

BAB III

LANDASAN TEORI

3.1 Metode Pavement Condition Index

Metode PCI atau *Pavement Condition Index* dipakai untuk mengetahui nilai dari lapis permukaan dalam suatu ruas jalan yang besarnya ditentukan dari keadaan permukaan yang diakibatkan dari kerusakan terjadi. Menurut Hardiyatmo (2007) PCI atau *Pavement Condition Index* adalah tingkatan dari kondisi permukaan perkerasan dan ukuran yang ditinjau dari fungsi daya guna mengacu pada kondisi dan kerusakan di permukaan perkerasan yang terjadi. Nilai PCI ini memiliki nilai yang berkisaran antara 0 – 100. Yang dimana nilai tersebut didapatkan dari analisis kerusakannya. Nilai 0 menunjukan hasil perkerasan yang rusak hingga nilai 100 yang berarti kondisi dari perkerasan jalan Sempurna.

Tabel 3.1 Nilai PCI

Nilai PCI	Kondisi
0-10	Gagal
11-25	Sangat Buruk
26-40	Buruk
41-55	Sedang
56-70	Baik
71-85	Sangat
86-100	Sempurna

Sumber : Shahin (1994)

Cara menentukan klasifikasi kerusakan dapat diketahui dengan mengukur kerusakan yang terjadi pada lapangan, untuk mengukur kerusakan dapat diketahui sebagai berikut:

Tabel 3.2 Pengukuran Kerusakan PCI

Jenis Kerusakan	Cara Mengukur	Satuan
Kerusakan Tipe I • Retak kulit buaya • Keriting • Amblas • Tambalan • Alur • Sungkur • Pelepasan	Mencari luas kerusakan	m ²
Kerusakan Tipe II • Cacat tepi perkerasaan • Retak refleksi sambungan • Penurunan bahu jalan • Retak memanjang dan melintang	Mengukur Panjang kerusakan	m
Kerusakan Tipe III • Lubang	Menhitung Banyak Lubang	n

Sumber : Shahin (1994)

Data-data survey kerusakan jalan dapat diukur sesuai tingkat kerusakan, menurut Shahin (1994) tingkat kerusakan setiap jenis kerusakan dibagi menjadi tiga bagian yaitu L (Low), M (Medium), dan H (High).

Berikut adalah cara mengidentifikasi kerusakan menurut Shahin (1994).

Berikut adalah cara membedakan jenis kerusakan:

Tabel 3.3 Tingkat Kerusakan Retak Kulit Buaya (*Alligator Cracking*)

Tingkat Kerusakan	Identifikasi Kerusakan	Pilihan 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 dengan gompal ringan	Penambalan parsial, atau diseluruh kedalaman, lapisan tambahan, rekonstruksi
H	Jaringan dan pola retak terlanjut, sehingga pecahan-pecahan dapat diketahui dengan mudah, dan dapat terjadi gompal dipinggir. Beberapa pecahan mengalami <i>rocking</i> akibat lalu lintas	Penambalan parsial, atau diseluruh kedalaman, lapisan tambahan, rekonstruksi

Sumber : Shahin (1994)



(1)



(2)



(3)

Gambar 3.1 (1) Low; (2) Medium; (3) High Alligator Cracking

Tabel 3.4 Tingkat Kerusakan Rerak Samping Jalan (*Edge Cracking*)

Tingkat Kerusakan	Identifikasi Kerusakan	Pilihan Perbaikan
L	Retak sedikit sampai sedang dengan 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, penambahan parsial
H	Banyak pecahan atau butiran lepas disepanjang tepi perkerasan	Penambahan parsial

Sumber : Shahin (1994)



(1)



(2)

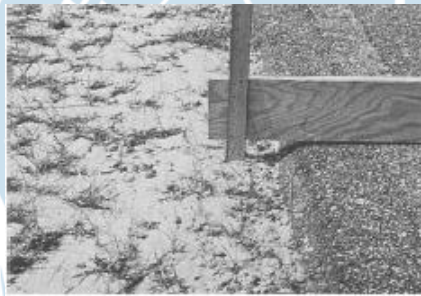


(3)

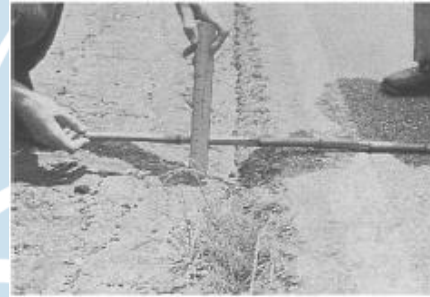
Gambar 3.2 (1) Low; (2) Medium; (3) High Edge Cracking**Tabel 3.5 Tingkat Kerusakan Penurunan pada Bahu Jalan (*Lane/Shoulder Drop Off*)**

Tingkat Kerusakan	Identifikasi Kerusakan	Pilihan Perbaikan
L	Beda elevasi antar pinggir perkerasan dan bahu jalan 1 – 2 in. (25 – 51 mm)	Perataan kembali dan bahu diurug agar elevasi sama dengan tinggi jalan
M	Beda elevasi >2 – 4 in. (51 – 102 mm)	
H	Beda elevasi > 4 in. (102 mm)	

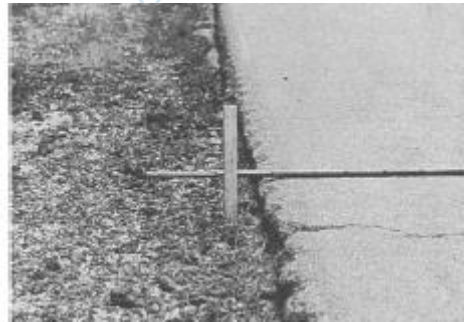
Sumber : Shahin (1994)



(1)



(2)



(3)

Gambar 3.3 (1) Low; (2) Medium; (3) High Lane/Shoulder Drop Off

**Tabel 3.6 Tingkat Kerusakan Retak Memanjang Dan Melintang
(Longitudinal & Transversal Cracks)**

Tingkat Kerusakan	Identifikasi Kerusakan	Pilihan 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 cracks</i>) $> 1/8$ in
M	Satu dari kondisi berikut yang terjadi: 1. Retak tak terisi, lebar $< 3/8 - 3$ in (10 – 76 mm) 2. Retak tak terisi, sembarang lebar 3 in (76 mm) dikelilingi retak acak ringan 3. Retak terisi, sembarang lebar yang dikelilingi retak acak ringan.	Penutupan retakan
H	Satu dari kondisi berikut yang terjadi: 1. Sembarang retak terisi atau tak terisi dikelilingi dengan retak acak, kerusakan sedang atau tinggi 2. Retak tak terisi lebih dari 3 in (76 mm) 3. Retak sembarang lebar dengan beberapa inci disekitar retakan, pecah (retak berat menjadi pecahan)	Penutupan retakan, penambalan kedalam parsial

Sumber: Shahin, 1994



(1)



(2)



(3)

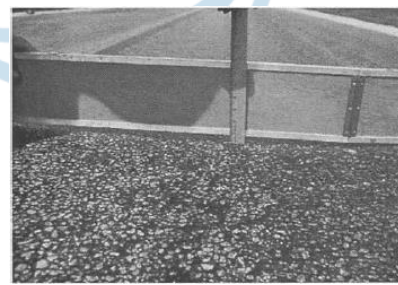
Gambar 3.4 (1) *Low*; (2) *Medium*; (3) *High Longitudinal & Transversal Cracks*Tabel 3.7 Tingkat Kerusakan Alur (*Rutting*)

