

BAB III

LANDASAN TEORI

3.1. Beban Lalu Lintas

Data lalu lintas merupakan data yang sangat perlu sebagai dasar dalam perencanaan maupun dalam mengevaluasi perkerasan jalan dikarenakan tebal lapisan perkerasan ditentukan dari beban yang akan dipikul oleh ruas jalan, ini berarti dari arus lalu lintas yang memakai ruas jalan itu (Sukirman, 1992).

Menurut Sukirman (1992), beban lalu lintas adalah beban kendaraan yang dilimpahkan ke perkerasan jalan melalui kontak antara ban dan muka jalan. Beban lalu lintas merupakan beban dinamis yang terjadi secara berulang selama masa pelayanan jalan. Besarnya beban lalu lintas dipengaruhi oleh berbagai faktor kendaraan seperti :

1. konfigurasi sumbu dan roda kendaraan,
2. beban roda kendaraan,
3. volume lalu lintas.

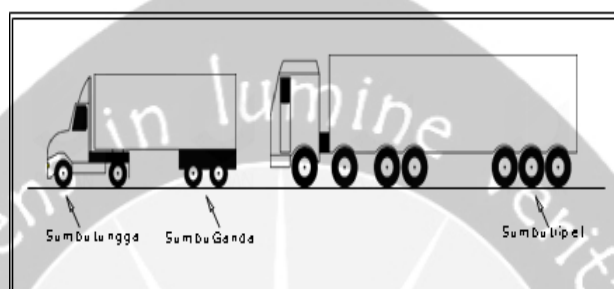
3.1.1. Konfigurasi sumbu dan roda kendaraan

Menurut Sukirman (1992), setiap kendaraan memiliki minimal dua sumbu yaitu sumbu depan (sumbu kendali) dan sumbu belakang (sumbu penahan beban). Masing-masing sumbu dilengkapi dengan satu atau dua roda. Berdasarkan konfigurasi sumbu dan jumlah roda yang dimiliki di ujung-ujung sumbu, maka sumbu kendaraan dibedakan atas:

- a. sumbu tunggal roda tunggal,

- b. sumbu tunggal roda ganda,
- c. sumbu ganda roda ganda,
- d. sumbu tripel roda ganda.

Gambar 3.1 menggambarkan kendaraan dengan konfigurasi sumbu tunggal, sumbu ganda, dan sumbu tripel.



Gambar 3.1 Konfigurasi Sumbu Kendaraan

3.1.2. Beban roda kendaraan

Beban kendaraan dilimpahkan ke perkerasan jalan melalui bidang kontak antara ban dan muka jalan. Untuk keperluan perencanaan tebal perkerasan jalan, bidang kontak antara roda kendaraan dan perkerasan jalan diasumsikan berbentuk lingkaran dengan radius sama dengan lebar ban. Radius bidang kontak ditentukan oleh ukuran dan tekanan ban (Sukirman, 1992).

3.1.3. Volume lalu lintas

Menurut Sukirman (1992), volume lalu lintas didefinisikan sebagai jumlah kendaraan yang melewati satu titik pengamatan selama satu satuan waktu (hari, jam atau menit). Lalu lintas harian rata-rata adalah volume lalu lintas rata-rata dalam satu hari. Dari lama waktu pengamatan untuk mendapatkan nilai lalu lintas harian rata-rata, dikenal dua jenis lalu lintas harian rata-rata.

- a. Lalu lintas Harian Rata-Rata Tahunan (LHRT), yaitu volume lalu lintas harian yang diperoleh dari nilai rata-rata jumlah kendaraan selama satu tahun penuh.
- b. Lalu lintas Harian Rata-Rata (LHR), yaitu volume lalu lintas harian yang diperoleh dari nilai rata-rata jumlah kendaraan selama beberapa hari pengamatan.

3.2. Pengelompokan Kendaraan

Menurut Departemen Pekerjaan Umum (2005), perencanaan jalan memerlukan data-data lalu lintas selama umur rencana yang mencakup volume kendaraan, jenis kendaraan dan muatan sumbu kendaraan. Untuk memudahkan pengumpulan data lalu lintas untuk dijadikan masukan bagi perencanaan jalan, dibuat pengelompokan jenis-jenis kendaraan seperti salah satu referensi dari panduan survei IRMS yang membagi kendaraan menjadi 8 kelompok kendaraan sebagai berikut.

Tabel 3.1. Pengelompokan Kendaraan IRMS – Bina Marga

Golongan/ Kelompok	Jenis Kendaraan yang masuk kelompok ini adalah
1.	Sepeda motor, sekuter, sepeda kumbang dan kendaraan bermotor roda 3.
2.	Sedan, jeep dan station wagon.
3.	Opelet, pick-up opelet, suburban, combi dan minibus.
4.	Pick-up, micro truck dan mobil hantaran atau pick-up box.
5a.	Bus kecil
5b.	Bus besar
6.a	Truk 2 sumbu 4 roda
6.b	Truk 2 sumbu 6 roda
7a.	Truk 3 sumbu
7b.	Truk gandengan
7c.	Truk semi trailer
8.	Kendaraan tidak bermotor; sepeda, becak, andong/dokar, gerobak sapi

Berikut ini pengenalan ciri kendaraan menurut pengelompokan di atas :

- a. sepeda kumbang : sepeda yang ditemplei mesin 75 cc (max),
- b. kendaraan bermotor roda 3 antara lain : bemo dan bajaj,
- c. combi umumnya sebagai kendaraan penumpang umum maksimal 12 tempat duduk seperti mikrolet, angkot, minibus, pick-up yang diberi penangung kanvas / pelat dengan rute dalam kota atau angkutan pedesaan dengan maksimal beban sumbu belakang sebesar 3,5 ton dan merupakan jenis sumbu tunggal roda tunggal (STRT),
- d. bus kecil adalah sebagai kendaraan penumpang umum dengan tempat duduk antara 16 s/d 26 kursi, seperti kopaja, metromini dan elf dengan bagian belakang sumbu tunggal roda ganda (STRG) dan panjang kendaraan maksimal 9 m dengan sebutan bus $\frac{3}{4}$,
- e. bus besar adalah sebagai kendaraan penumpang umum dengan tempat duduk antara 30 s/d 50 kursi, seperti bus malam, bus kota, bus antar kota yang berukuran ± 12 m dan merupakan jenis STRG,
- f. truk 2 (dua) sumbu adalah sebagai kendaraan barang dengan beban sumbu belakang antara 5-10 ton (MST 5, 8, 10) dan merupakan jenis STRG,
- g. truk 3 (tiga) sumbu adalah sebagai kendaraan barang dengan tiga sumbu yaitu bagian depan STRT dan bagian belakang sumbu ganda roda ganda (SGRG),
- h. truk gandengan adalah kendaraan kelompok 6.b dan 7.a yang diberi gandengan bak truk dan dihubungkan dengan batang segitiga,

