

BAB III

LANDASAN TEORI

3.1 Metode Pavement Condition Index (PCI)

Metode *Pavement Condition Index (PCI)* atau Indeks Kondisi Perkerasan yang dikembangkan oleh *U.S Army Corp of Engineer* (1984) adalah system penilaian kondisi perkerasan jalan. Dalam metode *PCI*, ada 3 (tiga) faktor utama yang digunakan yaitu : tipe kerusakan, tingkat kerusakan, tingkat keparahan kerusakan jumlah atau kerapatan kerusakan (Shahin, 1994). Nilai *PCI* dapat dilihat pada Tabel 3.1.

Tabel 3.1 Hubungan Antara Nilai *PCI* Dengan Kondisi Jalan

Nilai <i>PCI</i>	Kondisi
0 – 10	Gagal (<i>failer</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>)

Sumber : Shahin, 1994

3.1.1. Kerapatan (*Density*)

Kerapatan adalah persentase luas atau panjang total dari satu jenis kerusakan terhadap luas atau panjang total bagian jalan yang diukur, bisa dalam m² atau dalam meter persegi atau meter panjang (Shahin, 1994).

$$\text{Density} = \frac{A}{A} \times 100\% \dots\dots\dots (3.1)$$

Atau

$$\text{Density} = \frac{L}{A} \times 100\% \dots\dots\dots (3.2)$$

Dengan:

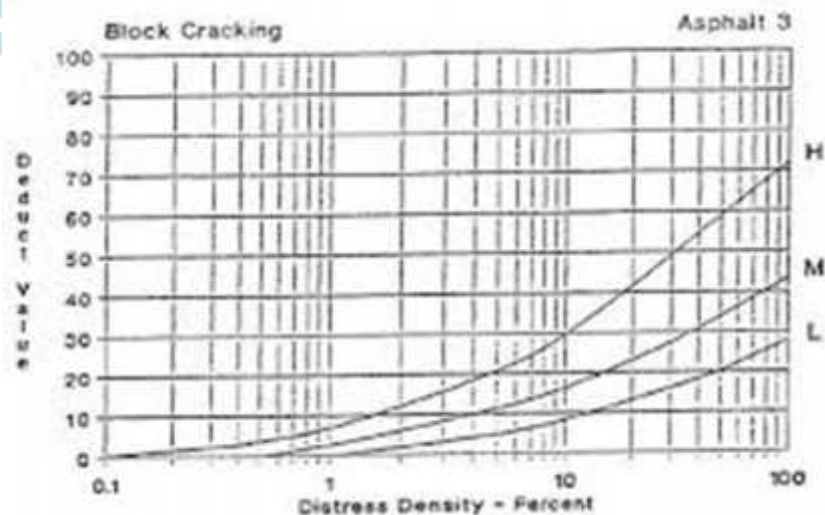
Ad : Luas total dari satu jenis perkerasan untuk setiap tingkat keparahan kerusakan (m^2)

Ld : Panjang total jenis kerusakan untuk tiap tingkat keparahan kerusakan (m^2)

As : Luas total unit sampel (m^2).

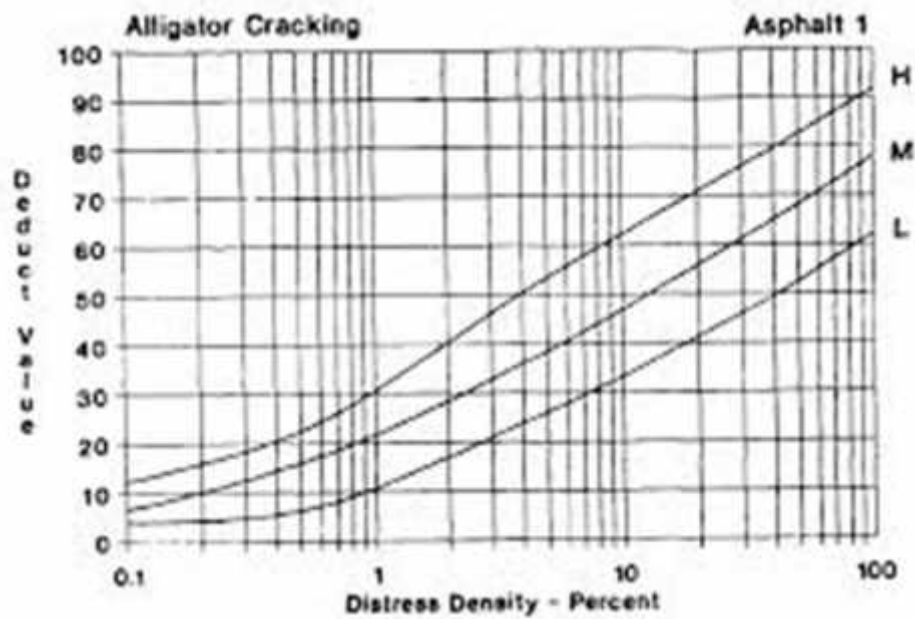
3.1.2. Nilai Pengurangan (*Deduct Value*)

Deduct Value merupakan nilai pengurangan untuk tiap jenis kerusakan yang diperoleh dari kurva hubungan antara *density* dan *deduct value*. *Deduct Value* juga dibedakan atas tingkat kerusakan untuk tiap-tiap jenis kerusakan.