Tingkat Kerusakan	Identifikasi Kerusakan	Pilihan Perbaikan
L	Kedalaman alur rata-rata $\frac{1}{4}$ – $\frac{1}{2}$ in. (6–13 mm)	Belum perlu diperbaiki, lapisan tambahan
M	Kedalaman alur rata-rata $\frac{1}{2}$ –1 in. (13–25,5 mm)	Penambalan dangkal, parsial atau diseluruh kedalaman, lapisan tambahan
H	Kedalaman alur rata-rata >1 in. (25,4 mm)	Penambalan dangkal, parsial atau diseluruh kedalaman, dan lapisan tambahan

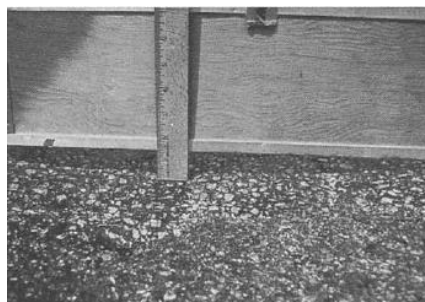
Sumber: Shahin, 1994



(1)



(2)



(3)

Gambar 3.5 (1) *Low*; (2) *Medium*; (3) *High Rutting*

Tabel 3.8 Tingkat Kerusakan Tambalan Dan Tambalan Galian Utilitas (*Patching And Utility Cut Packing*)

Tingkat Kerusakan	Identifikasi Kerusakan	Pilihan Perbaikan
L	Tambalan dalam kondisi baik dan memuaskan. Kenyamanan kendaraan dinilai terganggu sedikit atau lebih baik.	Belum perlu diperbaiki
M	Tambalan sedikit rusak. Kenyamanan kendaraan agak terganggu	Belum perlu diperbaiki, tambalan dibongkar
H	Tambalan sangat rusak. Kenyamanan kendaraan sangat terganggu	Tambalan dibongkar

Sumber: Shahin, 1994



(1)



(2)



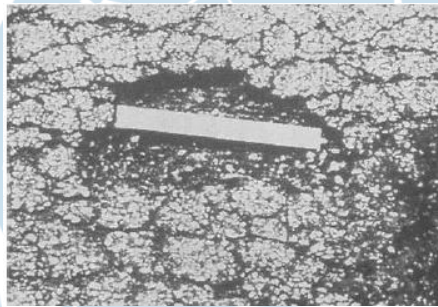
(3)

Gambar 3.6 (1) Low; (2) Medium; (3) High Patching and Utility Cut Packing

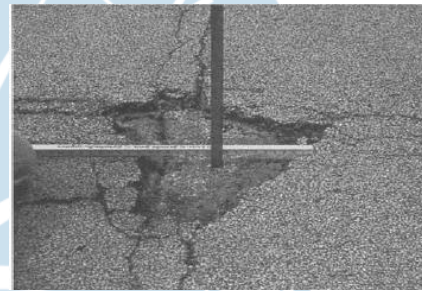
Tabel 3.9 Tingkat Kerusakan Lubang (*Potholes*)

Kedalaman Maks Lubang (mm)	Diameter Lubang Rerata (mm)		
	102–203	203–457	457–762
12,7–25,4	<i>Low</i>	<i>Low</i>	<i>Medium</i>
25,4–50,8	<i>Low</i>	<i>Medium</i>	<i>High</i>
>50,8	<i>Medium</i>	<i>Medium</i>	<i>High</i>
L : Belum perlu diperbaiki; penambahan parsial atau diseluruh kedalaman M : Penambalan parsial atau diseluruh kedalaman H : Penambalan diseluruh kedalaman			

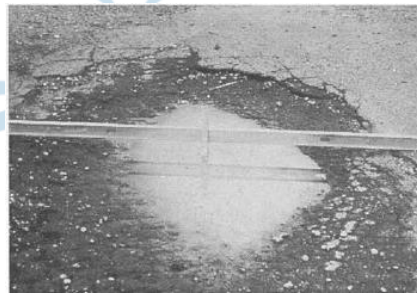
Sumber: Shahin, 1994



(1)



(2)



(3)

Gambar 3.7 (1) *Low*; (2) *Medium*; (3) *High Potholes*Tabel 3.10 Tingkat Kerusakan Pelepasan Butir (*Weathering/Raveling*)

Tingkat Kerusakan	Identifikasi Kerusakan	Pilihan 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, tak dapat ditembus mata uang logam	Belum perlu diperbaiki, penutup permukaan, perawat permukaan

Lanjutan Tabel 3.10

Tingkat Kerusakan	Identifikasi Kerusakan	Pilihan Perbaikan
M	Aggregat atau pengikat telah lepas. Tekstur permukaan agak kasar dan berlubang. Jika ada tumpahan oli permukaannya lunak, dan dapat ditembus mata uang logam	Belum perlu diperbaiki, perawat permukaan, lapisan tambahan
H	Aggregat atau pengikat telah banyak lepas. Tekstur permukaan sangat kasar dan mengakibatkan banyak lubang. Diameter luasan lubang <4 in (10 mm) dan kedalaman ½ in (13 mm). Luas lubang lebih besar dari ukuran ini, dihitung sebagai kerusakan lubang (<i>photoles</i>). Jika ada tumpahan oli permukaannya lunak, pengikat aspal telah hilang ikatannya sehingga agregat menjadi longgar	Penutup permukaan, lapisan tambahan, <i>recycle</i> , rekonstruksi

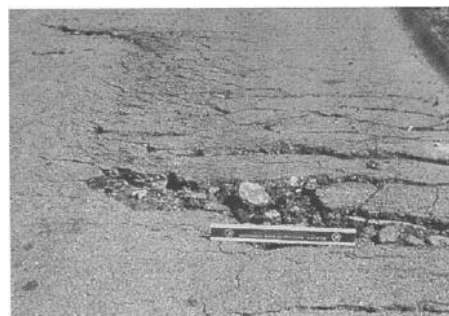
Sumber: Shahin, 1994



(1)



(2)



(3)

Gambar 3.8 (1) Low; (2) Medium; (3) High Weathering/Raveling

Tabel 3.11 Tingkat Kerusakan Perlintasan Jalan Rel (*Railroad Crossing*)

Tingkat Kerusakan	Identifikasi Kerusakan	Pilihan Perbaikan
L	Persilangan jalan rel menyebabkan sedikit gangguan kenyamanan kendaraan	Belum perlu diperbaiki
M	Persilangan jalan rel menyebabkan cukup gangguan kenyamanan kendaraan	Penambalan dangkal atau kedalaman parsial; persilangan direkonstruksi
H	Persilangan jalan rel menyebabkan gangguan besar pada kenyamanan kendaraan	Penambalan dangkal atau kedalaman parsial; persilangan direkonstruksi

Sumber: Shahin, 1994



(1)



(2)



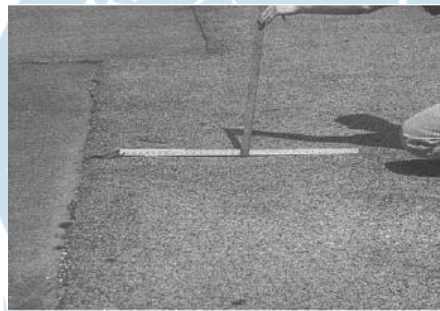
(3)

Gambar 3.9 (1) Low; (2); (3) High Railroad Crossing

Tabel 3.12 Tingkat Kerusakan Sungkur (Shoving)

Tingkat Kerusakan	Identifikasi Kerusakan	Pilihan Perbaikan
L	Menyebabkan sedikit gangguan kenyamanan kendaraan	Belum perlu diperbaiki, lapisan tambahan
M	Menyebabkan cukup gangguan kenyamanan kendaraan	Penambalan parsial atau diseluruh kedalaman
H	Menyebabkan gangguan besar pada kenyamanan kendaraan	Penambalan parsial atau diseluruh kedalaman

