

BAB III

LANDASAN TEORI

3.1. Metode Pavement Condition Index (PCI)

Pavement Condition Index (PCI) adalah salah satu sistem penilaian kondisi perkerasan jalan berdasarkan jenis, tingkat kerusakan yang terjadi dan dapat digunakan sebagai acuan dalam usaha pemeliharaan. Nilai *Pavement Condition Index (PCI)* memiliki rentang 0 (nol) sampai dengan 100 (seratus) dengan kriteria sempurna (*excellent*), sangat baik (*very good*), baik (*good*), sedang (*fair*), jelek (*poor*), sangat jelek (*very poor*), dan gagal (*failed*) (**Shahin, 1994**).

Tabel 3.1 Nilai PCI

Nilai PCI	Kondisi
0 - 10	Gagal (<i>Failed</i>)
11 - 25	Sangat Buruk (<i>Very Poor</i>)
26 - 40	Buruk (<i>Poor</i>)
41 - 55	Sedang (<i>Fair</i>)
56 – 70	Baik (<i>Good</i>)
71 - 85	Sangat Baik (<i>Very Good</i>)
86 - 100	Sempurna (<i>Excellent</i>)

3.2. Penilaian Kondisi Perkerasan

Dalam melakukan penilaian kondisi perkerasan di lakukan beberapa tahap pekerjaan. Tahap awal adalah dengan mengevaluasi jenis – jenis kerusakan yang terjadi sesuai dengan tingkat kerusakannya (*severity level*).

Dengan cara mengukur panjang, luas, dan jumlah banyaknya lubang terhadap tiap – tiap kerusakan, dapat dilihat pada tabel dibawah ini.

Tabel 3.2 Cara Mengukur Setiap Jenis Kerusakan

Jenis Kerusakan	Cara mengukur	Satuan
Retak kulit buaya, keriting, amblas, tambalan, alur, sungkur, dan pelepasan butir	Mencari luas kerusakan dengan cara mengukur panjang dan lebar kerusakan, kemudian dikalikan.	m^2
Cacat tepi perkerasan, retak refleksi sambungan, penurunan bahu jalan, retak memanjang dan melintang	Mengukur panjang kerusakan	m
Lubang	Menghitung banyaknya lubang	n

Kemudian tahap berikutnya perlu dihitung nilai *density*, *deduct value*, *total deduct value*, *corrected deduct value*, sehingga akan didapat nilai PCI yang merupakan acuan dalam penilaian kondisi perkerasan jalan.

1. *Density* (kadar kerusakan)

Density atau kadar kerusakan adalah persentasi luasan dari suatu jenis kerusakan terhadap luasan suatu unit segmen yang diukur dalam meter persegi atau meter panjang. Nilai *density* suatu jenis kerusakan juga dibedakan berdasarkan tingkat kerusakan.

Rumus mencari nilai density :

- a. Untuk jenis kerusakan retak kulit buaya, keriting, amblas, tambalan, alur, sungkur, dan pelepasan butir adalah :

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

- b. Untuk jenis kerusakan cacat tepi perkerasan, retak refleksi sambungan, penurunan bahu jalan, retak memanjang dan melintang adalah :

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

- c. Untuk jenis kerusakan lubang adalah :

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

Keterangan :

Ad = luas total jenis kerusakan untuk tiap tingkat kerusakan (m^2)

As = luas total unit segmen (m^2)

Ld = panjang total jenis kerusakan tiap tingkat kerusakan (m)

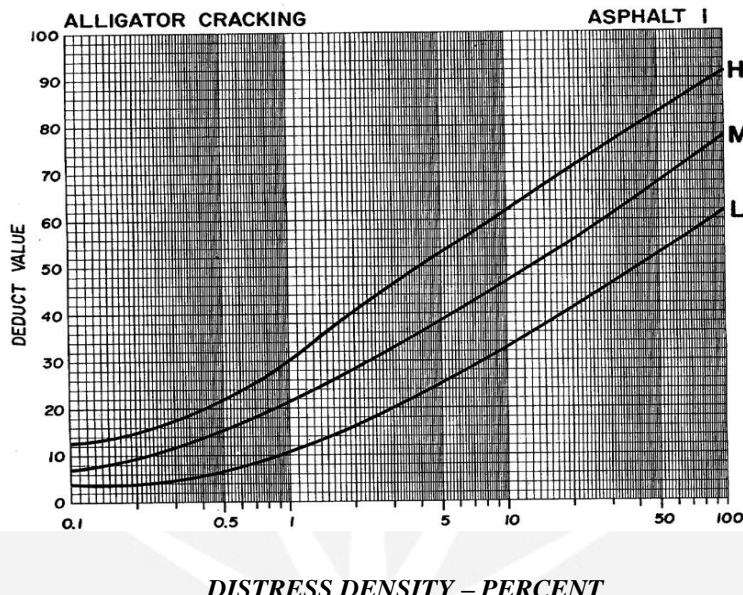
N = jumlah banyak lubang

2. *Deduct value* (nilai pengurangan)