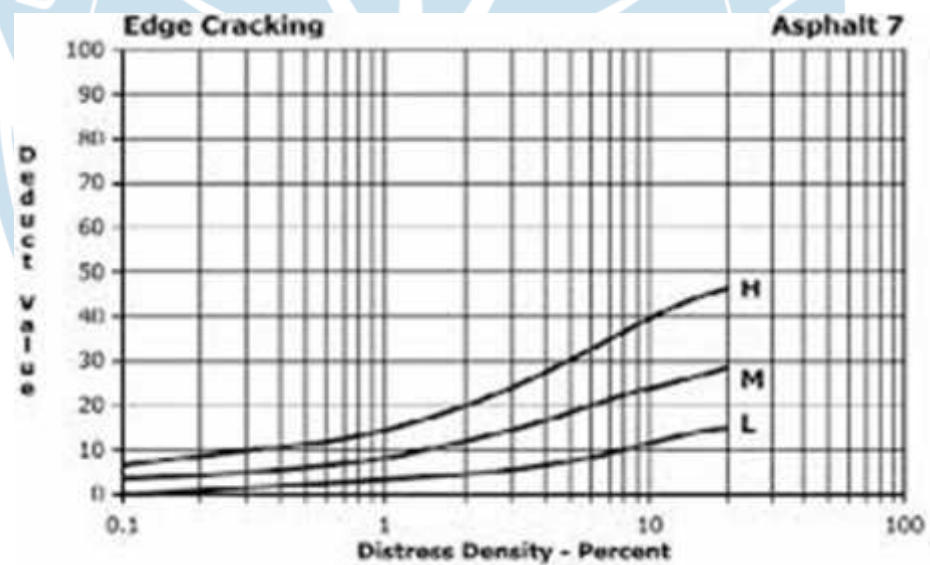


Gambar 3.1. Deduct Value Retak Kotak-Kotak

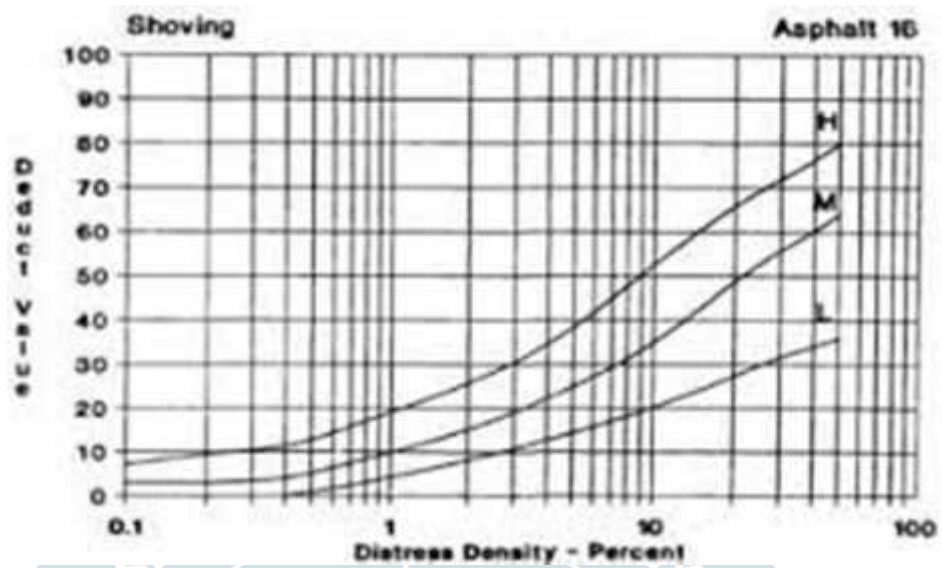
Sumber : Shahin, 1994



Gambar 3.2. Deduct Value Retak Kulit Buaya
Sumber : Shahin, 1994

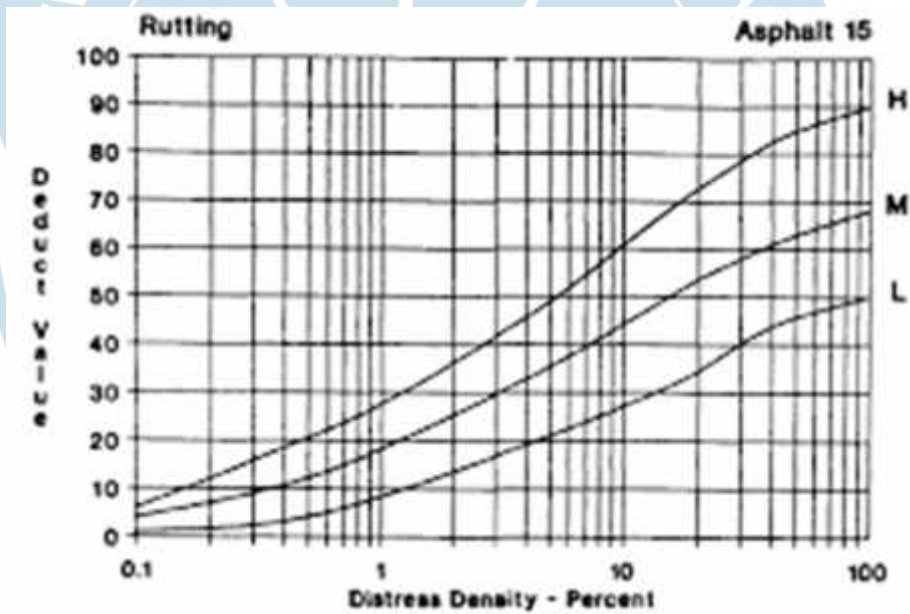