Sumber: Shahin, 1994



(1)



(2)



(3)

Gambar 3.10 (1) Low; (2) Medium; (3) High Shoving

3.2.1 Perhitungan PCI (*Pavement Condition Index*)

Perhitungan PCI dapat diketahui dari persentase luasan suatu jenis kerusakan dibagi dengan luasan total dari segmen tersebut, nilai tersebut

dinamakan kadar kerusakan atau nilai densitas. Nilai tersebut dibedakan menjadi beberapa tipe kerusakan dan dapat dinyatakan dengan rumus sebagai berikut:

1. Kerusakan tipe 1

$$\text{Densitas (\%)} = \frac{A_d}{A_s} \times 100\% \dots\dots\dots(3.1)$$

2. Kerusakan tipe 2

$$\text{Densitas (\%)} = \frac{L_d}{A_s} \times 100\% \dots\dots\dots(3.2)$$

3. Kerusakan tipe 3

$$\text{Densitas (\%)} = \frac{N}{A_s} \times 100\% \dots\dots\dots(3.3)$$

Keterangan :

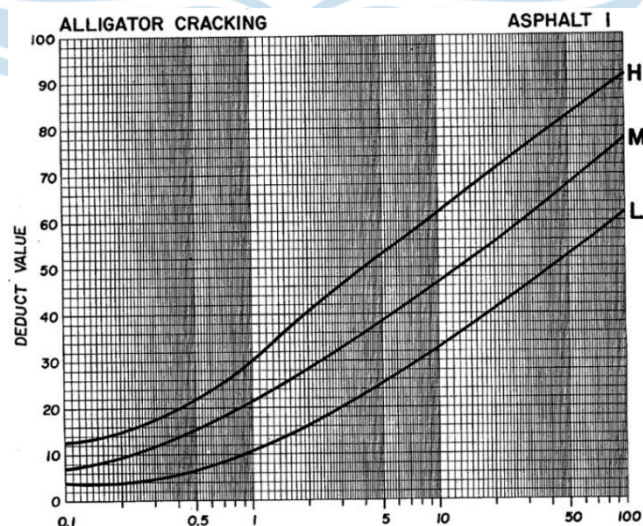
A_d : luas total dari setiap jenis dan tingkat kerusakan (m^2)

L_d : panjang total dari jenis dan tingkat kerusakan (m).

N : Jumlah banyaknya lubang tiap keparahan

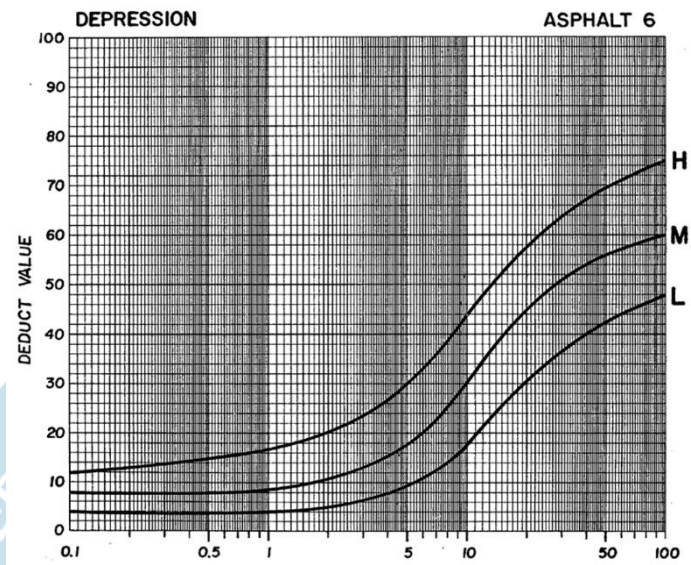
A_s : luas total tiap segmen (m^2)

Setelah ditemukan hasil dari nilai disentitas selanjutnya adalah menentukan nilai pengurangan (*deduct value*) untuk tiap jenis kerusakan yang diperoleh dari kurva hubungan antara nilai disentitas dan nilai pengurangan. F



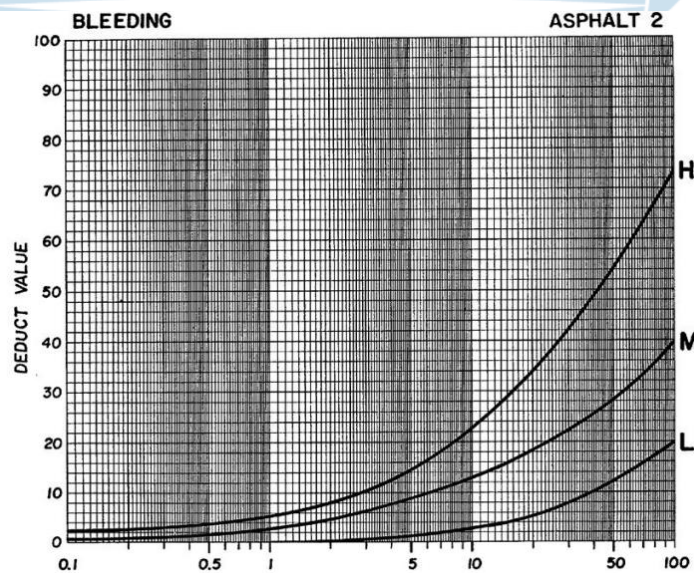
Gambar 3.11 Deduct Value for Aligator Cracking

Sumber: Shahin (2005)



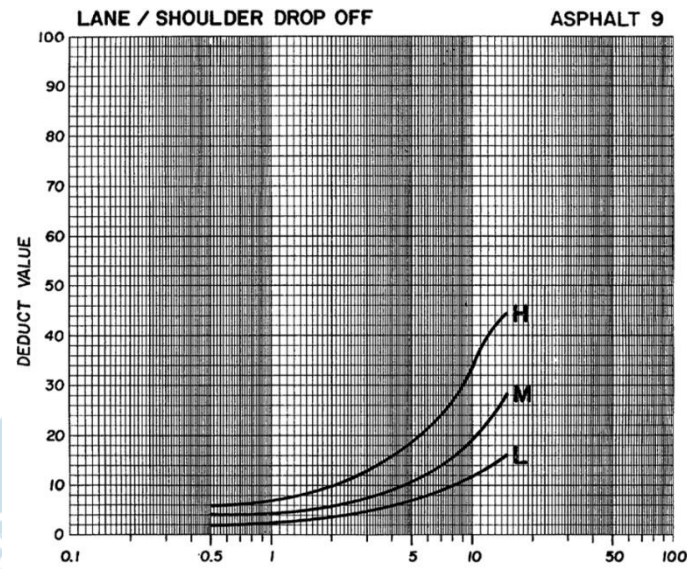
Gambar 3.12 Deduct Value for Depression

Sumber: Shahin (2005)



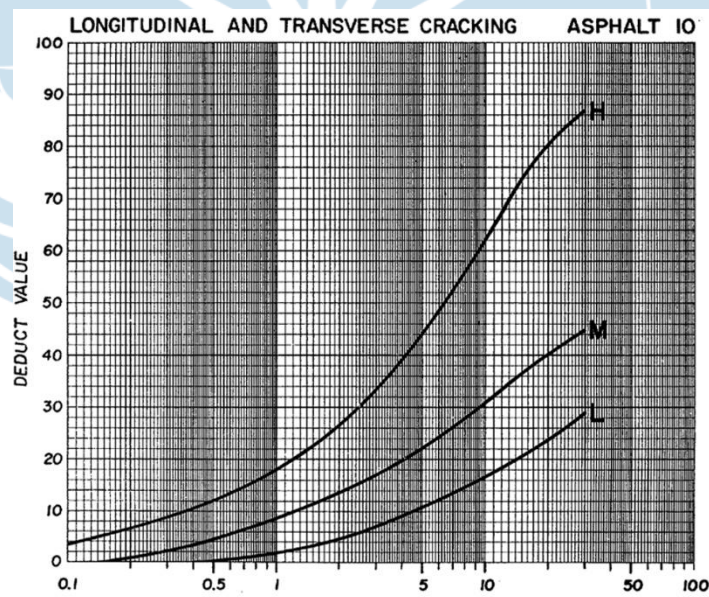
Gambar 3.13 Deduct Value for Bleeding

Sumber: Shahin (2005)