Deduct value adalah nilai pengurangan untuk tiap jenis kerusakan yang diperoleh dari kurva hubungan antara *density* dan *deduct value*. *Deduct value* juga dibedakan atas tingkat jenis kerusakan. Kurva hubungan antara *density* dan *deduct value* untuk jenis kerusakan dibawah ini. Sesuai dengan tingkatan

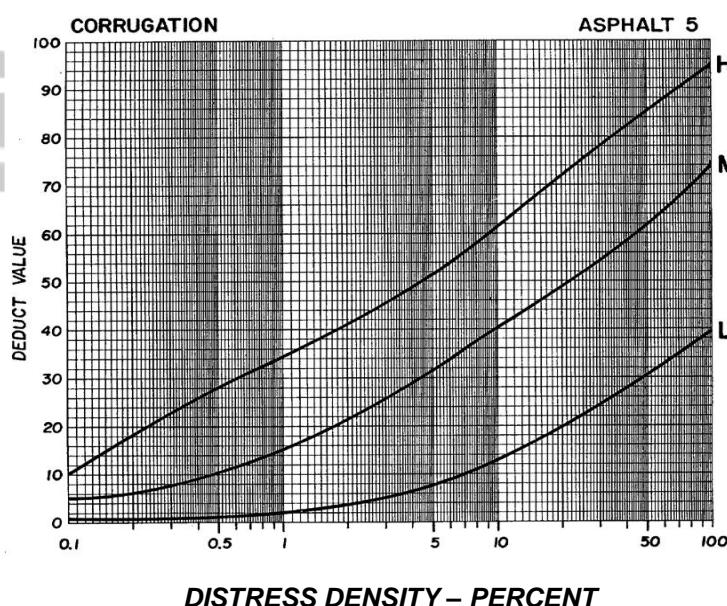
kerusakannya, L (*low severity level*), M (*medium severity level*), dan H (*high severity level*).

a. Retak kulit buaya (*Alligator cracking*)



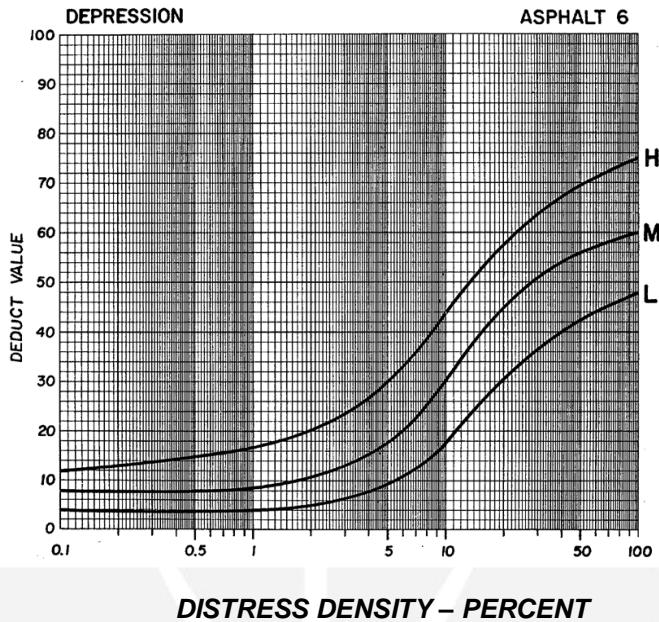
Gambar 3.1. Kurva Deduct Value Untuk Alligator Cracking

b. Keriting (*corrugation*)



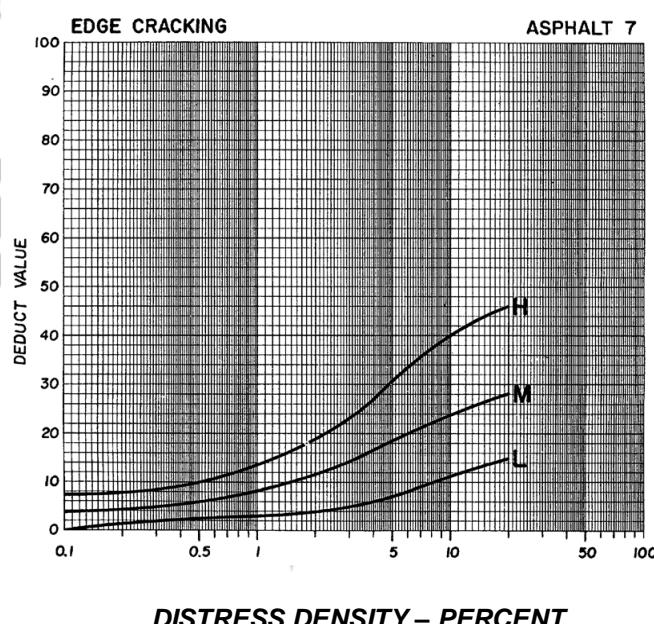
Gambar 3.2. Kurva Deduct Value Untuk Corrugation

c. Amblas (*Depression*)



