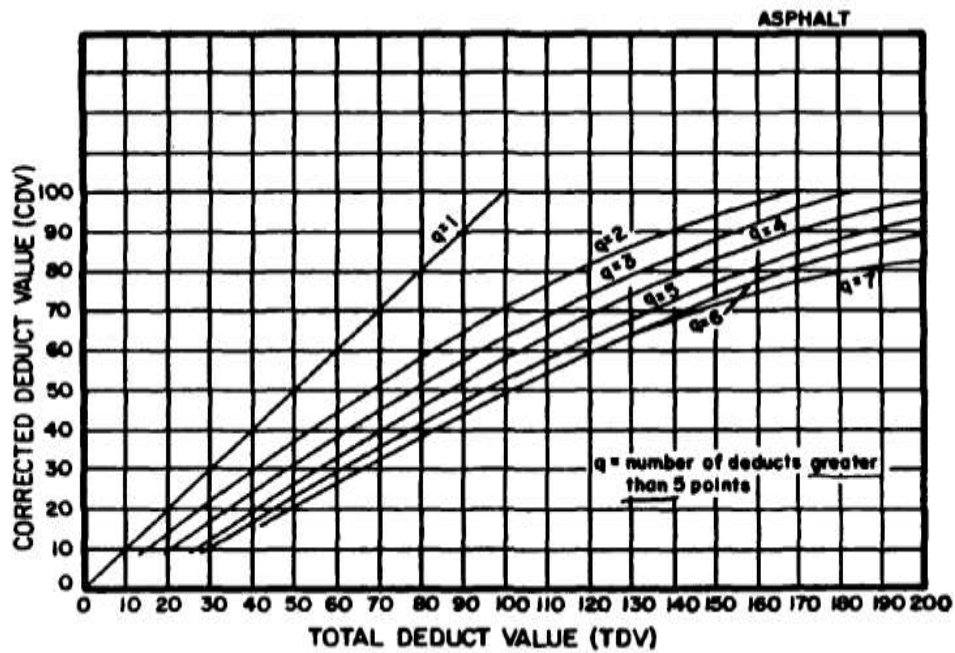
Gambar 3.10. Grafik *Deduct Value* Pelepasan Butir (*Weathering/Raveling*)

3.1.3. Total Deduct Value (TDV)

Total Deduct Value (TDV) merupakan nilai total yang diperoleh dari *individual deduct value* untuk masing-masing jenis kerusakan dan tingkat kerusakan yang ada pada suatu unit penelitian.

3.1.4. Corrected Deduct Value (CDV)

Corrected Deduct Value (CDV) merupakan nilai yang diperoleh dari kurva hubungan antara nilai TDV dan nilai CDV dengan pemulihan lengkung kurva sesuai dengan jumlah nilai *individual deduct value* yang mempunyai nilai lebih besar dari 2 (dua). Grafik *Corrected Deduct Value* (CDV) dapat dilihat pada Gambar 3.11 berikut.



Gambar 3.11. Grafik *Corrected Deduct Value*

3.1.5. Klasifikasi Kualitas Perkerasan

Rumus untuk menentukan nilai PCI tiap unit yaitu:

$$PCI (s) = 100 - CDV maks \quad (3-3)$$

Keterangan:

PCI (s) : *Pavement Condition Index* untuk tiap unit

CDV maks : *Corrected Deduct Value* untuk tiap unit

Rumus untuk menentukan nilai PCI secara keseluruhan yaitu:

$$PCI = \frac{\sum PCI (s)}{N} \quad (3-4)$$

Keterangan:

PCI : Nilai *Pavement Condition Index* (PCI) perkerasan secara keseluruhan

$\sum PCI (s)$: Total *Pavement Condition Index* (PCI) dari masing-masing unit segmen

N : Jumlah unit segmen penelitian

3.2. Teknik Perbaikan Kerusakan Jalan menurut Metode PCI

Perbaikan jalan adalah penanganan jalan yang meliputi:

1. Pemeliharaan Rutin

Pemeliharaan rutin jalan dilakukan pada ruas jalan atau bagian ruas jalan dan bangunan pelengkap dengan kriteria sebagai berikut:

- a. Ruas jalan dengan kondisi baik dan sedang atau disebut jalan mantap;
- b. Bangunan pelengkap jalan yang mempunyai kondisi baik sekali dan baik.