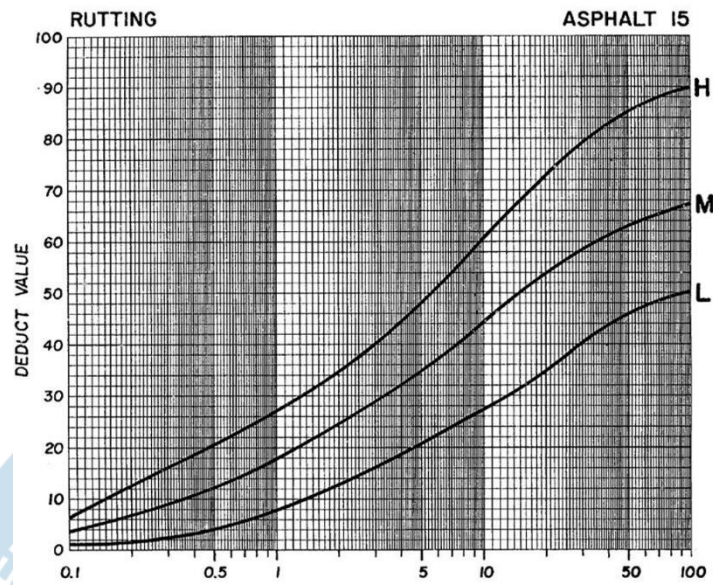
Gambar 3.14 Deduct Value for Lane / Shoulder Drop Off

Sumber: Shahin (2005)



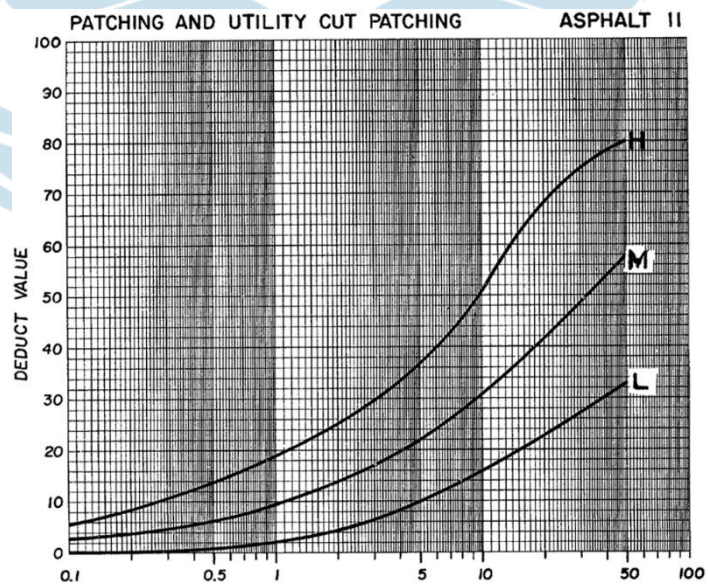
Gambar 3.15 Deduct Value for Long and Trans Cracking

Sumber: Shahin (2005)



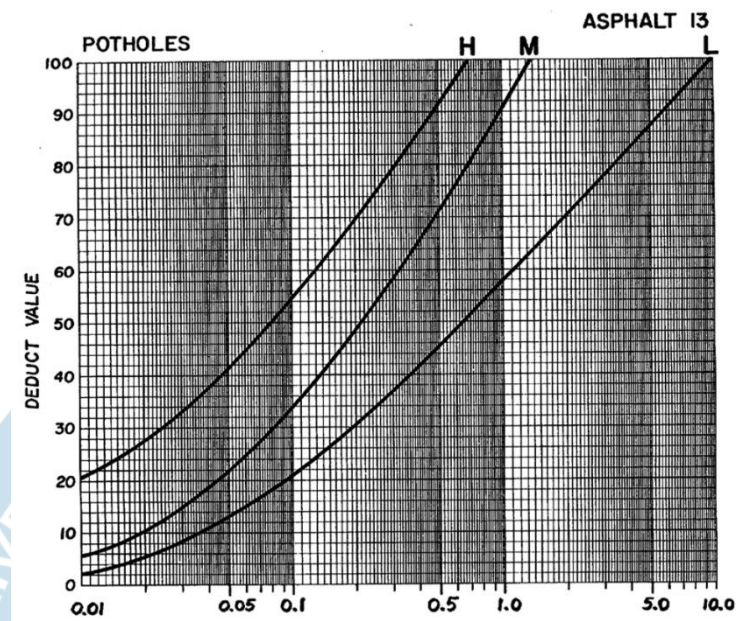
Gambar 3.16 Deduct Value for Rutting

Sumber: Shahin (2005)



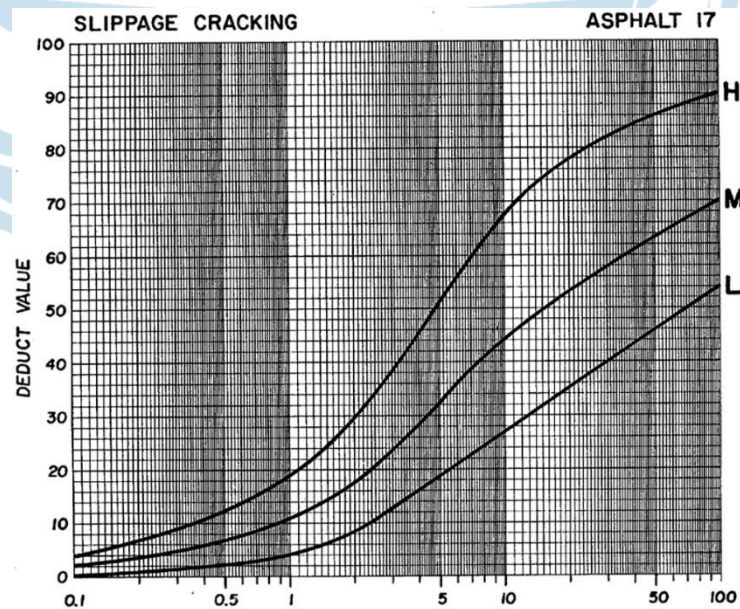
Gambar 3.17 Deduct Value for Patching and Utility Cut Patching

Sumber: Shahin (2005)



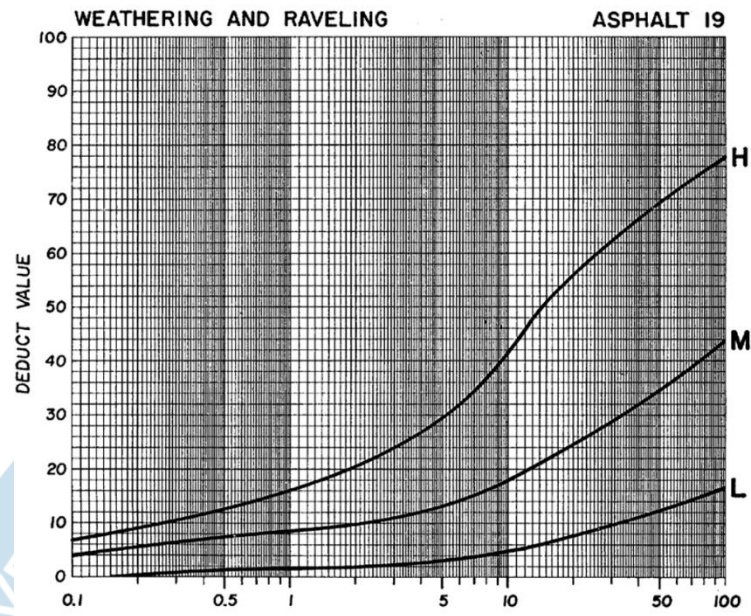
Gambar 3.18 Deduct Value for Potholes

Sumber: Shahin (2005)