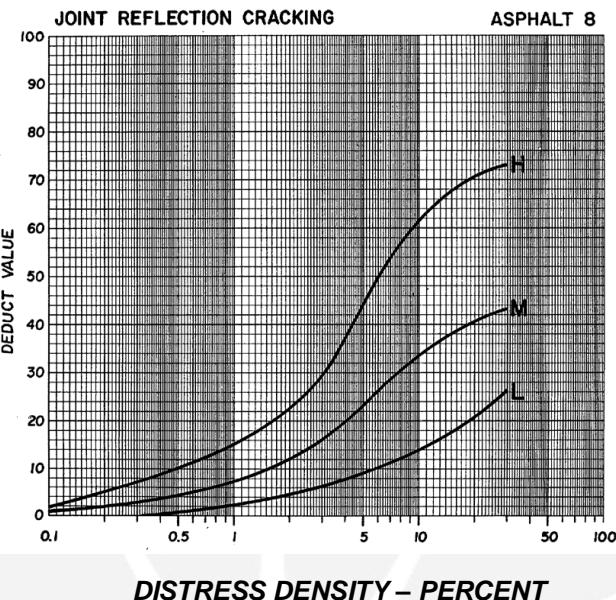
Gambar 3.3. Kurva Deduct Value Untuk Depression

d. Cacat tepi perkerasan (*Edge cracking*)



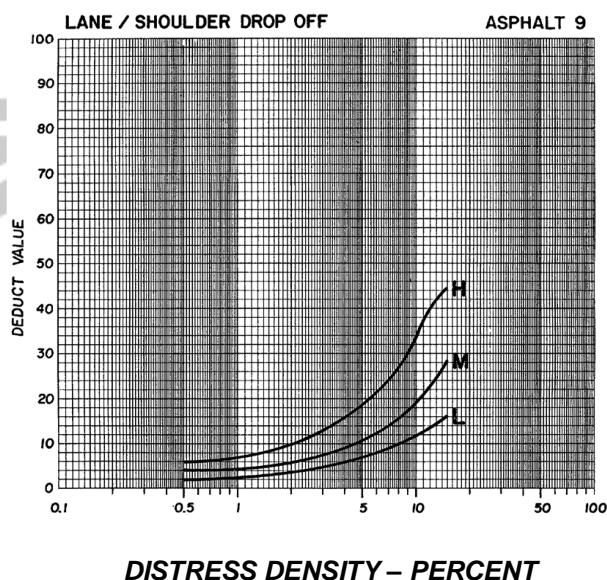
Gambar 3.4. Kurva Deduct Value Untuk Edge Cracking

e. Retak refleksi sambungan (*Joint Reflection cracking*)



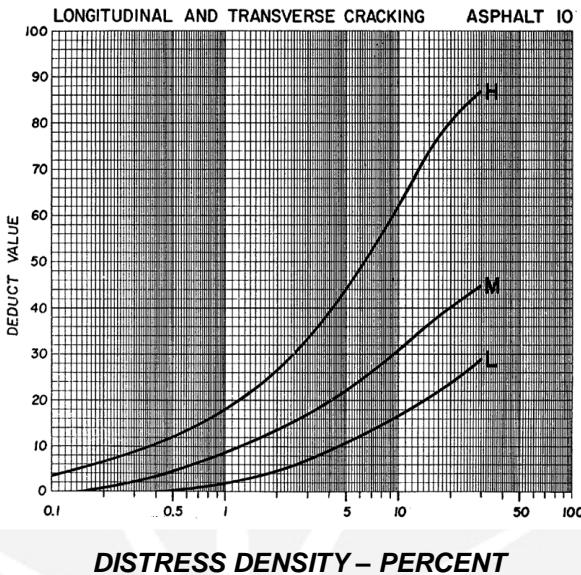
Gambar 3.5. Kurva Deduct Value Untuk *Joint Reflection Cracking*

f. Penurunan bahu jalan (*Lane/Shoulder drop off*)