Gambar 3.3. Deduct Value Cacat Tepi Perkerasan (Edge Cracking)
Sumber : Shahin, 1994



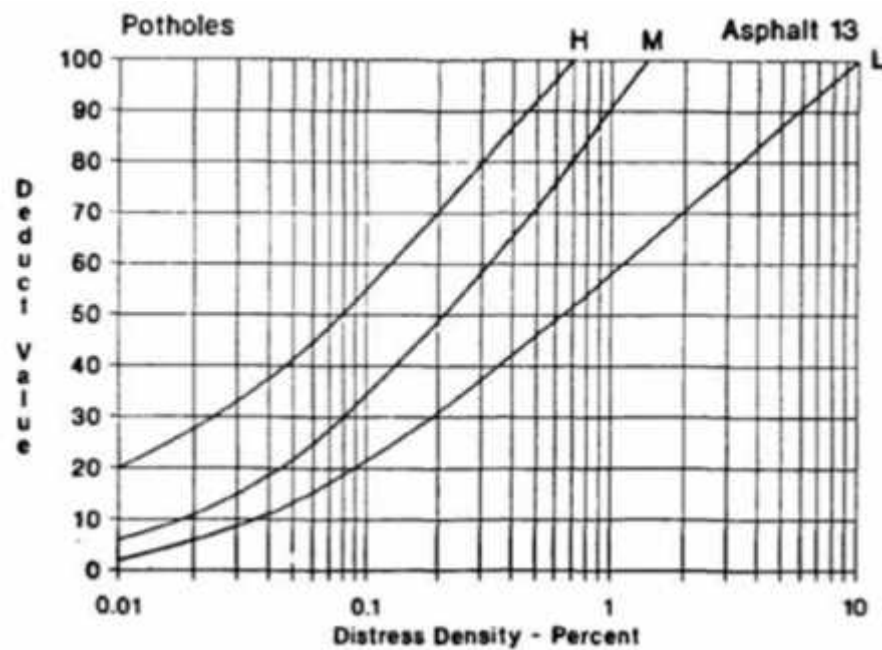
Gambar 3.4. *Deduct Value Sungkur (Shoving)*

Sumber : Shahin, 1994



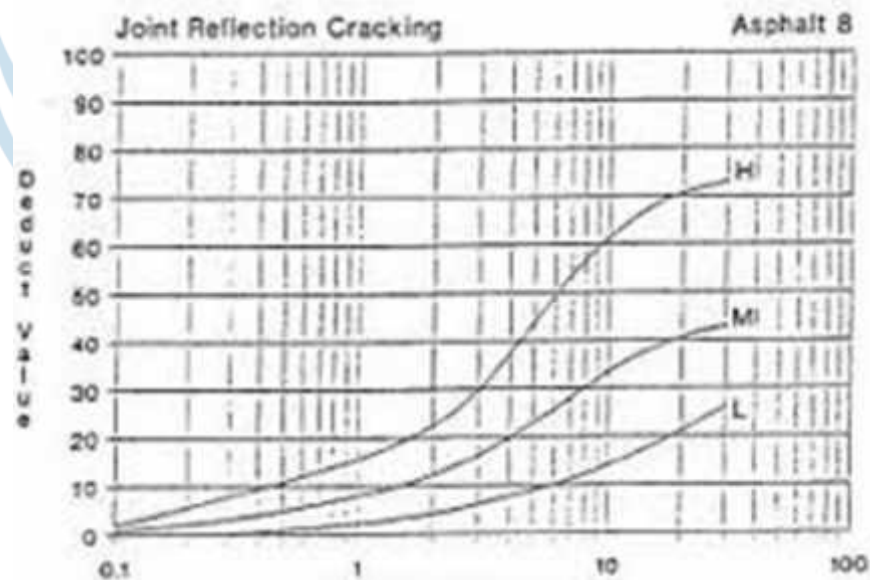
Gambar 3.5. *Deduct Value Alur (Rutting)*