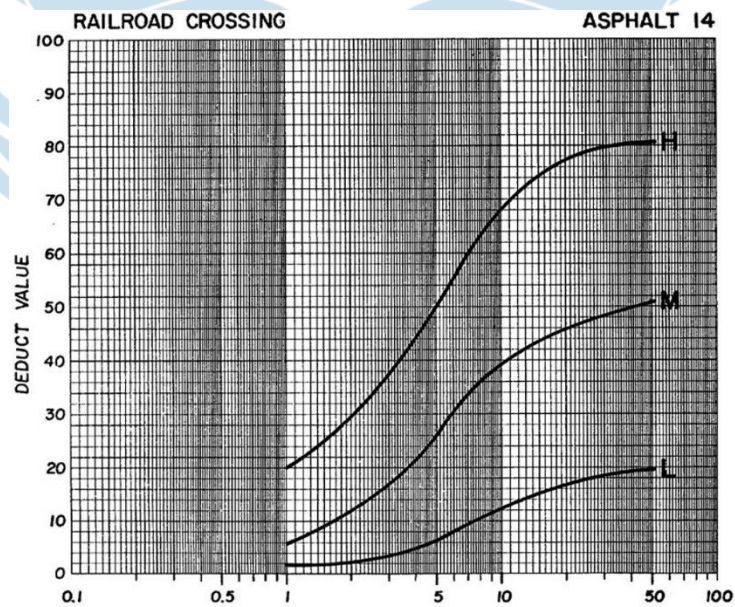
Gambar 3.19 Deduct Value for Slippage Cracking

Sumber: Shahin (2005)



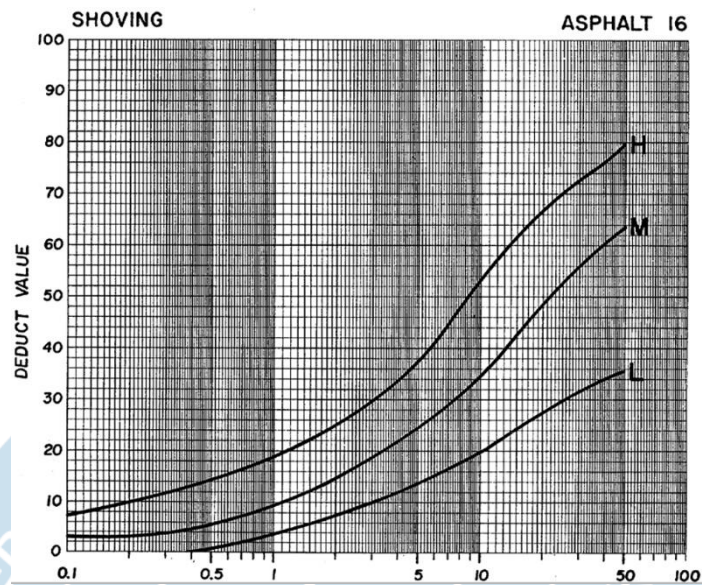
Gambar 3.20 Deduct Value for Weathering and Raveling

Sumber: Shahin (2005)



Gambar 3.21 Deduct Value for Railroad Crossing

Sumber: Shahin (2005)

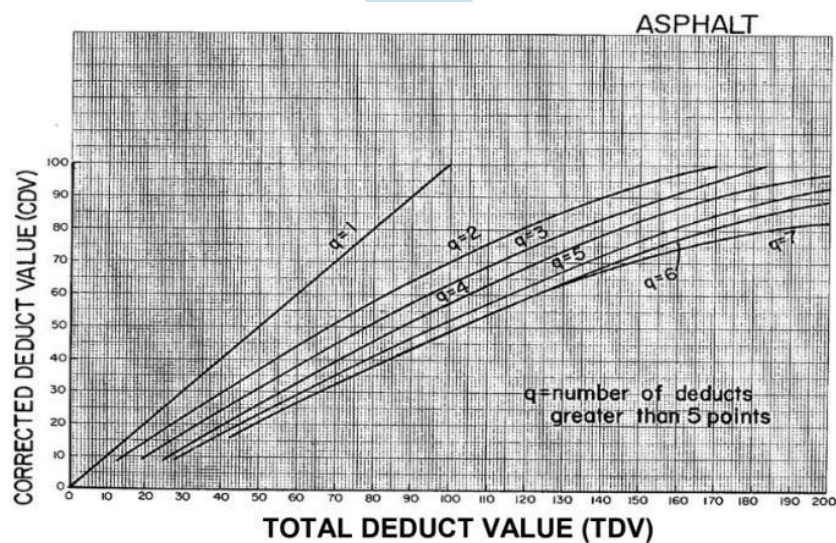


Gambar 3.22 Deduct Value for Shoving

Sumber: Shahin (2005)

Setelah mendapatkan hasil dari deduct value dari sebuah segmen bagian jalan, selanjutnya kita mencari total deduct value, total deduct value adalah hasil penjumlahan dari semua deduct value tiap – tiap jenis dan tingkat dari kerusakan jalan.

Hasil dari total deduct value akan digunakan untuk mencari corrected deduct value dengan mencari garis yang berpotongan pada lengkungan q (q = individual dari deduct value yang mempunyai nilai lebih besar dari 5).



Gambar 3.23 kurva Corrected Deduct Value (CDV)

Setelah diperoleh nilai CDV dari kurva, maka dapat diketahui nilai PCI(s), dengan perhitungan dengan rumus berikut:

$$PCI_{(s)} = 100 - CDV \dots\dots\dots(3.4)$$

Keterangan:

PCI(s) = nilai PCI dari tiap segmen

CDV = nilai CDV dari tiap segmen

Selanjutnya untuk menentukan nilai PCI secara keseluruhan menggunakan rumus sebagai berikut:

$$PCI_f = \sum \frac{PCI_{(s)}}{N} \dots\dots\dots(3.5)$$

Keterangan :

PCI = Nilai PCI perkerasan keseluruhan

PCI(s) = Nilai PCI untuk tiap segmen

N = Jumlah segmen

3.2 **Metode Bina Marga**

Metode Bina Marga (BM) ini merupakan metode yang sering digunakan untuk mengidentifikasi jalan di Indonesia. Hasil yang didapatkan dari metode ini adalah urutan prioritas dalam program pemeliharaan. saat melakukan survey lapangan, yang perlu diperhatikan saat menggunakan metode BM adalah kekasaran permukaan, lubang, tambalan, retak, alur dan ambblas. Selain menggunakan survey kerusakan jalan metode ini juga menggunakan survey lalu lintas harian rata-rata (LHR).