- i. truk semi trailer atau truk tempelan adalah kendaraan yang terdiri dari kepala truk dengan 2-3 sumbu yang dihubungkan secara sendi dengan pelat dan rangka bak yang beroda belakang yang mempunyai 2 atau 3 sumbu pula.

3.3. Metode Analisa Pavement Condition Index (PCI)

Menurut Shahin (1994), *pavement condition index (PCI)* adalah kualitas dari suatu lapisan permukaan perkerasan yang mengacu pada tingkat kerusakan. *PCI* ini digunakan untuk mengetahui tingkat kerusakan suatu perkerasan khususnya jalan raya untuk dapat dioperasikan penggunaannya. Penelitian terhadap *PCI* ini awalnya dilakukan pada lapisan perkerasan pelabuhan udara yaitu pada *runway*, *taxiway*, dan *apron*. *PCI* juga digunakan sebagai acuan dalam usaha pemeliharaan lapisan keras.

3.3.1. *Severity level* (Tingkat kerusakan)

Severity level adalah tingkat kerusakan pada tiap-tiap kerusakan yang ada tingkat kerusakan yang digunakan dalam melakukan perhitungan *PCI* menurut *FAA* ada 3 (tiga) tingkat yaitu *low severity level*, *medium severity level* dan *high severity level*. Dari 19 jenis kerusakan yang terdaftar dalam *PCI* terdapat satu jenis kerusakan yang tidak dibedakan atas *severity level* yaitu *polished aggregate* (Shahin, 1994).

3.3.2. Jenis-jenis kerusakan

Menurut Shahin (1994), jenis-jenis kerusakan berdasarkan tingkat kerusakan yang terdapat pada *PCI* yang menjadi acuan dalam penelitian ini, khususnya yang sering terjadi pada perkerasan lentur adalah sebagai berikut :

1. *alligator cracking,*
2. *bleeding,*
3. *block cracking,*
4. *corrugation,*
5. *depression,*
6. *edge cracking,*
7. *longitudinal and transverse cracking,*
8. *patching,*
9. *polished aggregat,*
10. *potholes,*
11. *rutting,*
12. *shoving,*
13. *slippage cracking,*
14. *swell,*
15. *wearthering and raveling.*

3.3.3. Standar penilaian

1. Kerapatan (*Density*)

Menurut Shahin (1994), kerapatan adalah presentase luasan atau panjang total dari suatu jenis kerusakan terhadap luasan atau

panjang total bagian jalan yang di ukur, bisa dalam sq.ft atau dalam *feet* atau meter. Dengan demikian, kerapatan kerusakan dapat dinyatakan dengan persamaan :

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

Atau

$$\text{Kerapatan (density) (\%)} = \frac{Ld}{Ls} \times 100\% \quad (3-2)$$

dengan,

Ad = luas total dari satu jenis perkerasan untuk setiap tingkat keparahan kerusakan (sq.ft atau *feet* atau meter)

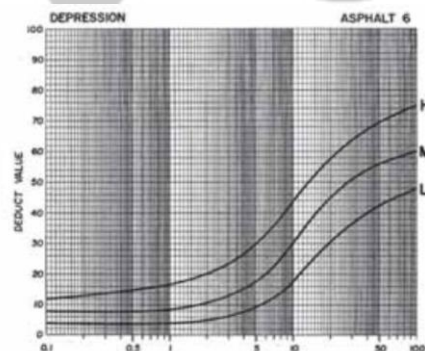
As = luas total unit sampel (sq.ft atau *feet* atau meter)

Ld = panjang total jenis kendaraan untuk tiap tingkat keparahan kerusakan

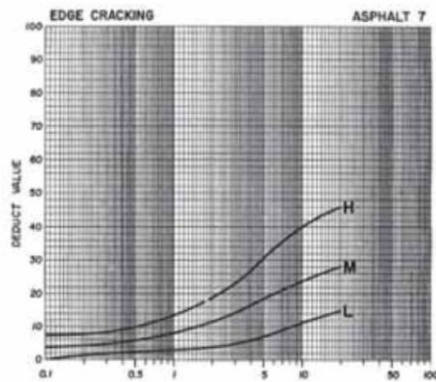
Ls = panjang total unit sampel (sq.ft atau *feet* atau meter)

2. Nilai pengurangan (*Deduct value*)

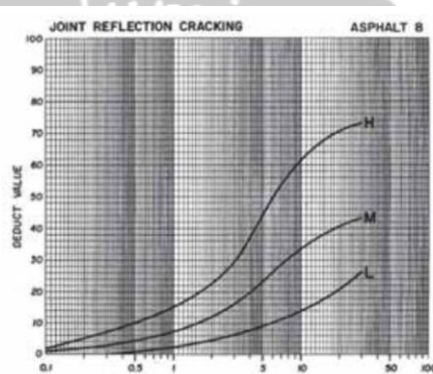
Menurut Shahin (1994), *Deduct Value* merupakan nilai pengurangan untuk tiap jenis kerusakan yang diperoleh dari kurva hubungan antara *density* dan *deduct value*.



