

BAB III

LANDASAN TEORI

3.1 Metode Bina Marga 1990

Metode Bina Marga 1990 digunakan untuk mengidentifikasi kerusakan jalan di Indonesia. Hasil akhir metode ini yaitu urutan prioritas yang digunakan untuk menentukan bentuk program. Metode ini menyatukan nilai survei kerusakan jalan dengan survei lalu lintas harian rata-rata (LHR).

3.1.1 Prosedur analisa data metode bina marga

Metode Bina Marga 1990 mempunyai prosedur analisa data sebagai berikut:

1. Menetapkan jenis dan kelas jalan;
2. Menghitung nilai ekivalensi kendaraan penumpang (EMP) untuk jalan dua lajur dua arah menggunakan Tabel 3.1.

Tabel 3.1 Ekivalensi Kendaraan

Tipe alinyemen	Arus total (kend./jam)	emp					
		MHV	LB	LT	MC		
					Lebar jalur lalu-lintas(m)		
< 6m	6 - 8m	> 8m					
Datar	0	1,2	1,2	1,8	0,8	0,6	0,4
	800	1,8	1,8	2,7	1,2	0,9	0,6
	1350	1,5	1,6	2,5	0,9	0,7	0,5
	≥ 1900	1,3	1,5	2,5	0,6	0,5	0,4
Bukit	0	1,8	1,6	5,2	0,7	0,5	0,3
	650	2,4	2,5	5,0	1,0	0,8	0,5
	1100	2,0	2,0	4,0	0,8	0,6	0,4
	≥ 1600	1,7	1,7	3,2	0,5	0,4	0,3
Gunung	0	3,5	2,5	6,0	0,6	0,4	0,2
	450	3,0	3,2	5,5	0,9	0,7	0,4
	900	2,5	2,5	5,0	0,7	0,5	0,3
	≥ 1350	1,9	2,2	4,0	0,5	0,4	0,3

Sumber : MKJI 1997

Tabel 3.2 Pembagian Golongan Berdasarkan Jenis Kendaraan

Golongan	Jenis Kendaraan	Tipe Kendaraan
1	Sepeda motor	MC
	Kendaraan tiga roda	
2	Sedan	LV
	Jip	
	Station wagon	
3	Opelet	
	Pikap opelet	
	Suburban	
	Combi	
4	Minibus	
	Pikap	
	Micro truck	
	Mobil hantaran	
5a	Bus kecil	HV
5b	Bus besar	
6a	Truk ringan dua sumbu	
6b	Truk berat dua sumbu	HV
7a	Truk tiga sumbu	
7b	Truk gandeng	
7c	Truk semi trailer	
8	Kendaraan tak bermotor	-

Sumber : MKJI 1997

3. Menghitung LHR jalan sesuai rumus 3.1 serta nilai kelas jalan dengan

Tabel 3.3.

$$LHR = emp \times volume \text{ lalu lintas} \dots \dots \dots (3.1)$$

Keterangan :

LHR : Lalu Lintas Harian (smp/hari)

Emp : Ekuivalensi Mobil Penumpang

Tabel 3.3 Penentuan 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 : Direktorat Jenderal Bina Marga (1990)

4. Hasil survei lapangan kondisi kerusakan kemudian dikelompokkan sesuai dengan jenis kerusakan.
5. Menentukan angka kondisi kerusakan berdasarkan jenis kerusakan berdasarkan Tabel 3.4.

Tabel 3.4 Angka Kondisi Jenis Kerusakan

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

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

Sumber : Direktorat Jenderal Bina Marga (1990)

6. Nilai semua jenis kerusakan dijumlahkan untuk menetapkan nilai kondisi jalan berdasarkan Tabel 3.5.

Tabel 3.5 Nilai Kondisi Jalan

Total Angka Kerusakan	Nilai Kondisi Jalan
26–29	9
22–25	8
19–21	7
16–18	6
13–15	5
10–12	4
7–9	3
4–6	2
0–3	1

Sumber : Direktorat Jenderal Bina Marga (1990)

7. Nilai prioritas kondisi jalan didapatkan dengan rumus sebagai berikut:

$$\text{Nilai Prioritas} = 17 - (\text{Kelas LHR} + \text{Nilai Kondisi Jalan}) \dots \dots \dots (3.2)$$