Sumber : Shahin, 1994



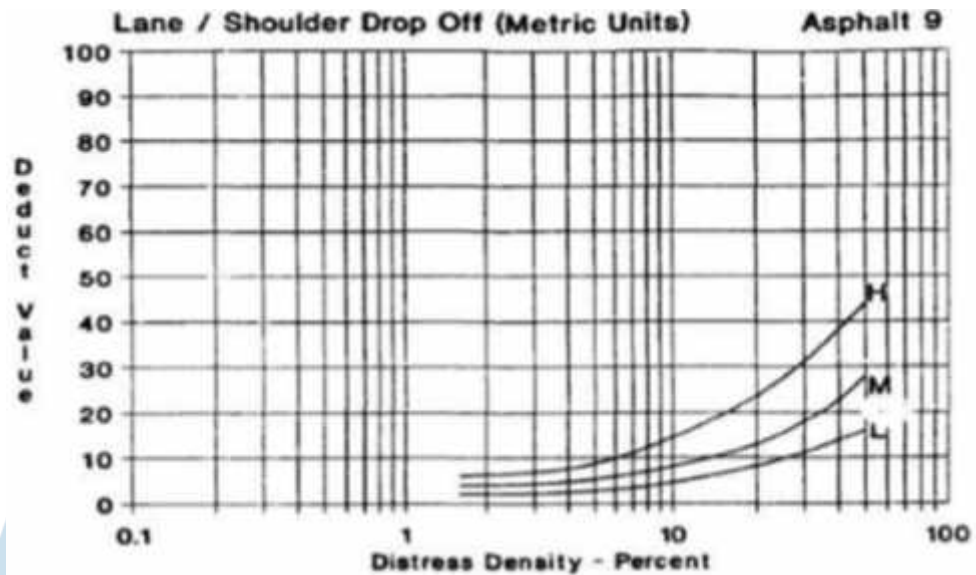
Gambar 3.6. Deduct Value Lubang (Potholes)

Sumber : Shahin, 1994



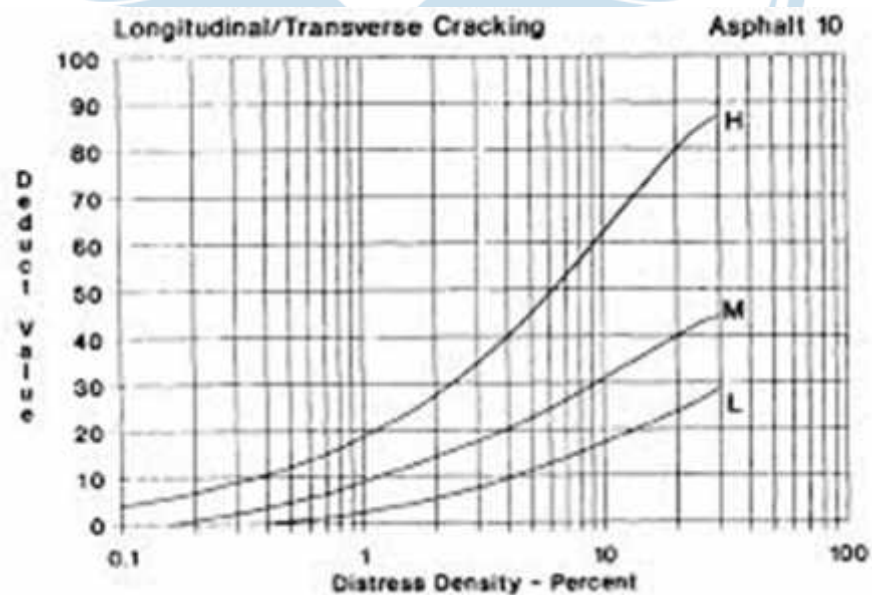
Gambar 3.7. Deduct Value Retak Sambung (Joint Reflection Cracking)

Sumber : Shahin, 1994



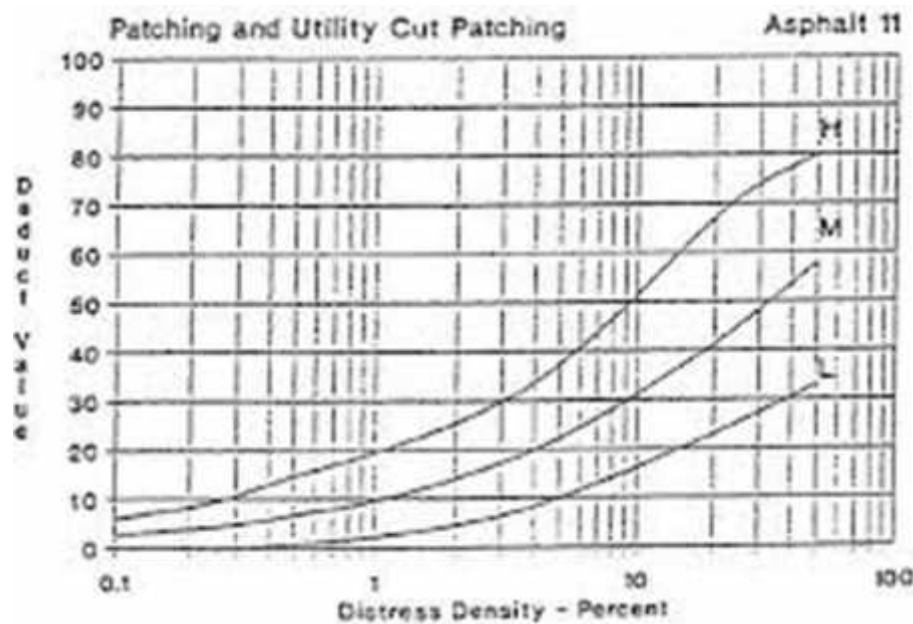
Gambar 3.8. *Deduct Value* Penurunan Bahu pada Jalan (Lane)