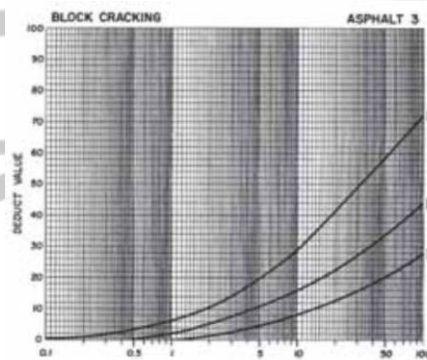
Gambar 3.2 Grafik *Deduct Value Depression*



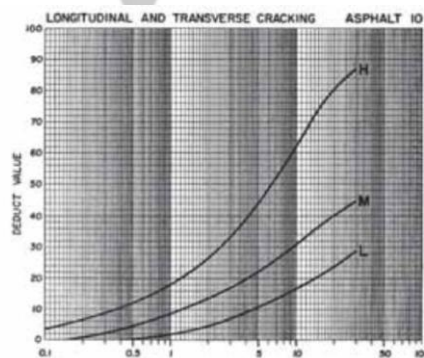
Gambar 3.3 Grafik *Deduct Value Edge Cracking*



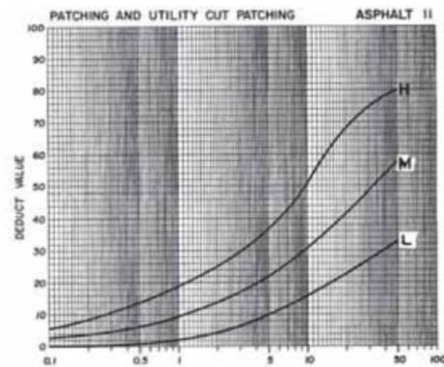
Gambar 3.4 Grafik *Deduct Value Joint Reflection Cracking*



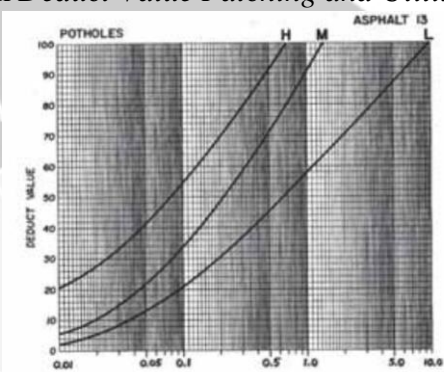
Gambar 3.5 Grafik *Deduct Value Block Cracking*



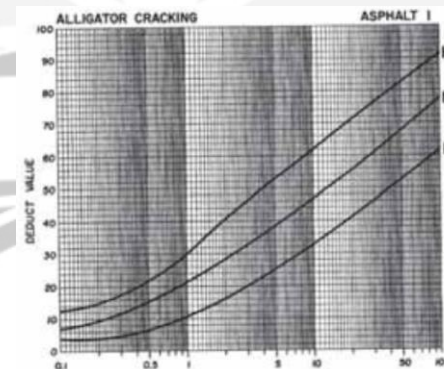
Gambar 3.6 Grafik *Deduct Value Longitudinal and Transverse Cracking*



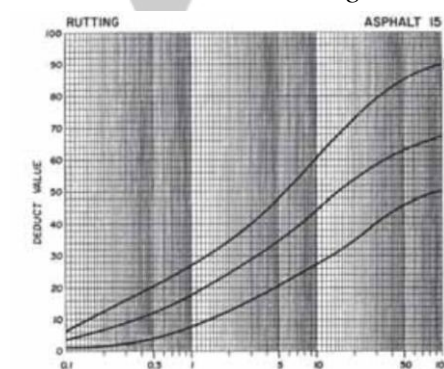
Gambar 3.7 Grafik *Deduct Value Patching and Utility Cut Patching*



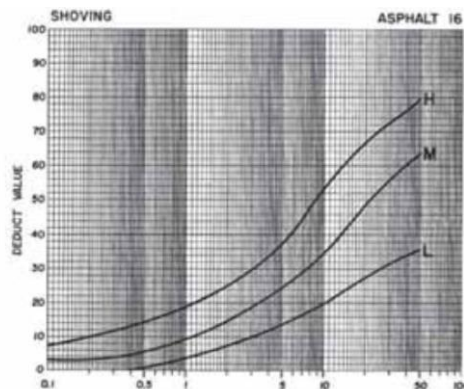
Gambar 3.8 Grafik *Deduct Value Potholes*



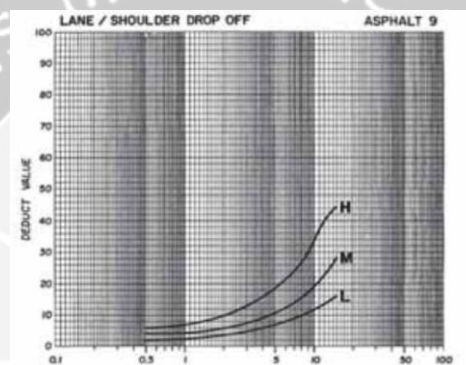
Gambar 3.9 Grafik *Deduct Value Alligator Cracking*



Gambar 3.10 Grafik *Deduct Value Rutting*



Gambar 3.11 Grafik *Deduct Value Shoving*



Gambar 3.12 Grafik *Deduct Value Lane / Shoulder Drop Off*

3. Nilai pengurang total (*Total deduct value, TDV*)

Menurut Shahin (1994), nilai pengurang total atau *TDV* adalah nilai pengurangan total dari individual nilai pengurangan (*individu 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 :

$$m = 1 + \frac{9}{98} \times (100 - HDVi) \quad (3-3)$$

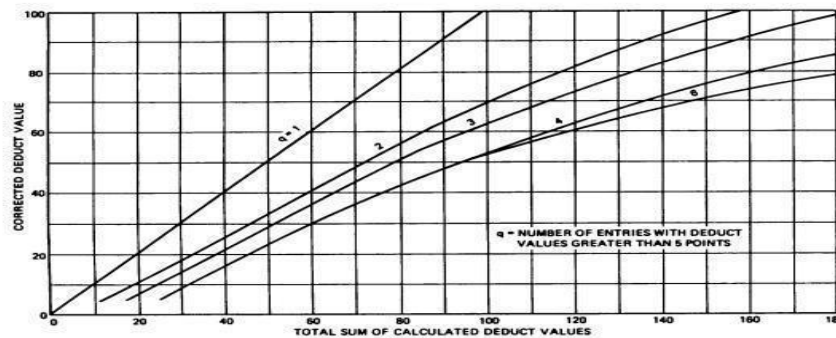
dengan,

m = jumlah pengurangan izin untuk unit sampel yang ditinjau.