Metode Bina Marga menggunakan perhitungan urutan prioritas (UP) dan mengklasifikasi untuk menentukan penanganannya. Berikut adalah klasifikasi dari metode Bina Marga:

1. UP 0 – 3, jalan harus dimasukkan dalam program peningkatan
2. UP 4 – 6, jalan dimasukan program pemeliharaan berkala
3. UP > 7, jalan dimasukan program pemeliharaan rutin

3.2.1 Prosedur Analisa Data Metode Bina Marga

Metode Bina Marga 1990 memiliki prosedur awal untuk melakukan perhitungan, yaitu menetapkan jenis kelas jalan dan menghitung nilai EMPnya berdasarkan kajian dari MKJI 1997

Tabel 3.13 Nilai EMP Menurut MKJI 1997

Tipe Kendaraan	Nilai EMP
Kendaraan Ringan atau <i>Light Vehicle (LV)</i>	1,0
Kendaraan Besar atau <i>Heavy Vehicle (HV)</i>	1,3
Sepeda Motor atau <i>Motorcycle (MC)</i>	0,5

Sumber : MKJI 1997

Setelah mendapatkan nilai EMP menurut pembagian dari MKJI (1997), menentukan volume dari lalu lintas menggunakan data sekunder (data dari dinas PUPR) maupun data primer (survei lapangan). Setelah mendapatkan volume dan nilai emp, selanjutnya menentukan nilai dari smp/jam. Yang nantinya nilai smp/jam dari LHR yang didapatkan akan digunakan untuk menentukan nilai kelas jalan.

$$LHR = emp \times volume \text{ lalu lintas} \dots\dots\dots(3.6)$$

Keterangan:

LHR : Lalu Lintas Harian (smp/hari)
Emp : Ekuivalensi Mobil Penumpang

Tabel 3.14 LHR dan Nilai Kelas Jalan

LHR (smp/hari)	Nilai Kelas Jalan
< 20	0
20–50	1
50–200	2
200–500	3
500–2000	4
2000–5000	5
5000–20000	6
20000–50000	7
>50000	8

Sumber : Tata Cara Penyusunan Program Pemeliharaan Jalan Kota

Setelah mendapatkan nilai dari kelas jalan, selanjutnya Menghitung parameter untuk setiap jenis kerusakan dan melakukan penilaian terhadap jenis kerusakan, berdasarkan Tabel 3.15

Tabel 3.15 Penentuan Angka Kondisi Berdasarkan Jenis Krusakan Jalan

Retak-retak (<i>Cracking</i>)	
Tipe	Angka
Buaya	5
Acak	4
Melintang	3
Memanjang	1
Tidak Ada	1
Lebar	Angka
> 2 mm	3
1 – 2 mm	2
< 1 mm	1
Tidak ada	0
Luas Kerusakan	Angka
> 30%	3
10% - 30%	2
< 10%	1
Tidak ada	0
Alur	
Kedalaman	Angka
> 20 mm	7
11 – 20 mm	5
6 – 10 mm	3
0 – 5 mm	1
Tidak ada	0
Tambalan dan Lubang	
Luas	Angka
> 30%	3
20 – 30%	2
10 – 20%	1
< 10%	0

Lanjutan Tabel 3.15

Kekasaran Permukaan	
Jenis	Angka
Disintegration	4
Pelepasan Butir	3
Rough	2
Fatty	1
Close Texture	0
Amblas	
	Angka
> 5/100 m	4
2 - 5/100 m	2
0 – 2/100 m	1
Tidak Ada	0

Sumber: Tata Cara Penyusun Program Pemeliharaan Kota

Kemudian setiap angka untuk masing – masing jenis kerusakannya dijumlahkan dan digunakan untuk menetapkan nilai kondisi jalan.

3.3 Penanganan Kerusakan dengan Manual Desain Perkerasan Jalan 2017

Manual Desain Perkerasan Jalan 2017 (MDP) termaksud salah satu metode Bina Marga dari pembaharuan Manual Perkerasan Desain Jalan 2013. Pada metode ini penanganan disesuaikan berdasarkan hasil analisis dari kerusakan metode Bina Marga dan PCI. Untuk penanganan dari kerusakan, penambalan tebal lapis (*overlay*) dibutuhkan data lendutan. Lendutan yang digunakan dalam perhitungan diperoleh dari hasil pengujian dengan alat *Falling Weight Deflectometer* (FWD)

3.3.1 Faktor pertumbuhan lalu lintas

Faktor pertumbuhan lalu lintas diperoleh dari Tabel 3.6 dibawah ini.

Tabel 3.16 Faktor Pertumbuhan Lalu Lintas (i)

	Jawa	Sumatra	Kalimantan	Rata- Rata Indonesia
Arteri dan perkotaan (%)	4,80	4,83	5,14	4,75
Kolektor rural (%)	3,50	3,50	3,50	3,50
Jalan Desa (%)	1,00	1,00	1,00	1,00

Sumber : Direktorat Jendral Bina Marga 2017

Kemudian menghitung faktor pertumbuhan kumulatif (*Cumulative Growth Factor*) yang digunakan untuk menghitung pertumbuhan lalu lintas selama umur rencana menggunakan rumus sebagai berikut

$$R = \frac{(1+(0,01 \times i)^{UR}-1)}{0,01 \times i} \dots\dots\dots(3.7)$$

Keterangan:

R = Faktor pertumbuhan lalu lintas kumulatif
i = Laju pertumbuhan lalu lintas tahunan (%)
UR = Umur rencana (tahun)

3.3.2 Faktor ekivalen beban (VDF)

Faktor ekivalen beban atau *Vehicle Damage Factor* merupakan perbandingan tingkat kerusakan akibat sumbu tunggal kendaraan terhadap lintas sumbu tunggal (Idris dkk, 2009), nilai VDF dapat dibedakan tiap jenis kendaraan seperti Gambar 3.24 dibawah ini

Jenis kendaraan	Sumatera				Jawa				Kalimantan				Sulawesi				Bali, Nusa Tenggara, Maluku dan Papua			
	Beban aktual		Normal		Beban aktual		Normal		Beban aktual		Normal		Beban aktual		Normal		Beban aktual		Normal	
	VDF 4	VDF 5	VDF 4	VDF 5	VDF 4	VDF 5	VDF 4	VDF 5	VDF 4	VDF 5	VDF 4	VDF 5	VDF 4	VDF 5	VDF 4	VDF 5	VDF 4	VDF 5	VDF 4	VDF 5
5B	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0
6A	0,55	0,5	0,55	0,5	0,55	0,5	0,55	0,5	0,55	0,5	0,55	0,5	0,55	0,5	0,55	0,5	0,55	0,5	0,55	0,5
6B	4,5	7,4	3,4	4,6	5,3	9,2	4,0	5,1	4,8	8,5	3,4	4,7	4,9	9,0	2,9	4,0	3,0	4,0	2,5	3,0
7A1	10,1	18,4	5,4	7,4	8,2	14,4	4,7	6,4	9,9	18,3	4,1	5,3	7,2	11,4	4,9	6,7	-	-	-	-
7A2	10,5	20,0	4,3	5,6	10,2	19,0	4,3	5,6	9,6	17,7	4,2	5,4	9,4	19,1	3,8	4,8	4,9	9,7	3,9	6,0
7B1	-	-	-	-	11,8	18,2	9,4	13,0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
7B2	-	-	-	-	13,7	21,8	12,6	17,8	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
7C1	15,9	29,5	7,0	9,6	11,0	19,8	7,4	9,7	11,7	20,4	7,0	10,2	13,2	25,5	6,5	8,8	14,0	11,9	10,2	8,0
7C2A	19,8	39,0	6,1	8,1	17,7	33,0	7,6	10,2	8,2	14,7	4,0	5,2	20,2	42,0	6,6	8,5	-	-	-	-
7C2B	20,7	42,8	6,1	8,0	13,4	24,2	6,5	8,5	-	-	-	-	17,0	28,8	9,3	13,5	-	-	-	-
7C3	24,5	51,7	6,4	8,0	18,1	34,4	6,1	7,7	13,5	22,9	9,8	15,0	28,7	59,6	6,9	8,8	-	-	-	-

Gambar 3.24 Nilai VDF Tiap Jenis Kendaraan

Sumber: Direktorat Jendral Bina Marga (2007)

3.3.3 Lalu lintas pada lajur rencana

Lajur rencana merupakan salah satu dari lajur lalu lintas dari suatu ruas jalan yang menampung lalu lintas kendaraan niaga (truk dan bus) paling besar.