Sumber : Shahin, 1994



Gambar 3.9. *Deduct Value* Retak Memanjang dan Melintang (Longitudinal and Transverse Cracking)

Sumber : Shahin, 1994



Gambar 3.10. Deduct Value Tambalan pada Galian Utilitas (*Patching and Utility Cut Patching*)

Sumber : Shahin, 1994

3.1.3. Total Deduct Value (TDV)

Menurut Shahin (1994), TDV merupakan nilai pengurangan total dari individual *deduct value* untuk tiap jenis kerusakan dan tingkat kerusakan yang ada pada suatu unit sampel. Total *Deduct Value* (TDV) dengan menyusun nilai *DV* dalam nilai menurun. Untuk menentukan jumlah pengurangan izin (*allowable number of deduct*) menggunakan persamaan :

$$m = 1 + \frac{9}{9} (100 - H) \dots\dots\dots (3.3)$$

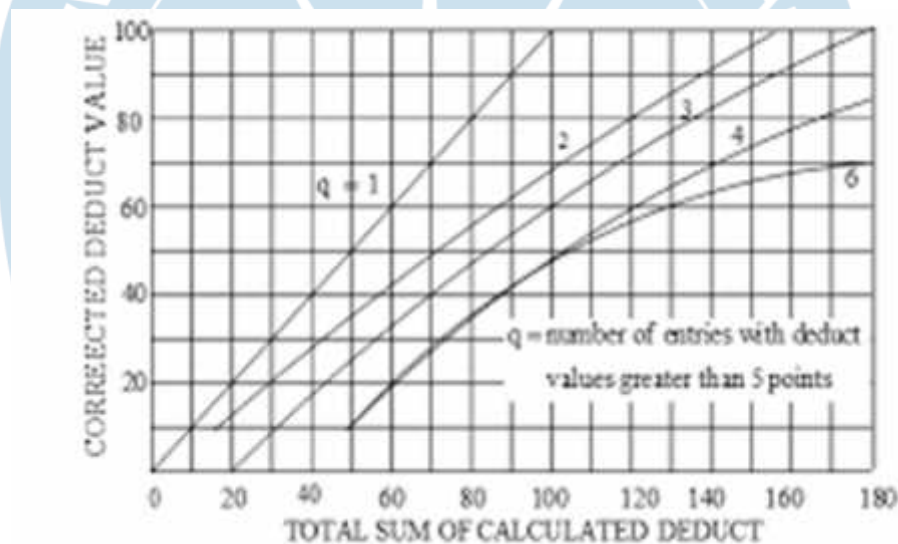
Dengan :

m = Nilai koreksi untuk deduct value

H = Nilai terbesar deduct value dalam satu unit sampel

3.1.4. Nilai Pengurang Terkoreksi (*Corrected Deduct Value, CDV*)

Menurut Shahin (1994), *Corrected Deduct Value (CDV)* adalah nilai yang diperoleh dari kurva nilai *TDV* dan nilai *CDV* dengan pemilihan lengkung kurva q sesuai dengan jumlah jenis kerusakan (*individual deduct value*) yang mempunyai nilai lebih besar dari 5 (lima). Jika nilai *CDV* yang diperoleh lebih kecil dari nilai pengurang tertinggi (*high deduct value, HDV*), maka *CDV* yang digunakan adalah nilai pengurang individual yang tertinggi.



Gambar 3.11. *Corrected Deduct Value*

Sumber : Shahin, 1994

3.1.5. Klasifikasi kualitas perkerasan

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

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

Dengan :

$PCI_{(s)}$: *Pavement Condition Index* untuk tiap unit.

CDV : *Corrected Deduct Value* untuk tiap unit.

Untuk nilai PCI secara keseluruhan :

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

Dengan :

PCI : Nilai PCI perkerasan keseluruhan.

$PCI_{(s)}$: *Pavement Condition Index* untuk tiap unit.

N : Jumlah unit.

3.2. Penanganan Kerusakan Perkerasan Berdasarkan Bina Marga 2017

3.2.1. Tebal Lapis Tambah

Tebal lapis tambah berdasarkan Bina Marga 2017 adalah sebagai berikut.

- a. Menentukan lalu lintas rata-rata harian tahunan (LHRT).

Lalu lintas rata-rata harian tahunan digunakan untuk mengetahui jumlah rata-rata kendaraan yang melintas pada ruas jalan tersebut.

- b. Menentukan faktor ekuivalen beban kendaraan (VDF).

Setiap kendaraan memiliki pengaruh terhadap perkerasan. Dalam peraturan Bina Marga 2017 telah dicantumkan nilai rata-rata faktor ekuivalen beban kendaraan (VDF) untuk setiap jenis kendaraan.