HDV_i = nilai pengurang individual tertinggi (*highest individual deduct value*).

4. Nilai pengurang terkoreksi (*Corrected Deduct Value, CDV*)

Menurut Shahin (1994), *Corrected Deduct Value (CDV)* adalah nilai yang diperoleh dari kurva hubungan antara 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 3.13 Koreksi Kurva untuk Jalan dengan Perkerasan Aspal
(Sumber : Shahin, 1994)

5. Nilai *PCI*

Setelah *CDV* diperoleh, maka *PCI* untuk setiap unit sampel dihitung dengan menggunakan persamaan :

$$PCI_s = 100 - CDV \quad (3-4)$$

dengan :

PCI_s = PCI untuk setiap unit segmen atau unit penelitian

CDV = CDV dari setiap unit sampel

Nilai PCI perkerasan secara keseluruhan pada ruas jalan tertentu adalah :

$$PCI_f = \sum \frac{PCI_s}{N} \quad (3-5)$$

dengan :

PCI_f = Nilai PCI rata-rata dari seluruh penelitian

PCI_s = Nilai PCI untuk setiap unit sampel

N = Jumlah unit sampel

6. Rating

Menurut Shahin (1994), rating adalah *index* kondisi tingkat keparahan dari perkerasan yang diperoleh setelah nilai *pavement condition index (PCI)* diketahui, begitu juga untuk PCI rata-rata. Kondisi rating nilai PCI dapat dilihat pada Tabel 3.2.

Tabel 3.2. PCI dan Nilai Kondisi

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>)

Sumber: Shahin (1994)

3.4. Metode Analisa Bina Marga 2011

Metode Bina Marga yang dimaksud adalah metode yang mengacu pada Review Manual No.001-01/M/BM/2011, Manual No.002-01/M/BM/2011 dan Panduan No.SMD-03/RCS tentang Survei Kondisi Jalan dan Pemeliharaan Rutin Jalan Nasional dan Provinsi Tahun 2011.

Menurut Hardiyatmo (2009) terdapat 3 (tiga) macam bentuk pemeliharaan jalan berdasarkan tujuan dan waktu pelaksanaan, yaitu pemeliharaan preventif, pemeliharaan korektif dan pemeliharaan darurat.

1. Pemeliharaan preventif

Pemeliharaan preventif dilakukan untuk memperbaiki atau memperpanjang umur pelayanan perkerasan. Jenis penanganan ini merupakan strategi pemeliharaan untuk menahan laju kerusakan serta mengurangi kegiatan yang diperlukan pada pemeliharaan rutin.

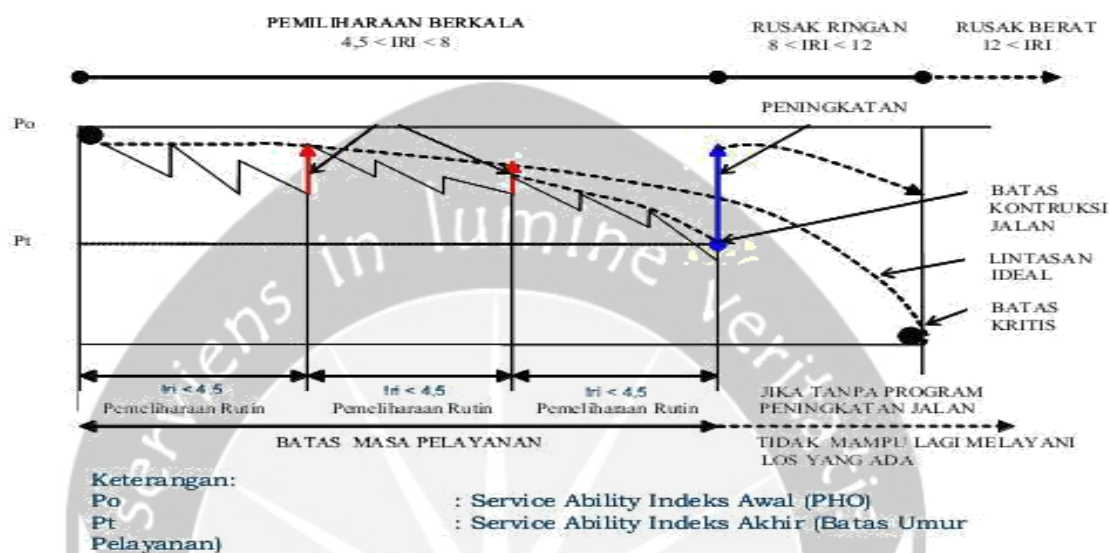
2. Pemeliharaan korektif

Pemeliharaan korektif dilaksanakan setelah terjadinya kerusakan pada perkerasan, seperti keausan, alur atau retak yang cukup lebar. Jenis pemeliharaan ini disebut sebagai pemeliharaan reaktif.

3. Pemeliharaan darurat

Pemeliharaan darurat dilaksanakan dalam keadaan darurat, seperti adanya kerusakan yang parah dan segera membutuhkan koreksi. Pemeliharaan ini sering disebut penanganan sementara sebelum penanganan permanen dilaksanakan.

Indonesia umumnya masih mengaplikasikan pemeliharaan korektif (reaktif) yang dikenal dengan pemeliharaan rutin setiap setahun sekali atau pemeliharaan berkala yang idealnya dilaksanakan sekali dalam 5 tahun.