Faktor arah (DD) dan faktor distribusi lajur kendaraan kendaraan niaga (DL) digunakan untuk menghitung menyesuaikan beban lalu lintas pada lajur rencana dalam kumulatif beban gandar standar (ESA). Nilai factor distribusi arah (DD) umumnya digunakan 0,50 pada jalan dua arah kecuali pada lokasi dengan jumlah kendaraan niaga cenderung lebih tinggi pada satu arah tertentu. Untuk nilai faktor distribusi lajur (DL) ditunjuk pada Tabel 3.17

Tabel 3.17 Faktor Distribusi Lajur

Jumlah lajur setiap arah	Kendaraan niaga pada lajur desain (% terhadap populasi kendaraan niaga)
1	100
2	80
3	60
4	50

Sumber: Direktorat Jendral Bina Marga (2017)

3.3.4 Menentukan nilai ESA4 dan ESA5

Nilai ESA adalah nilai beban sumbu standar lalu lintas pada tiap jenis kendaraan pada lajur rencana selama umur rencana yang dapat dihitung dengan rumus sebagai berikut :

$$ESATH-1 = (\sum LHRJK \times VDFJK) \times 365 \times DD \times DL \times R \dots\dots\dots(3.8)$$

Keterangan :

ESATH-1 = Kumulatif lintasan sumbu standar tahun pertama

LHRJK = Lintas harian rata-rata tiap jenis kendaraan

VDFJK = Faktor ekuivalen beban tiap jenis kendaraan

DD = Faktor distribusi arah

DL = Faktor distribusi lajur

RI = Faktor pengali pertumbuhan lalu lintas kumulatif

3.3.5 Menentukan lengkung lendutan

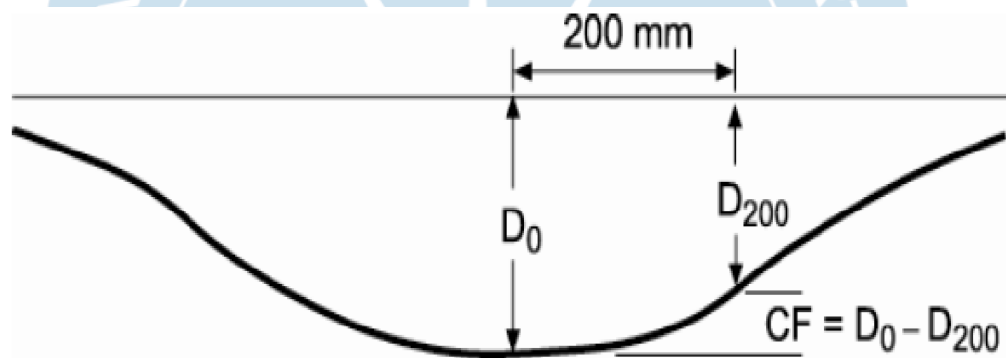
Lengkung lendutan dinyatakan di titik CF (*Curvature Function*) atau dapat juga ditentukan persamaan berikut :

$$CF = D_0 - D_{200} \dots\dots\dots(3.9)$$

Keterangan :

D_0 = Lendutan maksimum pada suatu titik uji (μm)

D_{200} = Lendutan yang terjadi pada titik berjarak 200 mm dari titik uji (μm)



Gambar 3.25 Lengkung Lendutan

Sumber : Direktorat Jendral Bina Marga 2017

3.3.6 Penyesuaian nilai lendutan terhadap musim

Besar lendutan suatu perkerasan aspal dapat dipengaruhi oleh jenis tanah dan kelembaban tanah dasar. Karena kelembaban tanah dipengaruhi oleh iklim, maka ketika survei sebaiknya dilakukan pada musim penghujan karena merupakan keadaan terlemah. Jika survei dilakukan musim kemarau maka nilai lendutan perlu

dikoreksi. Faktor koreksi terhadap musim adalah angka perbandingan lendutan maksimum pada musim penghujan dan musim kemarau.

Faktor koreksi musim kemarau = 1,2

Faktor koreksi musim penghujan = 1,0

3.3.7 Penyesuaian nilai lendutan terhadap suhu

Lapis perkerasan tambahan (overlay) dilakukan di perkerasan berbutir, maka hasil pengukuran lendutan harus dikoreksi, karena temperatur perkerasan mempengaruhi kekakuan dan kinerja perkerasan beraspal dalam merespon beban, apabila temperatur perkerasan ketika pengukuran dan pelayanan berbeda signifikan maka diperlukan faktor koreksi temperatur. Temperatur perkerasan harian suatu lokasi dipengaruhi oleh temperatur perkerasan tahunan rata-rata. Secara umum temperatur perkerasan tahunan rata-rata di Indonesia adalah 42°C di daerah pesisir dan 38°C di daerah pegunungan. Temperatur perkerasan rata-rata (MAPT) yang digunakan disini adalah 42°C. Faktor koreksi temperatur dihitung sebagai berikut :

$$f_t = \frac{MAPT}{\text{Temperatur perkerasan saat pengukuran lendutan}} \dots\dots\dots (3.10)$$

Keterangan :

MAPT = Temperatur perkerasan tahunan rata – rata

Untuk faktor temperature lendutan D D_0 dan D_0 - D_{200} bisa dilihat di tabel

Tabel 3.18 Faktor Koreksi Temperatur Lendutan (D₀)

AMPT Temp_{lapangan}	Tebal Aspal Eksisting (mm)					
	25	50	100	150	200	300
0,50	0,93	0,87	0,81	0,75	0,69	0,59
0,60	0,95	0,91	0,86	0,81	0,76	0,68
0,70	0,96	0,94	0,90	0,87	0,83	0,77
0,80	0,98	0,96	0,94	0,92	0,89	0,85
0,90	0,99	0,98	0,97	0,96	0,94	0,92
1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
1,10	1,01	1,01	1,02	1,03	1,04	1,05
1,20	1,01	1,02	1,04	1,05	1,08	1,10
1,30	1,02	1,04	1,05	1,08	1,12	1,15
1,40	1,02	1,04	1,07	1,10	1,15	1,19
1,50	1,02	1,05	1,09	1,12	1,18	1,22
1,60	1,03	1,06	1,10	1,14	1,21	1,25
1,70	1,03	1,07	1,12	1,16	1,23	1,27
1,80	1,04	1,09	1,13	1,18	1,25	1,28

* (Lendutan pada suhu AMPT)/(Lendutan Pengukuran)

Sumber : Direktorat Jendral Bina Marga (2017)

Tabel 3. 19 Faktor Koreksi Temperatur Lendutan (D₀-D₂₀₀)

AMPT Temp_{lapangan}	Tebal Aspal Eksisting (mm)					
	25	50	100	150	200	300
0,50	0,91	0,76	0,63	0,54	0,41	0,31
0,60	0,93	0,81	0,71	0,64	0,53	0,46
0,70	0,95	0,86	0,78	0,73	0,65	0,60
0,80	0,97	0,91	0,86	0,82	0,77	0,73
0,90	0,98	0,95	0,92	0,91	0,88	0,86
1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
1,10	1,01	1,03	1,05	1,07	1,09	1,11
1,20	1,02	1,06	1,10	1,14	1,18	1,23
1,30	1,03	1,10	1,15	1,20	1,27	1,35
1,40	1,04	1,13	1,20	1,26	1,36	1,46
1,50	1,05	1,15	1,24	1,32	1,44	1,57
1,60	1,05	1,15	1,24	1,32	1,44	1,57
1,70	1,06	1,15	1,28	1,37	1,52	1,67
1,80	1,06	1,18	1,32	1,41	1,59	1,77