Tabel 3.2. Faktor Ekuivalen Beban Kendaraan (VDF)

NO	GOLONGAN	KETERANGAN	VDF ₄	VDF ₅
1	1	Sepeda motor	0	0
2	2	Mobil	0	0
3	3	Angkot, <i>Pick Up</i>	0	0
4	4	Wagon	0	0

Lanjutan Tabel 3.2 Faktor Ekuivalen Beban Kendaraan (VDF)

5	5A	Bus kecil	0,3	0,2
6	5B	Bus besar	1	1,0
7	6A	Truk 2 sumbu kargo ringan	0,9	0,8
8	6B	Truk 2 sumbu ringan	7,3	11,2
9	7A	Truk 3 sumbu ringan	7,6	11,2
10	7B	Truk 3 sumbu sedang	28,1	64,4
11	7C	Truk 3 sumbu berat	28,9	62,2

Sumber : Bina Marga 2017

c. Mencari nilai *Cumulative Equivalent Single Axle* (CESA)

Beban sumbu standar kumulatif atau *Cumulative Equivalent Single Axle* (CESA) merupakan jumlah kumulatif beban sumbu lalu lintas desain pada jalur selama umur rencana, yang ditentukan sebagai berikut:

$$ESA = (\sum LHR \times VDF) \times DD \times DL \dots\dots\dots (3.6)$$

Dimana :

ESA : Lintasan sumbu standar ekuivalen.

LHR : Lintas harian rata-rata tiap jenis kendaraan.

VDF : Faktor ekuivalen beban.

DD : Faktor distribusi arah.

DL : Faktor distribusi lajur.

$$R = \frac{(1+0,02)^U - 1}{0,02} \dots\dots\dots (3.7)$$

$$CESA = ESA \times 365 \times R \dots\dots\dots (3.8)$$

Dimana:

CESA : Kumulatif lintasan sumbu standar ekuivalen.

ESA : Lintasan sumbu standar ekuivalen.

R : Faktor pengali pertumbuhan lalu lintas kumulatif.

d. Menentukan desain lapis tambahan (*overlay*) berdasarkan beban lalu lintas (CESA4 dan CESA5)

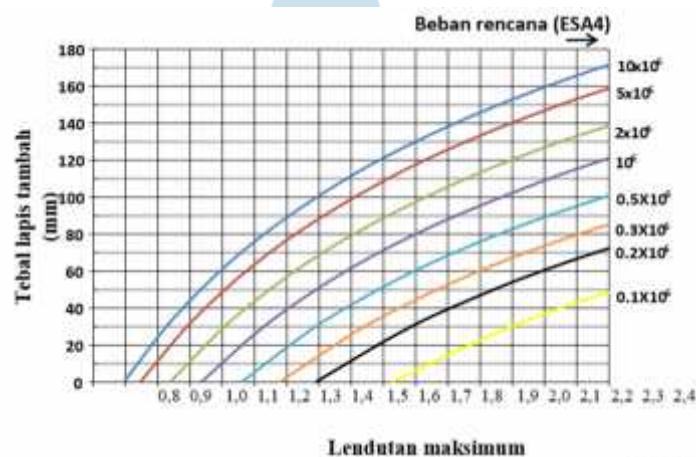
e. Desain lapis tambahan (*overlay*) menggunakan data lendutan hasil pengujian dengan alat *Benkelman Beam*.

Prosedur dalam mendesain tebal lapis tambah (*overlay*) terbagi menjadi dua bagian.

a. Berdasarkan Lendutan Maksimum (Do).

Nilai lendutan hasil pengujian dengan alat *Benkelman Beam* harus dikoreksi dengan faktor koreksi temperatur, faktor koreksi musim dan faktor koreksi beban. Selanjutnya nilai lendutan maksimum yang mewakili suatu sub ruas jalan dihitung

Setelah mendapatkan nilai lendutan maksimum yang mewakili kemudian nilai tersebut akan digunakan untuk menentukan tebal lapis tambahan (*overlay*) dengan menggunakan Gambar 3.13 dibawah ini.



Gambar 3.12. Solusi *Overlay* Berdasarkan Lendutan Balik *Benkelman Beam* untuk WMAPT 41°C