Gambar 3.14 Strategi Penanganan Jalan
(Sumber : Bina Marga, 2011)

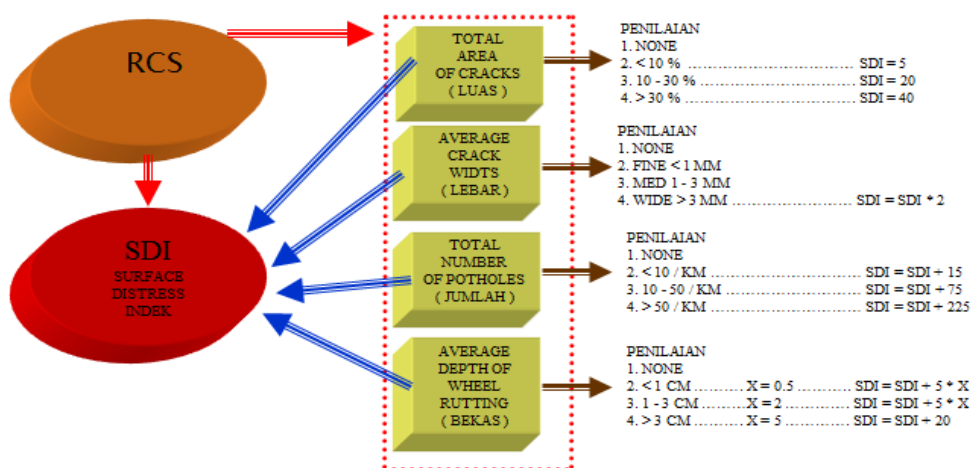
Menurut Bina Marga (2011), strategi dan kebijakan yang tercantum dalam Renstra Bina Marga Tahun 2010 – 2014, terdapat strategi penanganan jalan yang difokuskan pada preservasi jalan yang terdiri dari kegiatan sebagai berikut :

1. pemeliharaan rutin,
2. pemeliharaan berkala,
3. peningkatan atau rekonstruksi.

Menurut Yoder dan Witczak (1975), pemeliharaan jalan meliputi kegiatan penutupan retak, perawatan permukaan, penambalan permukaan, dan *overlay*. Apabila bagian utama perkerasan jalan sudah tidak memenuhi standar maka disarankan pekerjaan lapis ulang.

Penanganan pemeliharaan rutin ditetapkan pada jalan mantap yaitu jalan dengan kondisi baik dan sedang. Penanganan pemeliharaan rutin berdasarkan metode Bina Marga (2011), diantaranya berdasarkan beberapa acuan yaitu :

1. Manual No. 001-01/M/BM/2011 tentang Survei Kondisi Jalan untuk Pemeliharaan rutin,
2. Manual No. 001-02/M/BM/2011 tentang Perbaikan Standar untuk Pemeliharaan Rutin Jalan,
3. Panduan No. SMD-03/RCS tentang Survei Kondisi Jalan, memuat cara perhitungan *SDI* seperti ditunjukkan oleh Gambar 3.15.



Gambar 3.15 Cara Perhitungan *Surface Distress Index*

(Sumber : Bina Marga, 2011)

Dengan, *RCS* = *Road Condition Survei*

Menurut Bina Marga (2011), perhitungan *SDI* sebagaimana dijelaskan pada Gambar 3.15 merupakan kombinasi penelitian dari 4 jenis komponen dari 3 kerusakan utama (retak, lubang, alur) yaitu presentase total area retak, rata-rata lebar retak, jumlah lubang, dan rata-rata kedalaman alur. Perhitungan dilakukan secara berurutan dari atas ke bawah sehingga hasil hitungan dari komponen paling

atas atau total retak akan mempengaruhi hasil perhitungan kebawah dan begitu seterusnya.

Kategori kondisi jalan di Indonesia ada 4 macam yaitu rusak berat, rusak ringan, sedang dan baik, penilaian kondisi jalan dilakukan dengan menggunakan formulir RM 1. Sebelum adanya *review* panduan Bina Marga (2011) ini, penentuan nilai kondisi jalan hanya berdasarkan nilai pada *IRI*, tetapi mulai Tahun 2011 sudah mulai digunakan kombinasi antara nilai *IRI* dan *SDI*, seperti dinyatakan dalam Tabel 3.3.

Tabel 3.3. Nilai Kondisi Jalan Berdasarkan Hubungan *SDI* dan *IRI*

<i>IRI</i> (m/km)	<i>SDI</i>			
	<50	50 – 100	100 – 150	>150
<4	Baik	Sedang	Rusak ringan	Rusak Berat
4 – 8	Sedang	Sedang	Rusak ringan	Rusak Berat
8 – 12	Rusak ringan	Rusak ringan	Rusak ringan	Rusak Berat
>12	Rusak Berat	Rusak Berat	Rusak Berat	Rusak Berat

Sumber : Bina Marga (2011)

Perkerasan dengan kondisi baik sesuai dengan Table.3.3 adalah perkerasan dengan nilai *IRI* < 4 m/km dan *SDI* <50. Table 3.3 menunjukkan bahwa meskipun *SDI* <50 tetapi *IRI* >12, maka perkerasan tetap dinilai mengalami rusak berat. Kombinasi nilai *IRI* dan *SDI* juga dapat digunakan untuk menentukan tipe penanganan jalan. Sebagaimana telah dijelaskan sebelumnya, strategi penanganan jalan menurut Bina Marga (2011) ada tiga jenis, yaitu pemeliharaan rutin setiap tahun, pemeliharaan berkala yang idealnya dilakukan setiap lima tahun sekali (di Bina Marga umumnya tiga tahun sekali sudah diperlukan pemeliharaan berkala)

dan peningkatan atau rekonstruksi. Pemeliharaan berkala diterapkan pada jalan dengan kondisi rusak ringan, umumnya pada kondisi jalan yang tidak mengalami kerusakan secara struktural. Pemeliharaan berkala memerlukan survei detail yaitu survei fungsional dan struktural disesuaikan dengan kebutuhan perencanaan *Detail Engineering Design (DED)*. Survei fungsional misalnya *IRI* menggunakan *NAASRA* dan kekesatan (*skid resistance*) dan *Mu meter*. Akan tetapi pengukuran kekesatan belum diaplikasikan di Indonesia mengingat keterbatasan alat ukur yang tersedia. Survei struktural seperti pengukuran lendutan dengan alat *falling weight Deflectometer (FWD)* atau *bengkelmen beam (BB)*.