* (Lengkungan Lendutan pada suhu AMPT)/(Lendutan Pengukuran)

3.3.8 Faktor koreksi lendutan

Lendutan atau lengkungIlendutan yang diuji menggunakan *benkelmean beam* dan FWD (*Falling Weight Deflectometer*) akan menghasilkan nilai yang berbeda, karena itu diperlukan standarisasi hasil pengukuran seperti pada Tabel 3.20

Tabel 3.20 Faktor Penyesuaian Lendutan (D_0 - D_{200}) ke Benkelmean Beam

Tebal Aspal Eksisting (mm)	Faktor	Tebal Aspal Eksisting (mm)	Faktor
0	1,00	160	1,26
20	1,12	180	1,28
40	1,14	200	1,29
60	1,16	220	1,31
80	1,18	240	1,33
100	1,20	260	1,34
120	1,22	280	1,35
140	1,24	300	1,36

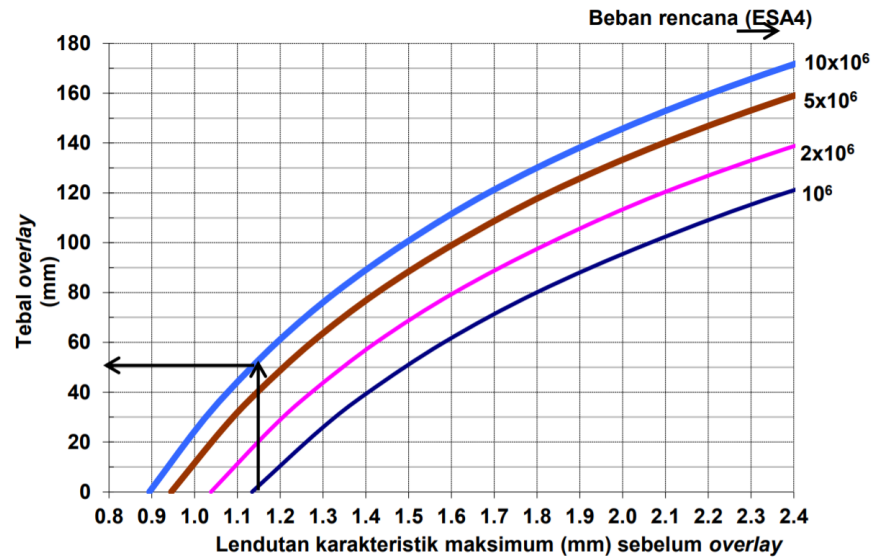
Sumber : Direktorat Jendral Bina Marga (2017)

3.3.9 Cara menentukan tebal lapis

Untuk menentukan tebal lapis tambahan digunakan beberapa grafik sesuai kriteria masing – masing sebagai berikut :

1. Kondisi lalu lintas < 100000 ESA4

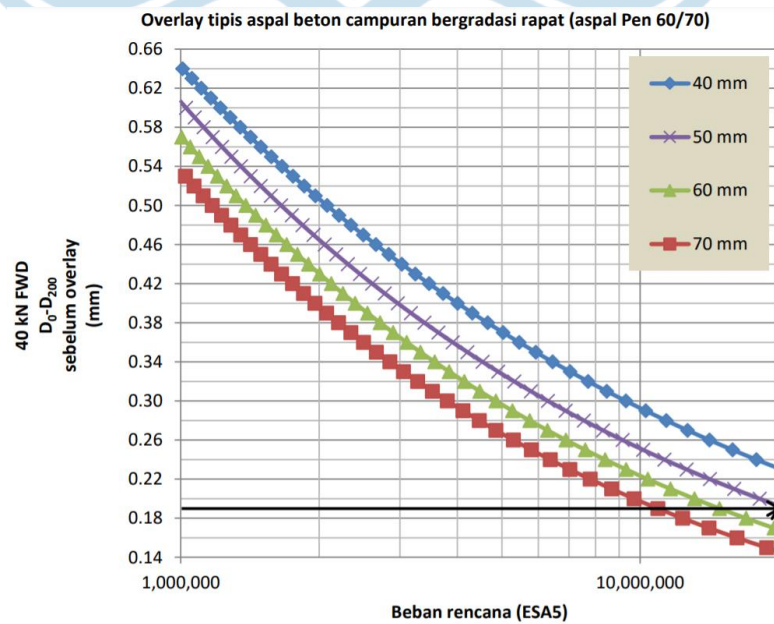
Retak leleh bukan merupakan kerusakan yang umum terjadi padaIjalan dengan lalu lintas ringan dan perkerasan dengan HRS. Berdasarkan pertimbangan itu, desain jalan dengan beban lalu lintas rencana lebih kecil dari 100.000 ESA4 dan perkerasan dengan HRS kinerja *fatigue overlay* tidak diperlukan. Desain tebal *overlay* cukup dengan pendekatan lendutan maksimum (D_0) sesuai solusi berdasarkan Gambar 3.26



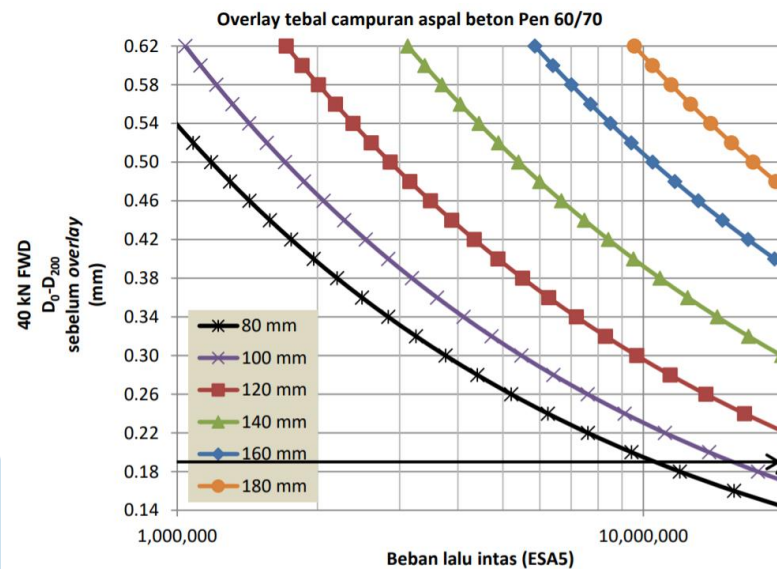
Gambar 3.26 Solusi Overlay Berdasarkan Lendutan Balik

2. Kondisi lalu lintas > 100000 ESA4

Pada jalan dengan lalu lintas lebih besar 100.000 ESA 4 terdapat potensi retak Lelah lapisan aspal. Dengan demikian, kriteria deformasi permanen (pendekatan lendutan maksimum D_0) dan kriteria retak lelah (pendekatan lengkung lendutan, D_0 - D_{200})



Gambar 3.27 Overlay Tipis Aspal Beton



Gambar 3.26 Overlay Tebal Aspal Beton

3. Kondisi lalu lintas $> 10 \times 10^6$ ESA4 atau 20×10^6 ESA5

Overlay dengan beban lalu lintas lebih besar dari 10×10^6 ESA4 atau 20×10^6 ESA5 harus menggunakan prosedur mekanistik empiris atau metode Pt T-01-2002-B atau metode AASHTO 1993. Untuk metode mekanistik empiris, data lendutan permukaan dan tebal eksisting digunakan untuk perhitungan balik nilai modulus lapisan perkerasan, kemudian nilai modulus ini bisa digunakan untuk menentukan solusi desain overlay dengan program analisis perkerasan *multi layer*.