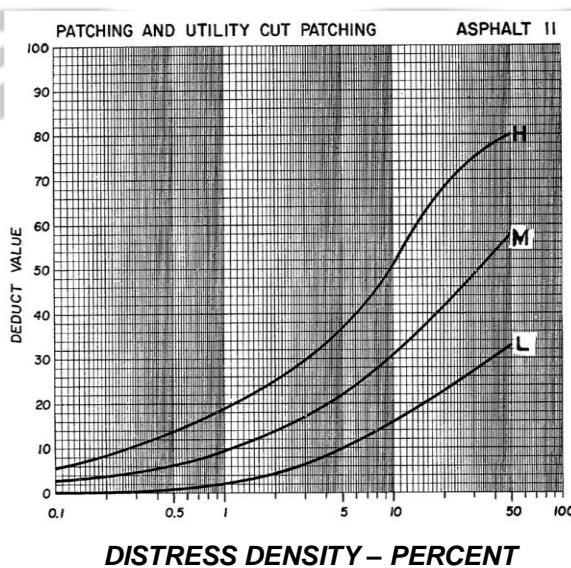
Gambar 3.6. Kurva Deduct Value Untuk *Lane*

- g. Retak memanjang dan melintang (*Longitudinal and Transverse Cracking*)



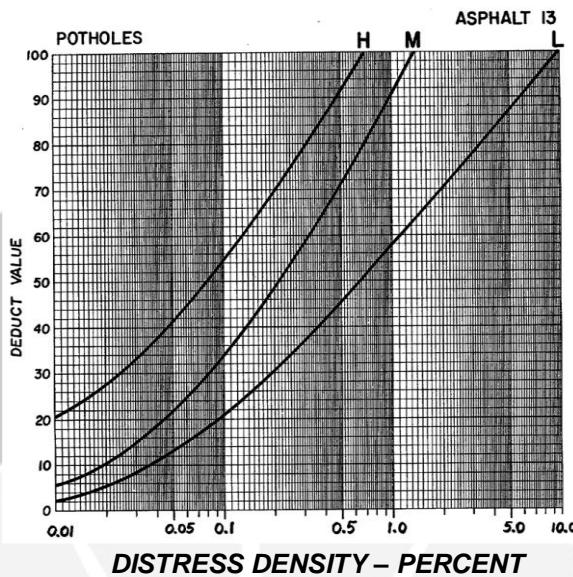
Gambar 3.7. Kurva Deduct Value Untuk *Longitudinal and Transverse Cracking*

- h. Tambalan (*Patching*)



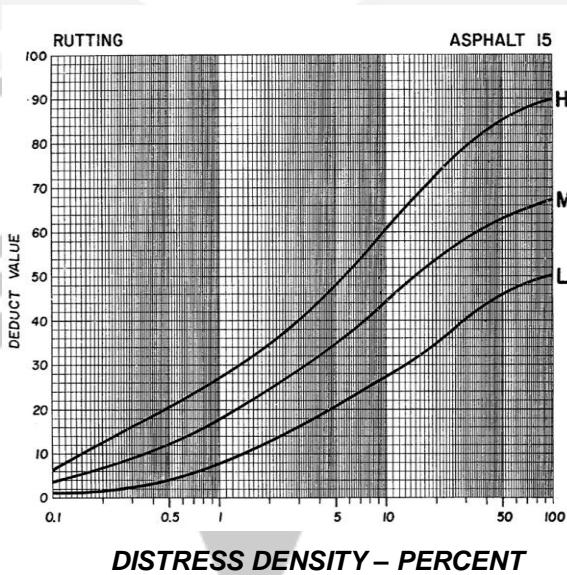
Gambar 3.8. Kurva Deduct Value Untuk *Patching*

i. Lubang (*Potholes*)



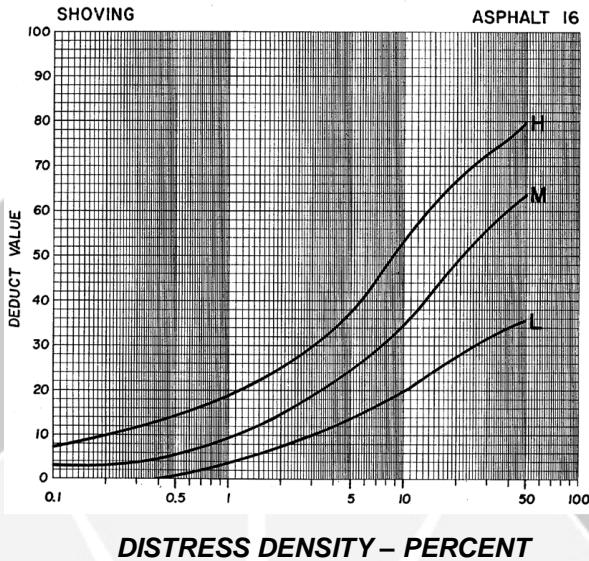
Gambar 3.9. Kurva Deduct Value Untuk *Potholes*

j. Alur (*Rutting*)