Sumber : Bina Marga 2017

Tabel 3.3. Faktor Koreksi Temperatur (Do) Untuk Benkelman Beam

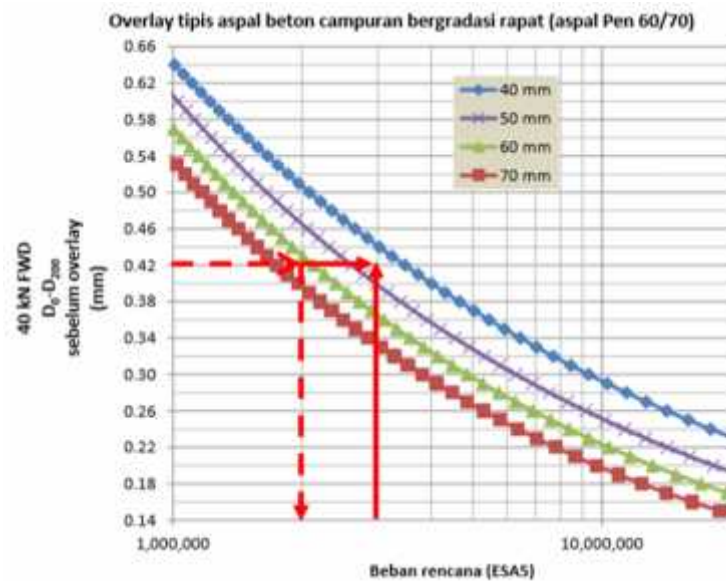
AMPT Temp. Lapangan	Tebal Aspal Eksisting (mm)						
	25	50	100	150	200	250	300
0,50	0,94	0,90	0,84	0,78	0,74	0,67	0,58
0,60	0,95	0,92	0,86	0,81	0,77	0,70	0,62
0,70	0,96	0,94	0,89	0,85	0,81	0,75	0,69
0,80	0,97	0,96	0,92	0,90	0,87	0,82	0,78
0,90	0,99	0,98	0,96	0,95	0,93	0,90	0,88
1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
1,10	1,01	1,01	1,03	1,03	1,05	1,06	1,08
1,20	1,02	1,02	1,05	1,07	1,10	1,14	1,16
1,30	1,03	1,04	1,06	1,10	1,14	1,20	1,24
1,40	1,03	1,05	1,08	1,12	1,18	1,26	1,31
1,50	1,04	1,06	1,09	1,14	1,21	1,31	1,37
1,60	1,04	1,07	1,11	1,16	1,25	1,37	1,42
1,70	1,04	1,08	1,12	1,20	1,30	1,38	1,50
1,80	1,04	1,09	1,13	1,22	1,35	1,37	1,55

Sumber : Bina Marga 2017

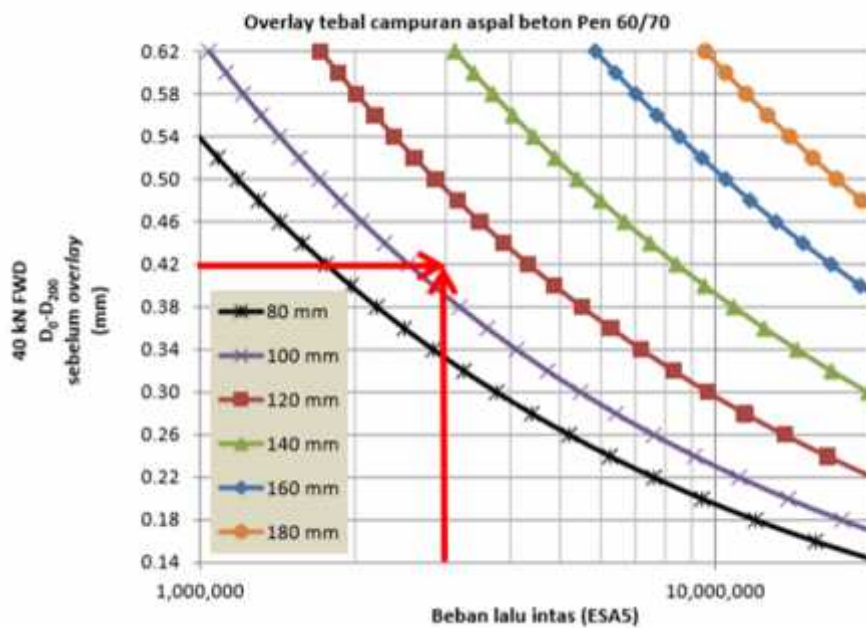
- b. Berdasarkan Lengkung Lendutan (D_0 - D_{200}).

Nilai lendutan hasil pengujian dengan alat *Benkelman Beam* harus dikoreksi dengan faktor koreksi temperatur, faktor koreksi musim, faktor koreksi beban dan faktor penyesuaian BB ke FWD.

Selanjut nilai lendutan rata-rata yang didapatkan dari hasil perhitungan digunakan dalam menentukan lapis tambahan (*overlay*) dengan menggunakan Gambar 3.14 dan Gambar 3.15 di halaman selanjutnya.



Gambar 3.13. Tebal Lapis Overlay Tipis Aspal Konvensional Untuk Mencegah Retak Akibat Lelah Pada MAPT > 35°C
Sumber : Bina Marga 2017



Gambar 3.14. Tebal Lapis Overlay Tebal Aspal Konvensional Untuk Mencegah Retak Akibat Lelah Pada MAPT > 35°C
Sumber : Bina Marga 2017