NAASRA adalah pengukuran ketidakrataan permukaan jalan yang dibuat oleh *NAASRA*. Alat ini dipasang pada kendaraan *station wagon* dan dapat diganti dengan kendaraan *Jeep A wheel drive*, atau *pick up* dengan bak tertutup, *NAASRA* perlu dilengkapi dengan alat bantu lainnya, antara lain *Dipstick Floor Profiler* sebagai alat pengukuran jarak tempuh, dua buah beban masing-masing seberat 50 kg dan alat ukur tekanan ban. Kendaraan survei dijalankan dengan kecepatan 30 km/jam untuk mencatat kerataan permukaan jalan. Penanganan jalan dengan peningkatan dan rekonstruksi diterapkan pada jalan dengan kondisi rusak berat. Peningkatan umumnya untuk jalan yang mengalami kerusakan struktural. Sama seperti pada penelitian pada pemeliharaan berkala, pada pekerjaan peningkatan perlu didahului dengan survei detail baik fungsional maupun struktural disesuaikan dengan kebutuhan *DED* (Bina Marga, 2011).

Menurut Bina Marga (2011), tipe penanganan berdasarkan *SDI* dan *IRI* sebagaimana telah dijelaskan diatas dijelaskan lebih rinci pada Tabel 3.4 tentang perbaikan standar untuk pemeliharaan rutin jalan.

Tabel 3.4. Kerusakan dan Opsi Perbaikan Perkerasan Metode Bina Marga 2011

No.	Kerusakan	P1	P2	P3	P4	P5	P6
		Penebaran Pasir	Pengaspalan	Penutupan Retak	Pengisian Retak	Penambalan Lubang	Perataan
111	Lubang					x	x
112	Gelombang					x	x
113	Alur					x	x
114	Amblas					x	x
115	Jembul					x	x
116	Kerusakan tepi		x			x	
117	Retak buaya		x			x	
118	Retak garis		x	x	x		
119	Kegemukan Aspal	x					
120	Terkelupas		x				

Terdapat beberapa korelasi antara RCI dengan IRI yang telah di kembangkan, maka pada penelitian ini menggunakan korelasi antara IRI dan RCI untuk kondisi jalan di Indonesia dari Kementerian PUPR (2016) dengan persamaan korelasi sebagai berikut :

$$RCI = 10 * \exp(1)^{-0,094 * IRI} \quad (3-6)$$

Permen PU No.33 Tahun 2016 tentang Penyelenggaraan Dana Alokasi Khusus Bidang Infrastruktur menjelaskan tentang penentuan program penanganan pemeliharaan jalan untuk jalan perkerasan aspal berdasarkan nilai ketidakraataan permukaan jalan (*IRI*) dan nilai kondisi jalan (*RCI*), adapun penilaian kondisi ruas jalannya dapat dilihat pada Tabel 3.5.

Tabel 3.5. Nilai Kondisi Jalan Berdasarkan Hubungan RCI dan LHRT

RCI	IRI		Lalu Lintas harian Rata-Rata Tahunan (LHRT) (dua lajur dua arah)								
	Dari	Ke	0 - 50	50 - 100	100 - 200	200 - 300	300 - 1.000	1.000 - 3.000	3.000 - 10.000	> 10.000	
7,61 ≤ RCI < 10,00	0	≤ IRI < 3	B	B	B	B	B	B	B	B	B
7,26 ≤ RCI < 7,54	3	≤ IRI < 3,5	B	B	B	B	B	B	B	B	S
6,93 ≤ RCI < 7,20	3,5	≤ IRI < 4	B	B	B	B	B	B	B	S	S
5,74 ≤ RCI < 6,87	4	≤ IRI < 6	B	B	B	B	B	B	S	S	S
4,76 ≤ RCI < 5,69	6	≤ IRI < 8	B	B	B	B	B	S	S	S	R
3,94 ≤ RCI < 4,71	8	≤ IRI < 10	B	B	B	S	S	S	S	R	R
3,27 ≤ RCI < 3,91	10	≤ IRI < 12	B	B	S	S	S	S	R	R	RB
2,24 ≤ RCI < 3,24	12	≤ IRI < 16	B	S	S	S	S	R	R	RB	RB
1,54 ≤ RCI < 2,22	16	≤ IRI < 20	S	R	R	R	R	R	RB	RB	RB
0,96 ≤ RCI < 1,53	20	≤ IRI < 25	R	R	R	R	R	RB	RB	RB	RB
RCI < 0,94		IRI < 25	RB	RB	RB	RB	RB	RB	RB	RB	RB

Sumber : Kementerian PUPR 2016

3.5. Metode Analisa Bina Marga 1987

Metode Bina Marga untuk perhitungan tebal lapis perkerasan lentur yang dimaksud adalah metode yang mengacu pada pedoman Perencanaan Tebal Perkerasan Lentur Jalan Raya dengan Metode Analisa Komponen No. 01/PD/B/1987 Direktorat Jendral Bina Marga.

Menurut Bina Marga (1987), untuk perhitungan pelapisan tambahan (*overlay*) terlebih dahulu dinilai kondisi perkerasan jalan lama (*existing pavement*) berdasarkan penilaian visual sesuai ketentuan dibawah ini.

1. Lapisan permukaan

Umumnya tidak retak, hanya sedikit deformasi pada jalur roda.	90-100%
Terlihat retak halus, sedikit deformasi pada alur roda namun 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%

2. Lapisan 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%
- b. Stabilisasi tanah dengan semen atau kapur. 70-100%
 Indeks plastisitas (*Plasticity Index = PI*) ≤ 10 .
- c. Pondasi Macadam atau Batu Pecah. 80 – 100%
 Indeks Plastisitas (*Plasticity Index = PI*) ≤ 6 .