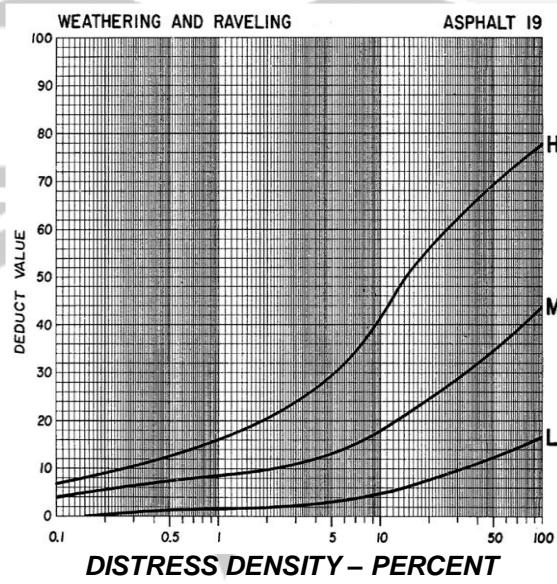
Gambar 3.10. Kurva Deduct Value Untuk *Rutting*

k. Sungkur (*Shoving*)



Gambar 3.11. Kurva *Deduct Value* Untuk *Shoving*

l. Pelepasan butir (*Weathering and Ravelling*)



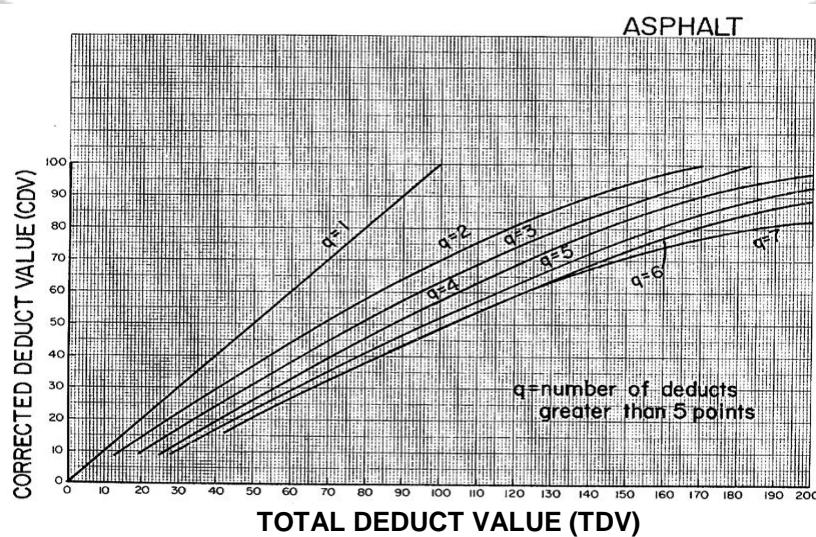
Gambar 3.12. Kurva *Deduct Value* Untuk *Weathering and Ravelling*

3. Total deduct value (TDV)

Setelah didapat nilai *deduct value* dari tiap – tiap jenis kerusakan dan tingkat kerusakannya, maka akan didapatkan nilai *total deduct value* untuk tiap jenis kerusakan dan tingkat kerusakan pada suatu unit penelitian. *Total deduct value* ini didapatkan dengan menjumlahkan seluruh nilai dari *deduct value* tiap kerusakan jalan pada tiap segmen jalan.

4. Corrected deduct value (CDV)

Corrected deduct value (CDV) diperoleh dari kurva hubungan antara nilai TDV dengan nilai CDV dengan pemilihan lengkung kurva sesuai dengan jumlah nilai individual deduct value yang mempunyai nilai lebih besar dari 5. Kurva hubungan antara nilai TDV dengan nilai CDV dapat dilihat pada gambar 3.14 dibawah ini.



Gambar 3.13. Kurva Hubungan Antara Nilai TDV dengan Nilai CDV

Jika nilai CDV diketahui, maka nilai PCI untuk tiap unit dapat diketahui dengan rumus:

$$PCI(s) = 100 - CDV \quad (3-4)$$

keterangan :

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

CDV = *Corrected Deduct Value* untuk tiap unit

Untuk nilai PCI secara keseluruhan :

$$PCI = \frac{\sum PCI(s)}{N} \quad (3-5)$$

Keterangan :

PCI = Nilai PCI perkerasan seluruhnya

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

N = Jumlah unit.