2. Pemeliharaan Berkala Jalan

Pemeliharaan berkala jalan dilakukan pada ruas jalan/bagian ruas jalan dan bangunan pelengkap dengan kriteria sebagai berikut:

- a. Ruas jalan yang karena pengaruh cuaca atau karena repetisi beban lalu lintas sudah mengalami kerusakan yang lebih luas maka perlu dilakukan pencegahan dengan cara melakukan pelaburan, pelapisan tipis, penggantian dowel, pengisian celah/retak, peremajaan/*joint*,
- b. Ruas jalan yang sesuai umur rencana pada interval waktu tertentu sudah waktunya untuk dikembalikan ke kondisi pelayanan tertentu dengan cara dilapis ulang,
- c. Ruas jalan dengan nilai kekesatan permukaan jalan (*skid resistance*) kurang dari 0,33 (nol koma tiga puluh tiga),
- d. Ruas jalan dengan kondisi rusak ringan,

- e. Bangunan pelengkap jalan yang telah berumur paling rendah 3 (tiga) tahun sejak dilakukan pembangunan, penggantian atau pemeliharaan berkala,
- f. Bangunan pelengkap yang mempunyai kondisi sedang.

3. Rehabilitasi Jalan

Rehabilitasi jalan dilakukan pada ruas jalan atau bagian ruas jalan dan bangunan pelengkap dengan kriteria sebagai berikut:

- a. Ruas jalan yang semula ditangani melalui program pemeliharaan rutin namun karena suatu sebab mengalami kerusakan yang tidak diperhitungkan dalam desain, yang berakibat menurunnya kondisi kemantapan pada bagian/tempat tertentu dari suatu ruas dengan kondisi rusak ringan, agar penurunan kondisi kemantapan tersebut dapat dikembalikan pada kondisi kemantapan yang sesuai dengan rencana,
- b. Bangunan pelengkap yang sudah mempunyai umur pelayanan paling sedikit 8 (delapan) tahun,
- c. Bangunan pelengkap yang sudah mempunyai umur pelayanan 3 (tiga) tahun sampai dengan 5 (lima) tahun yang memerlukan penanganan rehabilitasi dan perbaikan besar pada elemen strukturnya,
- d. Bangunan pelengkap yang mempunyai kondisi rusak ringan,
- e. Bangunan pelengkap yang memerlukan perbaikan darurat atau penanganan sementara,

- f. Bangunan pelengkap jalan berupa jembatan, terowongan, ponton, lintas atas, lintas bawah, tembok penahan, gorong-gorong dengan kemampuan memikul beban yang sudah tidak memenuhi standar sehingga perlu dilakukan perkuatan atau penggantian.

4. Rekonstruksi Jalan

Rekonstruksi dilakukan pada ruas atau bagian jalan dengan kondisi rusak berat dengan melakukan peningkatan struktural jalan pada jalan.

Dalam melakukan perbaikan atau penanganan kerusakan jalan harus sesuai dengan tingkat keparahan dari kerusakan jalan tersebut. Berdasarkan metode *Pavement Condition Index* (PCI) diberikan acuan untuk pengambilan keputusan dalam penanganan terhadap kerusakan yang terjadi pada suatu ruas jalan. Acuan tersebut dapat dilihat pada Tabel 3.1 di bawah ini.

Tabel 3.1. Acuan Keputusan Penanganan Kerusakan Jalan menurut Metode PCI

Waktu Perbaikan	PCI		
	Jalan Arteri	Jalan Kolektor	Jalan Lokal
Belum ada perbaikan	> 85	> 80	> 80
6-10 tahun lagi Pemeliharaan	76-85	71-80	66-88
1-5 tahun lagi Pemeliharaan	56-75	51-70	46-65
Sekarang Rehabilitasi	50-55	45-50	40-45
Sekarang Rekonstruksi	< 50	< 45	< 40

Sumber: Shahin (1994)

3.3. Perancangan Tebal Lapis Tambahan (*Overlay*)

Penentuan tebal lapis perkerasan tambahan (*overlay*) digunakan metode analisa komponen SKBI 2.3.26.1987 UDC: 625.73 (02). Menurut Sukirman

(1992), metode analisa komponen merupakan metode yang bersumber dari metode AASHATO'72 dan dimodifikasi sesuai dengan kondisi jalan di Indonesia untuk menentukan tebal lapis tambahan (*overlay*) dan merencanakan tebal perkerasan jalan baru. Metode ini digunakan apabila volume lalu lintas jalan kabupaten melebihi 1000 kendaraan roda empat per hari (Tranggono *et al.*, 2005). Analisa dilakukan dengan menggunakan data CBR tanah dasar lapangan yang dikonversikan menjadi daya dukung tanah dasar.