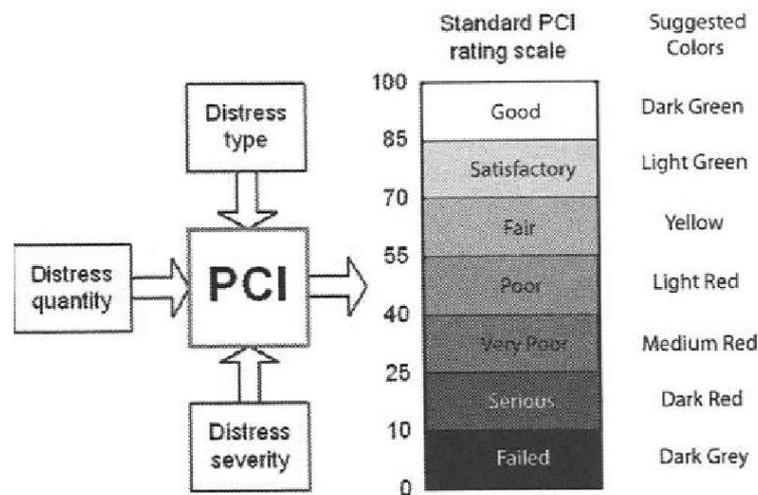
Perhitungan urutan prioritas (UP) tersebut dapat digunakan untuk menentukan program berdasarkan kondisi jalan yang diteliti.

- a. UP bernilai 0–3, jalan harus dimasukkan dalam program peningkatan
- b. UP bernilai 4–6, jalan harus dimasukkan dalam program pemeliharaan berkala

- c. UP bernilai >7 , jalan cukup dimasukkan dalam program pemeliharaan rutin.

3.2 Metode Pavement Condition Index

Pavement Condition Index (PCI) dilakukan untuk menilai kondisi kerusakan perkerasan jalan berdasarkan jenis, tingkat, dan luas kerusakan. Hasil PCI akan digunakan sebagai pedoman dalam pemeliharaan jalan (Husni, 2016). Pengukuran PCI diperoleh dari pengukuran saksama dan survei secara visual. PCI memiliki tiga tingkat kerusakan (*severity level*) yaitu *low* (rendah), *medium* (sedang), dan *high* (tinggi). Rentang penilaian menurut PCI antara 0 (perkerasan sangat rusak) sampai 100 (perkerasan baik) dengan kriteria baik (*good*), memuaskan (*satisfactory*), sedang (*fair*), buruk (*poor*), sangat buruk (*very poor*), serius (*serious*) dan gagal (*failed*) (Shahin,2005).



Gambar 3.1 Rentang Penilaian PCI

3.2.1 Penggolongan Kerusakan

Menurut Shahin (2005), data-data dari survei kerusakan jalan kemudian dikelompokkan berdasarkan kelas kerusakan sebagai berikut:

1. Retak kulit buaya (*alligator cracking*)

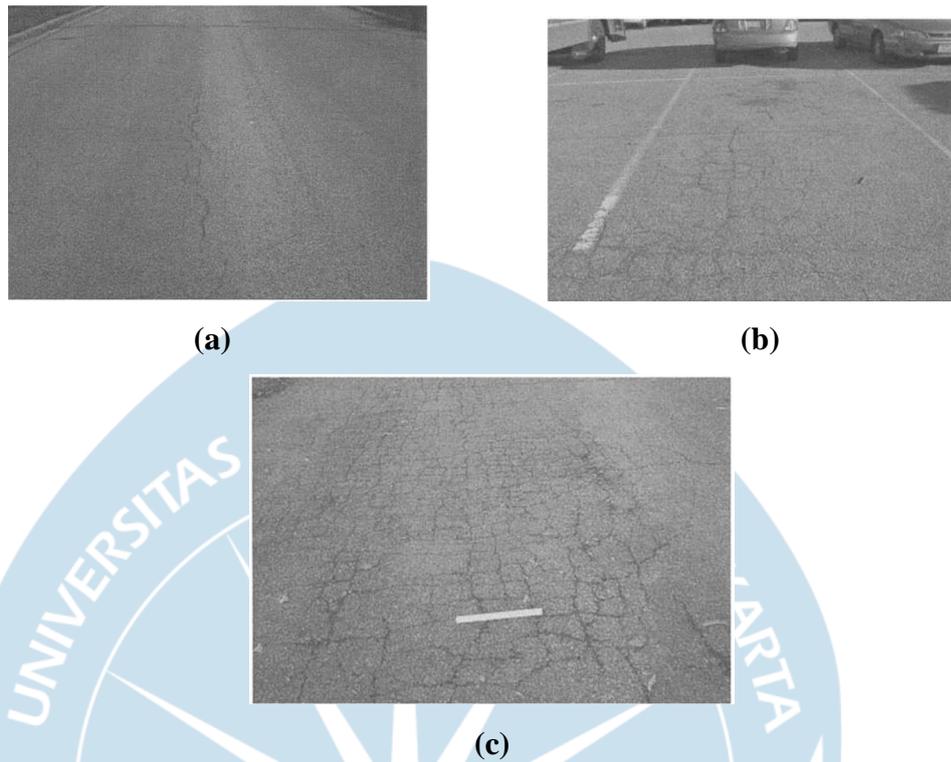
Retak ini memiliki bentuk poligon yang membentuk jaringan menyerupai kulit buaya. Lebar celah retak ini ≥ 3 mm.

Tabel 3.6 Tingkat Kerusakan Retak Kulit Buaya (*Alligator Cracking*)

Tingkat Kerusakan	Identifikasi Kerusakan	Pilihan Perbaikan
L	Retak rambut halus, membujur, berturut-turut dan sejajar satu sama lain dengan/tanpa keretakan yang saling berhubungan. Keretakan tidak terkelupas.	Tidak perlu diperbaiki, penutup permukaan, lapisan tambahan (<i>overlay</i>)
M	Perkembangan retak buaya ringan lebih lanjut menjadi sebuah pola atau jaringan keretakan yang mungkin bisa sedikit terkelupas.	Penambalan parsial, atau diseluruh kedalaman, lapisan tambahan (<i>overlay</i>), rekonstruksi
H	Jaringan atau pola keretakan telah berkembang lebih lanjut sehingga rekahan dapat ditentukan dengan baik dan terkelupas di pinggiran. Beberapa rekahan bisa terkoyak akibat lalu lintas.	Penambalan parsial, atau diseluruh kedalaman, lapisan tambahan (<i>overlay</i>), rekonstruksi

Sumber: Shahin, 2005

Pengukuran dilakukan dalam satuan meter persegi (m^2). Pengukuran retak kulit buaya menjadi sulit apabila terdapat dua sampai tiga kerusakan dalam satu lokasi. Oleh sebab itu, lokasi tersebut harus dinilai pada tingkat keparahan tertinggi. Jika kerusakan mudah dibedakan maka harus diukur secara terpisah. Apabila terdapat retak buaya dan alur pada lokasi yang sama, dilakukan pengukuran secara terpisah.



Gambar 3.2 Kerusakan Lubang Buaya
(a) L ; (b) M ; (c) H

2. Kegemukan (*bleeding*)

Kegemukan terjadi akibat konsentrasi aspal yang tinggi pada suatu bagian perkerasan. Kerusakan ini ditandai dengan adanya lapisan aspal tipis (tidak terdapat agregat) di permukaan jalan. Jejak bekas ban akan terlihat apabila pada saat temperatur tinggi (akibat terik matahari). Kerusakan ini berbahaya bagi pengguna jalan karena mengakibatkan jalan menjadi licin.

Tabel 3.7 Tingkat Kerusakan Kegemukan (*Bleeding*)

Tingkat Kerusakan	Identifikasi Kerusakan	Pilihan Perbaikan
L	Kerusakan kegemukan hanya terjadi pada skala yang sangat rendah dan hanya dapat disadari selama beberapa hari dalam setahun. Aspal tidak melekat pada sepatu atau kendaraan.	Belum perlu diperbaiki
M	Kegemukan telah muncul sejauh mana aspal melekat pada sepatu dan kendaraan selama hanya beberapa minggu dalam setahun.	Tambahkan pasir/agregat dan padatkan
H	Kegemukan telah muncul secara ekstensif dan sangat banyak aspal melekat pada sepatu dan kendaraan. Hal ini terjadi beberapa minggu lebih lama dalam setahun.	Tambahkan pasir/agregat dan padatkan

Sumber: Shahin, 2005

Pengukuran dilakukan dalam satuan meter persegi (m^2).