3. Lapis pondasi bawah

- Indeks plastisitas (*Plasticity Index = PI*) ≤ 6 90 – 100%
 Indeks plastisitas (*Plasticity Index = PI*) > 6 70 – 90 %

3.5.1. Angka ekivalen

Menurut Bina Marga (1987), angka ekivalen (E) dari suatu beban sumbu kendaraan adalah angka yang menyatakan perbandingan tingkan kerusakan yang ditimbulkan oleh suatu lintasan beban sumbu tunggal kendaraan terhadap tingkat kerusakan yang ditimbulkan oleh satu lintasan beban standar sumbu tunggal seberat 8,16 ton (18.000 lb). Angka ekivalen (E) masing-masing golongan beban sumbu (setiap kendaraan) ditentukan menurut persamaan dibawah ini.

$$\text{Angka Ekivalen Sumbu Tunggal} = \left(\frac{\text{Beban Sumbu Tunggal (kg)}}{8160} \right)^4 \quad (3-7)$$

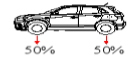



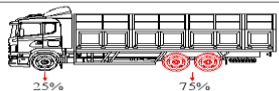

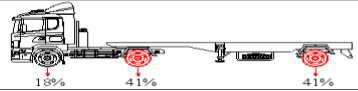
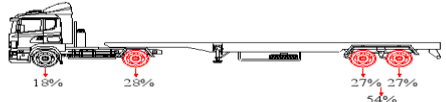
$$\text{Angka Ekivalen Sumbu Ganda} = 0,086x \left(\frac{\text{Beban Sumbu Tunggal (kg)}}{8160} \right)^4 \quad (3-8)$$

$$\text{Angka Ekivalen Sumbu Triple} = 0,053x \left(\frac{\text{Beban Sumbu Tunggal (kg)}}{8160} \right)^4 \quad (3-9)$$

Dalam menentukan konfigurasi beban sumbu kendaraan dapat dilihat

Tabel 3.6 berikut ini.

Tabel 3.6 Konfigurasi Beban Sumbu Kendaraan

KONFIGURASI BEBAN SUMBU						
KONFIGURASI SUMBU DAN TPE	BERAT KOSONG (TON)	BEBAN MUATAN MAKSIMUM (TON)	BERAT TOTAL MAKSIMUM (TON)	UE 18KSAL KOSONG	UE 18KSAL MAKSIMUM	
1,1 HP	1,5	0,5	2,0	0,0001	0,0005	
1,2 BUS	3	6	9	0,0037	0,3006	
1,2L TRUK	2,3	6	8,3	0,0013	0,2174	
1,2H TRUK	4,2	14	18,2	0,0143	5,0264	
1,22 TRUK	5	20	25	0,0044	2,7416	
1,2 + 2,2 TRAILER	6,4	25	31,4	0,0085	3,9083	
1,2-2 TRAILER	6,2	20	26,2	0,0192	6,1179	
1,2-2,2 TRAILER	10	32	42	0,0327	10,1830	

Sumber : Manual Perkerasan Jalan *Benkelman Beam* No.01/MN/BM/83

3.5.2. Koefisien distribusi kendaraan (C)

Koefisien kendaraan (C) untuk kendaraan ringan dan berat yang lewat pada jalur rencana ditentukan menurut daftar di bawah ini (Bina Marga, 1987).

Tabel 3.7 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	-	0,425
6 lajur	-	0,20	-	0,400

Sumber : Bina Marga 1987

3.5.3. Lintas ekuivalen permukaan (LEP)

Menurut Bina Marga (1987), lintas ekuivalen permukaan (LEP) adalah jumlah lintas ekuivalen harian rata-rata dari sumbu tunggal seberat 8,16 ton (18.000 lb) pada jalur rencana yang diduga terjadi pada permulaan umur rencana.

Lintas ekuivalen permukaan (LEP) dihitung dengan rumus sebagai berikut :

$$LEP = \sum_{j=1}^n LHR_j \times C_j \times E_j \quad (3-10)$$

dengan : j = jenis kendaraan

3.5.4. Lintas ekuivalen akhir (LEA)

Menurut Bina Marga (1987), lintas ekuivalen akhir (LEA) adalah jumlah lintas ekuivalen harian rata-rata dari sumbu tunggal seberat 8,16 (18.000 lb) pada jalur rencana yang diduga pada akhir umur rencana. Lintas ekuivalen akhir (LEA) dihitung dengan rumus sebagai berikut :

$$LEA = \sum_{j=1}^n LHR_j (1+i)^{nr} \times C_j \times E_j \quad (3-11)$$

dengan :

j = jenis kendaraan

i = Perkembangan lalu lintas

3.5.5. Lintas ekuivalen tengah (LET)

Menurut Bina Marga (1987), lintas ekuivalen tengah (LET) adalah jumlah lintas ekuivalen harian rata-rata dari sumbu tunggal seberat 8,16 (18.000 lb) pada jalur rencana pada jalur rencana pada pertengahan umur rencana. Lintas ekuivalen tengah (LET) dihitung dengan rumus sebagai berikut :

$$LET = \frac{1}{2} \times (LEP + LEA) \quad (3-12)$$

3.5.6. Lintas ekivalen rencana (LER)

Menurut Bina Marga (1987), lintas ekivalen rencana (LER) adalah suatu besaran yang dipakai dalam nomogram penepatan tebal perkerasan untuk menyatakan jumlah lintas ekivalen sumbu tunggal seberat 8,16 ton (18.000 lb) jalur rencana. Lintas ekivalen rencana (LER) dihitung dengan rumus sebagai berikut :

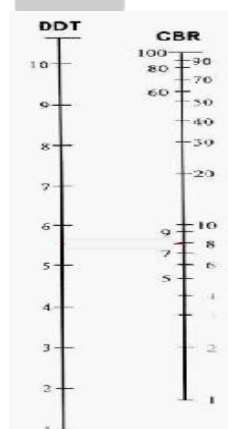
$$\text{LER} = \text{LET} \times \text{FP} \quad (3-13)$$

Faktor penyesuaian (FP) tersebut di tentukan dengan persamaan :

$$\text{FP} = \text{UR} / 10 \quad (3-14)$$

3.5.7. Daya dukung tanah dasar (DDT)

Menurut Bina Marga (1987), daya dukung tanah dasar (DDT) ditetapkan berdasarkan grafik korelasi DDT dan CBR (Gambar 3.16). Yang dimaksud dengan harga CBR disini adalah harga CBR lapangan atau CBR laboratorium. Jika digunakan CBR laboratorium maka pengambilan contoh tanah dasar dilakukan dengan tabung (undisturb), kemudian direndam dan diperiksa harga CBR-nya. Dapat juga mengukur langsung di lapangan (musim hujan/direndam). CBR lapangan biasanya digunakan untuk perencanaan lapis tambahan (*overlay*).