3.3.1. Lalu Lintas Harian Rata-rata (LHR) dan Lintas Ekuivalen

1. Lalu Lintas Harian Rata-Rata (LHR)

Lalu Lintas Harian Rata-Rata (LHR) merupakan jumlah lalu lintas kendaraan selama satu tahun penuh dibagi jumlah hari dalam satu tahun. Dalam mengungkapkan besaran LHR ini perlu ditegaskan satuan yang digunakan, apakah satuan mobil penumpang (SMP), satuan sumbu standar (SS) atau kendaraan (Sulaksono, 2001).

2. Lintas Ekuivalen Permulaan (LEP)

Lintas Ekuivalen Permulaan (LEP) merupakan jumlah lintas ekuivalen harian rata-rata sumbu tunggal seberat 8,16 ton (18.000 lb) pada jalur rencana yang diduga terjadi pada permulaan umur rencana (Sulaksono, 2001). Dihitung dengan rumus:

$$LEP = \sum_{j=1}^n LHR_j \times C_j \times E_j \quad (3-5)$$

Keterangan:

J : Jenis kendaraan

n : Tahun pengamatan

C_j : Koefisien distribusi kendaraan

LHR: Lalu lintas harian rata-rata

E_j : Angka ekivalen (*E*) beban sumbu kendaraan

3. Lintas Ekivalen Akhir (LEA)

Lintas ekivalen akhir merupakan jumlah lintas harian ekivalen rata-rata kendaraan dari as tunggal seberat 8,16 ton (18.000 lb) yang terjadi pada akhir umur rencana (Sulaksono, 2001). Dihitung dengan rumus:

$$LEA = \sum_{j=1}^n LHR_j (1 + i)^{UR} \times C_j \times E_j \quad (3-6)$$

Keterangan:

J : Jenis kendaraan

N : Tahun pengamatan

C_j : Koefisien distribusi kendaraan

LHR : Lalu lintas harian rata-rata

UR : Umur rencana

E_j : Angka ekivalen (*E*) beban sumbu kendaraan

4. Lintas Ekivalen Tengah (LET)

Lintas Ekivalen Tengah (LET) merupakan besarnya lintas ekivalen harian rata-rata kendaraan sumbu as tunggal seberat 8,16 ton (18.000 lb) yang diduga terjadi pada pertengahan umur rencana. Dihitung dengan rumus berikut:

$$LET = \frac{LEP + LEA}{2} \quad (3-7)$$

5. Lintas Ekivalen Rencana (LER)

Lintas Ekivalen Rencana (LER) merupakan jumlah lintas ekivalen harian rata-rata kendaraan sumbu as tunggal seberat 8,16 ton (18.000 lb) pada jalur rencana yang diduga terjadi selama umur rencana. Besaran ini digunakan sebagai “beban” lalu lintas untuk perencanaan tebal perkerasan (Sulaksono, 2001). Dihitung dengan persamaan berikut:

$$FP = \frac{UR}{10} \quad (3-8)$$

$$LER = LET \times FP \quad (3-9)$$

Keterangan:

FP : Faktor penyesuaian

UR : Umur rencana

3.3.2. Angka Ekuivalen (E) Beban Sumbu Kendaraan

Angka ekuivalen kendaraan merupakan standar yang menunjukkan jumlah lintasan kendaraan dengan as tunggal seberat 8,16 ton (18.000 lb) yang apabila melintas lewat dari satu kali pada lajur yang sama akan menyebabkan penurunan indeks permukaan. Angka ekuivalen (E) masing-masing golongan beban sumbu setiap kendaraan dapat ditentukan berdasarkan acuan seperti pada Tabel 3.2 berikut.

Tabel 3.2. Angka Ekuivalen (E) Beban Sumbu Kendaraan

Beban Sumbu		Angka Ekuivalen	
Kg	Lb	Sumbu Tunggal	Sumbu Ganda
1000	2205	0,0002	-
2000	4409	0,0036	0,0003
3000	6614	0,0183	0,0016
4000	8818	0,0577	0,0050
5000	11023	0,1410	0,0121
6000	13228	0,2923	0,0251
7000	15432	0,5415	0,0466
8000	17637	0,9238	0,0794
8160	18000	1,0000	0,0860
9000	19841	1,4798	0,1273
10000	22046	2,2555	0,1940
11000	24251	3,3022	0,2840
12000	26455	4,6770	0,4022
13000	28600	6,4419	0,5540
14000	30864	8,6647	0,7452
15000	33069	11,4184	0,9820
16000	35276	14,7815	1,2712