3.3. Manual Desain Perkerasan Jalan No 02 / M / Bina Marga / 2013

Manual desain perkerasan ini meliputi desain untuk rehabilitasi perkerasan termasuk *overlay* struktural, daur ulang perkerasan (*recycling*) dan rekonstruksi. Dalam menentukan tebal lapis perkerasan yang akan direncanakan, digunakan parameter dari metode ini untuk melengkapi parameter dari Metode Analisis Bina Marga 1987 yang akan digunakan. Parameter yang digunakan adalah :

Menurut metode Bina Marga 2013, faktor pertumbuhan lalu lintas didasarkan pada data – data pertumbuhan historis atau formulasi korelasi dengan faktor pertumbuhan lain yang valid, bila tidak ada maka pada tabel dibawah ini dapat digunakan sebagai nilai minimum untuk desain.

Tabel 3.3 Faktor Pertumbuhan Lalu Lintas (i)

Klasifikasi Jalan	2011-2020	> 2020 - 2030
Arteri dan Perkotaan (%)	5	4
Kolektor Rural (%)	3,5	2,5
Jalan Desa (%)	1	1

Sumber : Manual Desain Perkerasan Jalan, (Bina Marga, 2013)

3.4 Metode Analisa Komponen Bina Marga 1987

Metode analisa ini merupakan suatu metode yang mengambil sumber pada metode AASHATO 1972 dan digunakan dalam merencanakan tebal lapis perkerasan permukaan tambahan (*overlay*) dengan mempertimbangkan berbagai parameter antara lain :

3.4.1. Jumlah lajur dan koefisien

Lajur rencana merupakan salah satu lajur lalu lintas dari suatu jalan raya, yang menampung lalu lintas terbesar. Seandainya jalan tidak memiliki tanda batas jalur, maka jumlah lajur bisa ditentukan berdasarkan dari lebar perkerasan menurut tabel berikut:

Tabel 3.4. Jumlah Lajur Berdasarkan Lebar Perkerasan

Lebar Perkerasan (L)	Jumlah Lajur (n)
$L < 5,5 \text{ m}$	1 lajur
$5,5 \text{ m} < L < 8,25 \text{ m}$	2 lajur
$8,25 \text{ m} < L < 11,25 \text{ m}$	3 lajur
$11,25 \text{ m} < L < 15,00 \text{ m}$	4 lajur
$15,00 \text{ m} < L < 18,75 \text{ m}$	5 lajur
$18,75 \text{ m} < L < 22,00 \text{ m}$	6 lajur

Sumber : Metode Analisa Komponen, (Bina Marga, 1987)

Tabel 3.5. 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
2 Lajur	0,60	0,50	0,70	0,50
3 Lajur	0,40	0,40	0,50	0,475
4 Lajur		0,30		0,450
5 Lajur		0,25		0,425
6 Lajur		0,25		0,40

Sumber : Metode Analisa Komponen, (Bina Marga, 1987)

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

**) berat total > 5 ton, misalnya : bus, truk, traktor, semi trailer, trailer

3.4.2. Volume Jam Perencanaan (VJP)

Arus lalu lintas bervariasi dari jam ke jam berikutnya dalam 1 hari, maka sangat cocok jika volume lalu lintas dalam 1 jam dipergunakan untuk perencanaan. Volume dalam 1 jam yang dipakai untuk perencanaan dinamakan Volume Jam Perencanaan (VJP). Berdasarkan MKJI 1997, perhitungan VJP didasarkan pada rumus sebagai berikut :

$$Q = k \times LHRT \quad (3-6)$$

Dimana Q adalah volume jam perencanaan dan k adalah faktor pengubah dari LHRT ke lalu lintas jam puncak.

3.4.3. Lalu lintas harian rata-rata dan rumus-rumus lintas ekivalen

1. Lalu Lintas Harian Rata-rata (LHR)

Merupakan jumlah rata-rata lalu lintas kendaraan bermotor yang dicatat selama 24 jam sehari untuk kedua jurusan setiap jenis kendaraan ditentukan pada awal rencana yang dihitung untuk dua arah pada jalan tanpa median atau masing-masing arah untuk jalan dengan median.