Gambar 3.16 Grafik Korelasi DDT dan CBR

(Sumber : Bina Marga, 1987)

3.5.8. Faktor regional (FR)

Keadaan lapangan mencakup permeabilitas tanah, 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. Mengingat persyaratan penggunaan disesuaikan dengan "Peraturan Pelaksanaan Pembangunan Jalan Raya" edisi sebelumnya, maka pengaruh keadaan lapangan yang menyangkut permeabilitas tanah dan perlengkapan drainase dapat dianggap sama. Dengan demikian dalam penentuan tebal perkerasan ini, Faktor Regional hanya dipengaruhi oleh bentuk alinyemen (kelandaian dan tikungan), persentase kendaraan berat dan yang berhenti serta iklim atau curah hujan (Bina Marga, 1987).

Tabel 3.8 Faktor Regional (FR)

	Kelandaian I		Kelandaian II		Kelandaian III	
	(< 6%)		(6 – 10%)		(>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 : Bina Marga 1987

Catatan: Pada bagian-bagian jalan tertentu, seperti persimpangan, pemberhentian atau tikungan tajam (jari-jari 30 m) FR ditambah dengan 0,5. Pada daerah rawa-rawa FR ditambah dengan 1,0.

3.5.9. Index permukaan (IP)

Indeks Permukaan ini menyatakan nilai daripada kerataan / kehalusan serta kekokohan permukaan yang bertalian dengan tingkat pelayanan bagi lalu lintas yang lewat. Dalam menentukan indeks permukaan (IP) pada akhir umur

rencana, perlu dipertimbangkan faktor-faktor klasifikasi jalan dan jumlah lintas ekivalen rencana (LER), menurut daftar dibawah ini (Bina Marga, 1987).

Tabel 3.9 Indeks Permukaan Pada Akhir Umur Rencana (IP)

LER*	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 : Bina Marga 1987

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

Dalam menentukan indeks permukaan pada awal umur rencana (IPo) perlu diperhatikan jenis lapis permukaan jalan (kerataan / kehalusan serta kekokohan) pada awal umur rencana, menurut table 3.10 (Bina Marga, 1987).

Tabel 3.10 Indeks Permukaan Pada Awal Umur Rencana (IPo)

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 : Bina Marga 1987

3.5.10. Koefisien kekuatan relatif (a)

Menurut Bina Marga (1987), koefisien kekuatan relatif (a) masing–masing bahan dan kegunaannya sebagai lapis permukaan, pondasi bawah, ditentukan secara korelasi sesuai nilai *marshall test* (untuk bahan dengan aspal), kuat tekan (untuk bahan yang distabilisasi dengan semen atau kapus), atau CBR (untuk bahan lapis pondasi bawah), atau menggunakan daftar koefisien relatif pada Tabel 3.11 berikut ini.

Tabel 3.11 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	-	-	
0,31	-	-	590	-	-	Lasbutag
0,28	-	-	454	-	-	HRA
0,26	-	-	340	-	-	
0,30	-	-	340	-	-	
0,26	-	-	340	-	-	
0,25	-	-	-	-	-	
0,20	-	-	-	-	-	Lapen (mekanis)
-	0,28	-	590	-	-	Lapen (manual)
-	0,26	-	454	-	-	Laston atas
-	0,24	-	340	-	-	

Tabel lanjutan

Koefisien kekuatan relatif			Kekuatan Bahan			Jenis Bahan
a1	a2	a3	MS(kg)	Kt(kg/cm)	CBR(%)	
-	0,23	-	-	-	-	Lapen (mekanis)
-	0,19	-	-	-	-	Lapen (manual)
-	0,15	-	-	22	-	Stab. Tanah dengan semen
-	0,13	-	-	18	-	
-	0,15	-	-	22	-	Stab. Tanah 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 : Bina Marga 1987

3.5.11. Sisa umur perkerasan

Menurut AASHTO (1993) sisa umur perkerasan adalah selisih nilai perkerasan pada waktu perkerasan direncanakan dengan nilai kondisi saat ini. Sisa umur perkerasan merupakan konsep kerusakan aspal yang diakibatkan oleh beban repetisi kendaraan secara berulang-ulang yang merusak perkerasan jalan dan mengurangi kapasitas beban repetisi yang dapat ditanggung oleh suatu perkerasan tersebut hingga mengalami keruntuhan (*failure*).

Metode yang dapat digunakan untuk melakukan prediksi terhadap umur sisa perkerasan jalan salah satunya adalah Metode AASHTO (1993) menggunakan persamaan berikut :

$$\log N = 9,36 \log(ITP + 2,54) - 3,9892 + \frac{\log\left(\frac{IP_0 - IP_t}{4,2 - 1,5}\right)}{N0,4 + \frac{138072}{(ITP + 2,54)^{5,19}}} + \log\left(\frac{1}{FR}\right) + 0,372(DDT - 3) \quad (3-15)$$

Dengan:

N : Beban lalu lintas pada umur rencana

ITP : Nilai indeks tebal perkerasan

DDT : Daya dukung tanah

FR : Faktor Regional

Umur sisa atau Remaining Life (RL) yang dipengaruhi oleh beban lalu lintas dapat dihitung dengan persamaan berikut :

$$RL = \frac{N_p}{N} \times 100\% \quad (3-16)$$

dengan:

RL : Umur sisa perkerasan atau *Remaining life* (%)

N_p : Sisa beban lalu lintas pada tahun ke-n

N : Beban lalu lintas pada umur rencana

3.5.12. Pelapisan tambahan (*Overlay*)

Menurut Bina Marga (1987) untuk perhitungan pelapisan tambahan (*overlay*) dinilai terlebih dahulu kondisi perkerasan lama (*existing pavement*) sehingga diperoleh indeks tebal perkerasan yang tersisa (ITP sisa). Tebal lapis

tambah diperoleh dari pengurangan ITP rencana dengan ITP sisa seperti persamaan berikut :

$$\Delta ITP = ITP_r - ITP_s \quad (3-17)$$

dengan:

ΔITP : *Index* tebal perkerasan perlu

ITP_r : *Index* tebal perkerasan umur rencana

ITP_s : *Index* tebal perkerasan lama/sisa

$$D_i = \frac{\Delta ITP}{a_i} \quad (3-18)$$

dengan:

D_i : Tebal lapis perkerasan (cm)

ΔITP : *Index* tebal perkerasan perlu

a_i : Koefisien kekuatan relatif bahan perkerasan