Sumber : Metode Analisa Komponen (Bina Marga, 1987)

Apabila beban sumbu kendaraan tidak tercantum dalam tabel di atas, maka angka ekivalen untuk masing-masing golongan beban sumbu dapat ditentukan dengan menggunakan rumus berikut:

- Untuk Beban Sumbu Tunggal

$$\text{Angka Ekivalen}_{\text{sumbu tunggal}} = 1 \times \left[\frac{\text{beban satu sumbu tunggal}}{8160 \text{ kg}} \right]^4 \quad (3-10)$$

- Untuk Beban Sumbu Ganda

$$\text{Angka Ekivalen}_{\text{sumbu ganda}} = 0,086 \times \left[\frac{\text{beban satu sumbu ganda}}{8160 \text{ kg}} \right]^4 \quad (3-11)$$

3.3.3. Koefisien Distribusi Kendaraan (C)

Koefisien distribusi kendaraan (C) untuk kendaraan ringan dan kendaraan berat yang melintas di jalur rencana ditentukan menurut Tabel 3.3 berikut.

Tabel 3.3. Koefisien Distribusi Kendaraan (C) ke Lajur Rencana

Jumlah Lajur	Kendaraan Ringan *)		Kendaraan Berat **)	
	1 arah	2 arah	1 arah	2 arah
1 lajur	1,00	1,00	1,00	1,00
2 lajur	0,60	0,50	0,70	0,50
3 lajur	0,40	0,40	0,50	0,475
4 lajur	-	0,30	-	0,45
5 lajur	-	0,25	-	0,425
6 lajur	-	0,20	-	0,40

Sumber : Metode Analisa Komponen (Bina Marga, 1987)

*) berat total < 5 ton, misal: mobil penumpang, *pick up*, mobil hantaran

***) berat total > 5 ton, misal: bus, truk, traktor, semitrailer, trailer

3.3.4. Indeks Permukaan (IP)

Indeks permukaan merupakan nilai yang menyatakan kerataan/kehalusan dan kekokohan permukaan jalan yang berkaitan dengan tingkat pelayanan bagi lalu lintas yang lewat (Hendarsin, 2000). Adapun beberapa nilai indeks

permukaan sebagai berikut:

IP : 1,0 menyatakan bahwa permukaan jalan dalam keadaan rusak berat;

IP : 1,5 menyatakan bahwa jalan dalam keadaan rusak namun tidak sampai terputus sehingga masih memungkinkan untuk digunakan;

IP : 2,0 menyatakan tingkat pelayanan terendah untuk jalan yang masih bagus;

IP : 2,5 menyatakan permukaan jalan masih stabil dan baik untuk digunakan.

Beberapa faktor-faktor yang perlu dipertimbangkan dalam menentukan *IP* pada akhir umur rencana seperti pada Tabel 3.4 berikut ini.

Tabel 3.4. Indeks Permukaan (*IP*) Jalan Akhir Umur Rencana

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	2,0 – 2,5	2,5	2,5

Sumber: Metode Analisa Komponen (Bina Marga, 1987)

*) LER dalam satuan angka ekivalen 8,16 ton untuk beban as tunggal.

3.3.5. Indeks Tebal Perkerasan (ITP)

ITP adalah angka yang berhubungan dengan penentuan tebal perkerasan (Sulaksono, 2001). Nilai ini diperoleh dari nomogram yang dikolerasi dengan nilai daya dukung tanah, *LER* dan *FR* serta dipengaruhi oleh indeks permukaan (*IP*). Nilai *ITP* dapat dicari dengan rumus:

$$ITP = a_1 D_1 + a_2 D_2 + a_3 D_3 \quad (3-12)$$

Keterangan:

a_1, a_2, a_3 : Koefisien kekuatan relative bahan penyusun perkerasan

D_1, D_2, D_3 : Tebal masing-masing penyusun perkerasan (cm)

Angka 1 berarti lapis permukaan,

Angka 2 berarti lapis pondasi, dan
Angka 3 berarti lapis pondasi bawah.

Adapun beberapa persyaratan untuk tebal lapisan masing-masing dapat dilihat pada Tabel 3.5 berikut.