2. Lintas Ekivalen Permulaan (LEP)

Merupakan jumlah ekivalen harian rata-rata dari sumbu tunggal seberat 8,16 ton (18.000 lbs) pada jalur rencana yang diduga terjadi pada permulaan umur rencana dan dihitung menggunakan persamaan :

$$LEP = \sum_{i=1}^n LHR \times Cj \times Ej \quad (3-7)$$

Keterangan :

J : Jenis kendaraan

N : Tahun pengamatan

Cj : Koefisien distribusi kendaraan

LHR : lalu lintas harian rata-rata

Ej : Angka ekivalen (E) beban sumbu kendaraan

3. Lintas Ekivalen Akhir (LEA)

$$LEA = \sum_{i=1}^n LHR (1 + i)^{UR} \times Cj \times Ej \quad (3-8)$$

Keterangan :

J : Jenis kendaraan

n : Tahun pengamatan

Cj : Koefisien Distribusi kendaraan

LHR : Lalu lintas harian rata-rata

UR : Umur rencana

Ej : Angka ekivalen (E) beban sumbu kendaraan

4. Lintas Ekivalen Tengah (LET)

Merupakan jumlah lintas harian rata-rata sumbu tunggal seberat 8,16 ton (18.000 lbs) pada lajur rencana dipertengahan umur rencana dan dihitung menggunakan persamaan :

$$LEP = \frac{LEP+LEA}{2} \quad (3-9)$$

5. Lintas Ekivalen Rencana

Lintas Ekivaken Rencana (*LER*) adalah suatu besaran yang dipakai dalam nomogram penetapan tebal lapis keras untuk menyatakan jumlah lintas ekivalen sumbu tunggal seberat 8,16 ton (18.000 lbs) pada lajur rencana menggunakan persamaan :

$$LER = LET \times FP \quad (3-10)$$

$$FP = \frac{UR}{10} \quad (3-11)$$

Keterangan :

FP : Faktor penyesuaian

UR : Umur rencana

3.4.4. Angka ekivalen

Lintas ekivalen dinyatakan sebagai suatu perbandingan, tingkat kerusakan yang ditimbulkan pada suatu lintasan beban tunggal kendaraan terhadap tingkat kerusakan yang ditimbulkan oleh suatu lintasan beban standar sumbu tunggal seberat 8,16 ton (18.000 lbs).

$$Angka\ Ekivalen_{sumbu\ tunggal} = 1 \times \left[\frac{Beban\ satu\ sumbu\ tunggal\ (kg)}{8160\ kg} \right] \quad (3 - 12)$$

$$Angka\ Ekivalen_{sumbu\ tunggal} = 0,086 \times \left[\frac{Beban\ satu\ sumbu\ tunggal\ (kg)}{8160\ kg} \right] \quad (3 - 13)$$

3.4.5. Indeks permukaan

Indeks permukaan digunakan untuk menyatakan kerataan / kehalusan serta kekokohan permukaan jalan sesuai dengan tingkat pelayanan yang diberikan bagi pemakai lau lintas yang lewat. Nilai indeks permukaan dapat dilihat pada keterangan di bawah ini :

IP : 1,0 yaitu menyatakan permukaan jalan rusak berat.

IP : 1,5 yaitu menyatakan tingkat pelayanan terendah yang masih memungkinkan (jalan tidak sampai terputus)

IP : 2,0 yaitu menyatakan tingkat pelayanan rendah bagi jalan masih bagus.

IP : 2,5 yaitu menyatakan permukaan jalan masih stabil dan baik

Dalam menentukan *IP* pada akhir umur rencana, perlu dipertimbangkan faktor-faktor klasifikasi fungsional jalan dan jumlah Lintas Ekivalen Rencana (*LER*) seperti tabel berikut ini.

Tabel 3.6. Indeks Permukaan Jalan pada 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	
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 bersumbu tunggal

Tabel 3.7. Indeks Permukaan Jalan pada Awal Umur Rencana

Jenis Permukaan	IPo	Roughness * (mm/km)
LASTON	≥ 4	≤ 1000
	3,9 – 3,5	> 1000
LASBUTAG	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
BURTU	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	$\leq 2,4$	
JALAN KERIKIL	$\leq 2,4$	

Sumber : Metode Analisa Komponen, Bina Marga, 1987

Alat pengukur roughness yang dipakai adalah roughometer NAASRA, yang dipasang pada kendaraan standar Datsun 1500 station wagon, dengan kecepatan kendaraan ± 32 km per jam. Gerakan sumbu belakang dalam arah vertikal dipindahkan pada alat roughometer melalui kabel yang dipasang ditengah-tengah sumbu belakang kendaraan, yang selanjutnya dipindahkan kepada counter melalui "*flexible drive*". Setiap putaran counter adalah sama dengan 15,2 mm gerakan vertikal antara sumbu belakang dan body kendaraan. Alat pengukur roughness type lain dapat digunakan dengan mengkalibrasikan hasil yang diperoleh terhadap roughometer NAASRA.