Tabel 3.4. Faktor Koreksi Temperatur (D_0 - D_{200}) Untuk *Benkelman Beam*

<u>AMPT</u> Temp. Lapangan	Tebal Aspal Eksisting (mm)							
	25	50	75	100	150	200	250	300
0,50	0,93	0,81	0,72	0,64	0,54	0,51	0,48	0,43
0,60	0,95	0,85	0,77	0,72	0,64	0,58	0,53	0,48
0,70	0,96	0,89	0,83	0,79	0,73	0,66	0,61	0,57
0,80	0,98	0,92	0,88	0,85	0,81	0,76	0,72	0,69
0,90	0,99	0,96	0,93	0,92	0,89	0,86	0,84	0,83
1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
1,10	1,01	1,02	1,03	1,03	1,04	1,06	1,09	1,11
1,20	1,02	1,04	1,07	1,08	1,11	1,16	1,20	1,24
1,30	1,03	1,07	1,11	1,13	1,18	1,24	1,31	1,36
1,40	1,04	1,09	1,14	1,18	1,24	1,32	1,41	1,46
1,50	1,05	1,11	1,17	1,22	1,29	1,39	1,49	1,56
1,60	1,06	1,13	1,20	1,26	1,35	1,44	1,57	1,64
1,70	1,07	1,14	1,23	1,29	1,39	1,50	1,64	1,71
1,80	1,07	1,16	1,25	1,32	1,44	1,55	1,70	1,78

Sumber : Bina Marga 2017

Tabel 3.5. Faktor Penyesuaian Lengkung Lendutan ($D_0 - D_{200}$) BB ke FWD

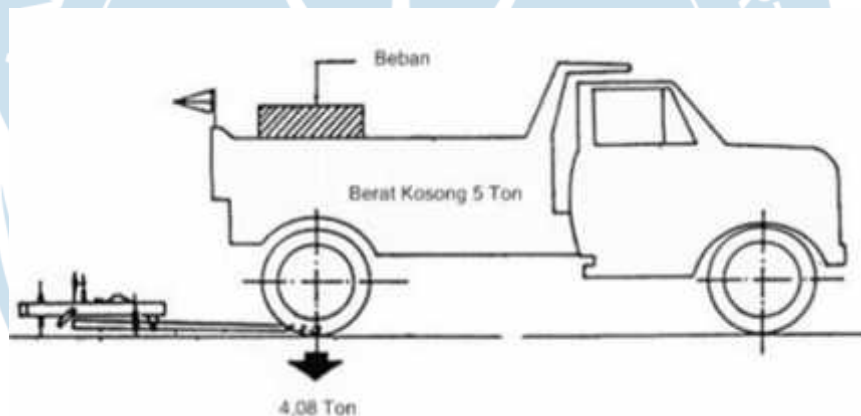
Tebal Aspal Eksisting (mm)	Faktor	Tebal Aspal Eksisting (mm)	Faktor
0	1,00	160	0,69
20	0,95	180	0,67
40	0,91	200	0,65
60	0,86	220	0,63
80	0,82	240	0,61
100	0,79	260	0,60
120	0,75	280	0,59
140	0,72	300	0,59

Sumber : Bina Marga (2017)

3.2.2. *Benkelman Beam (BB)*

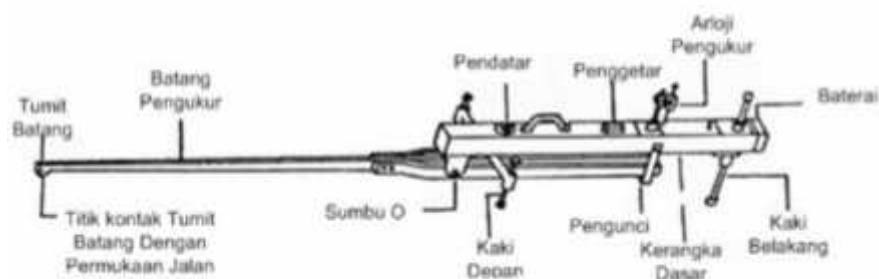
Benkelman Beam merupakan alat yang digunakan untuk mengukur lendutan balik, lendutan langsung dan titik belok perkerasn yang menggambarkan kekuatan struktur perkerasan jalan (Bina Marga, 2005). Penggunaan alat ini sangat efektif untuk menentukan kekuatan struktur tanpa menyebabkan kerusakan

pada permukaan jalan. Hasil pengujian *Benkelman Beam* berupa nilai lendutan balik maksimum, lendutan balik titik belok dan cekung lendutan (SNI 2416 2011). Lendutan maksimum adalah besarnya lendutan balik pada kedudukan di titik kontak batang *Benkelman Beam* setelah beban berpindah sejauh 6 meter. Lendutan balik titik belok adalah besarnya lendutan balik pada kedudukan di titik kontak batang *Benkelman Beam* setelah beban berpindah 0,4 meter, dan cekung lendutan adalah kurva yang menggambarkan bentuk lendutan dari suatu segmen jalan (SNI 2416 2011). Data-data yang didapat dijadikan sebagai data perencanaan desain tebal lapis tambah (*overlay*).



Gambar 3.15. Rangkaian Alat *Benkelman Beam*

Sumber : SNI 2416, 2011



Gambar 3.16. Alat *Benkelman Beam*

Sumber : SNI 2416, 2011

Pada saat pengujian *Benkelman beam* data yang diperoleh bermanfaat untuk (Manual BB, 1983) :

- a. penilaian struktur perkerasan,
- b. membandingkan sifat-sifat structural sistem perkerasan yang berlainan,
- c. meramalakan perujudan (*performance*) perkerasan jalan,
- d. perencanaan teknik perkerasan baru atau lapis tambah (*overlay*) diatas perkerasan lama.