Tabel 3.5. Minimum Lapis Permukaan Jalan

<i>ITP</i>	Tebal Minimum (cm)	Bahan
<3,00	5	Lapis Pelindung: (Buras/Burtu/Burda)
3,00 – 6,70	5	Lapen/Aspal Macadam, HRA, Lasbutag, Laston
6,71 – 7,49	7,5	Lapen/Aspal Macadam, HRA, Lasbutag, Laston
7,50 – 9,99	7,5	Lasbutag, Laston
> 10,00	10,0	Laston

Sumber: Metode Analisa Komponen (Bina Marga, 1987)

3.3.6. Daya Dukung Tanah Dasar (DDT) dan CBR

Daya dukung tanah dasar merupakan suatu besaran yang menyatakan daya dukung tanah atau kondisi tanah (*soil support*) sebagai fungsi dari nilai CBR tanah dasar (Sulaksono, 2001). Diperlukan penghitungan nilai CBR rata-rata untuk mengetahui daya dukung tanah dasar. Nilai CBR rata-rata dapat ditentukan sebagai berikut:

1. Menentukan nilai *CBR* yang terendah;
2. Menentukan jumlah nilai *CBR* yang sama dan lebih besar dari masing-masing nilai *CBR*;
3. Jumlah *CBR* terbanyak dinyatakan 100% sedangkan jumlah yang lainnya merupakan persentase dari 100%;
4. Dibuat grafik hubungan antara nilai *CBR* dan dari persentase jumlah sebelumnya;

5. Nilai *CBR* yang mewakili adalah yang didapat dari angka persentase 90%.

3.3.7. Faktor Regional (*FR*)

Faktor regional (*FR*) merupakan fungsi dari kondisi iklim (yang dinyatakan dengan jumlah curah hujan per tahun), tingkat permeabilitas tanah dasar, bentuk alinyemen (kelandaian dan tikungan), dan persentase kendaraan berat dengan total berat ≥ 13 ton (Sulaksono, 2001). Nilai faktor regional diambil secara kualitatif dengan menggunakan Tabel 3.6 berikut.

Tabel 3.6. Nilai Faktor Regional (*FR*)

	Kelandaian I ($<6\%$)		Kelandaian II ($6\% - 10\%$)		Kelandaian III ($>10\%$)	
	% Kendaraan Berat		% Kendaraan Berat		% Kendaraan Berat	
	$\leq 30\%$	$> 30\%$	$\leq 30\%$	$> 30\%$	$\leq 30\%$	$> 30\%$
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: Metode Analisa Komponen (Bina Marga, 1987)

Catatan: Pada persimpangan atau pemberhentian atau tikungan tajam (jari-jari < 30 m) nilai *FR* ditambah 0,5, dan untuk daerah rawa ditambah 1,0.

3.3.8. Koefisien Kekuatan Relatif (*a*)

Koefisien kekuatan relatif ditentukan berdasarkan korelasi nilai hasil uji *Marshall* (kg) untuk bahan aspal, kuat tekan (kg/cm^2) untuk bahan semen atau kapur. Nilai koefisien ini ditentukan untuk masing-masing lapisan sebagai lapis permukaan, pondasi dan pondasi bawah. Nilai koefisien relatif untuk masing-masing lapisan telah ditetapkan oleh Bina Marga pada Metode Analisa Komponen.

3.4. Kondisi Perkerasan Jalan

Kondisi perkerasan jalan lama (*existing pavement*) untuk menghitung lapis tambahan (*overlay*) ditentukan sesuai Tabel 3.7 berikut.

Tabel 3.7. Nilai Kondisi Perkerasan Jalan

Kondisi Perkerasan	Nilai
1. Lapis Permukaan	
• Umumnya tidak retak, hanya sedikit deformasi pada jalur roda	90-100%
• Terlihat retak halus, sedikit, reformasi pada jalur roda tetapi 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 kestabilan	30-50%
2. Lapis Pondasi	
a. Pondasi aspal beton atau penetrasi macadam	
• Umumnya tidak retak	90-100%
• Terlihat retak halus namun terlihat masih stabil	70-90%
• Retak sedang, pada dasarnya masih menunjukkan kestabilan	50-70%
• Retak banyak menunjukkan gejala ketidakstabilan	30-50%
b. Stabilitas tanah dengan semen kapur:	70-100%
• Indeks plastisitas ≤ 10	
c. Pondasi macadam atau batu pecah:	80-100%
• Indeks plastisitas ≤ 6	
3. Lapis Pondasi Bawah	
• Indeks plastisitas ≤ 6	90-100%
• Indeks plastisitas > 6	70-90%

Sumber: Metode Analisa Komponen (Bina Marga, 1987)