3.4.6. Indeks Tebal Perkerasan (ITP)

Merupakan fungsi dari daya dukung tanah, faktor regional, umur rencana, dan indeks permukaan. ITP dapat dicari dengan nomogram yang dikolerasi dengan nilai daya dukung tanah, LER dan FR serta dipengaruhi oleh indeks permukaan (IP). Nilai ITP dapat dicari dengan rumus :

$$ITP = a_1 D_1 + a_2 D_2 + a_3 D_3 \quad (3 - 14)$$

Keterangan :

a_1, a_2, a_3 : Koefisien kekuatan relatif bahan perkerasan

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

Angka 1, 2, 3 berarti lapis permukaan, lapis pondasi, dan lapis pondasi bawah. Persyaratan tabel lapisan masing-masing dapat dilihat dari tabel berikut :

Tabel 3.8. Tabel Minimum Lapis Permukaan

ITP	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

3.4.7. Daya Dukung Tanah Dasar (DDT) dan CBR

Daya Dukung Tanah Dasar ditetapkan berdasar grafik korelasi *DDT* dan *CBR*. Nilai *CBR* yang dilaporkan ditentukan sebagai berikut :

1. ditentukan nilai *CBR* terendah,
2. ditentukan beberapa nilai *CBR* yang sama dan lebih besar dari masing-masing nilai *CBR*,
3. jumlah terbanyak dinyatakan 100% sedangkan jumlah yang lainnya merupakan persentase dari 100%,
4. dibuat grafik hubungan antara nilai *CBR* dan dari persentase jumlah tadi,
5. nilai *CBR* rata-rata didapat dari angka persentase 90%

Daya Dukung Tanah Dasar ditetapkan berdasar nomogram yang dikolerasikan terhadap nilai *CBR* rata-rata..

3.4.8 Koefisien kekuatan relatif (a)

Koefisien kekuatan relatif ditentukan berdasarkan, nilai hasil uji *Marshall*(kg) untuk bahan aspal, kuat tekan (kg/cm^2) untuk bahan pondasi atau pondasi bawah, jika alat *marshall* tidak tersedia maka kekuatan bahan beraspal bisa diukur dengan cara lain seperti *hveem test*.

Nilai koefisien relatif untuk masing-masing bahan Indonesia telah ditetapkan oleh Bina Marga pada Metode Analisa Komponen, 1987.

3.4.9. Faktor regional

Faktor regional merupakan suatu faktor keadaan lingkungan suatu tempat.

Di Indonesia perbedaan kondisi lingkungan yang menjadi pertimbangan meliputi :

1. Kondisi lapangan adalah tingkat permeabilitas tanah dasar, perlengkapan drainasi, bentuk alinyemen serta kendaraan berat ≥ 13 ton dan kendaraan berhenti.
2. Iklim, mencakup curah hujan rata-rata per tahun.

Tabel 3.9 Faktor Regional

	Kelandaan I		Kelandaan II		Kelandaan III	
	(<6%)		(6% - 10%)		(>10%)	
	% Kelandaan berat					
Iklim I < 900 mm/th	$\leq 30\%$	$> 30\%$	$\leq 30\%$	$>30\%$	$\leq 30\%$	$>30\%$
Iklim II > 900 mm/th	0,5	1,0 - 1,5	1,0	1,5 - 2,0	1,5	2,0 - 2,5
	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

Kendaraan berat meliputi bus, truk 2 sumbu dan truk 3 sumbu, % kendaraan berat dihitung dengan persamaan :

$$\% \text{ Kendaraan berat} = \frac{\text{Jumlah Kendaraan Berat}}{\text{LHR}} \times 100 \quad (3 - 15)$$

3.5. Pelapisan Tambahan

Perhitungan pelapisan tambahan (*overlay*), kondisi perkerasan jalan lama (*existing pavement*) dinilai sesuai tabel berikut ini.

Tabel 3.10 Nilai Kondisi Perkerasan Jalan

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

Sumber : Metode Analisa Komponen, Bina Marga, 1987

3.6. **Metode Surface Distress Index (SDI)**

Metode *SDI* (Surface Distress Index) adalah sistem penilaian kondisi jalan berdasarkan dengan pengamatan secara visual dan dapat digunakan sebagai acuan dalam usaha pemeliharaan.

Dalam pelaksanaan metode *SDI* dilapangan maka ruas jalan yang akan di survei harus dibagi ke dalam segmen – segmen.

Tabel 3.11 Klasifikasi Tabel SDI

Kondisi Jalan	SDI
BAIK	< 50
SEDANG	50 – 100
RUSAK RINGAN	100 – 150
RUSAK BERAT	150

Sumber : Survei Kondisi Jalan, Bina Marga 2000