(a)



(b)



(c)

Gambar 3.3 Kerusakan *Bleeding*
(a) L; (b) M; (c) H

3. Retak blok (*block cracking*)

Kerusakan ini berbentuk blok pada perkerasan jalan. Umumnya retak ini menggambarkan retakan perkerasan dibawahnya (pada lapisan tambahan). Kerusakan ini berukuran 0,3×0,3 m sampai 3×3 m. Retak balok biasanya menunjukkan bahwa aspal telah mengeras secara signifikan. Retak blok biasanya terjadi di sebagian besar area perkerasan, tetapi terkadang hanya terjadi di area non-lalu lintas. Jenis kerusakan ini berbeda dari retak buaya dalam bentuk yang lebih kecil, banyak potongan sisi dengan sudut tajam. Tidak seperti retak blok, retak buaya disebabkan oleh beban lalu lintas yang berulang, dan karena itu hanya ditemukan di area lalu lintas.

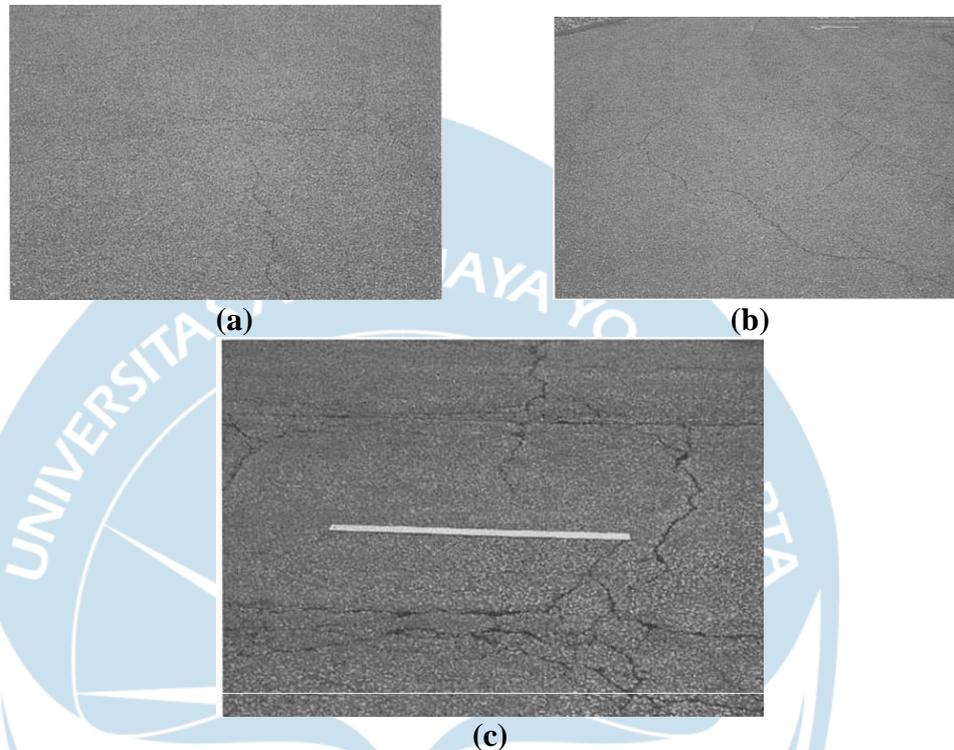
Tabel 3.8 Tingkat Kerusakan Retak Blok (*Block Cracking*)

Tingkat Kerusakan	Identifikasi Kerusakan	Pilihan Perbaikan
L	Blok diartikan oleh tingkat keretakan rendah.	Penutupan retak (<i>seal cracks</i>) melebihi 3 mm (1/8"); penutupan permukaan
M	Blok diartikan oleh tingkat keretakan sedang.	Penutupan retak (<i>seal cracks</i>); dikasarkan dengan pemanas dan lapis tambahan
H	Blok diartikan oleh tingkat keretakan tinggi.	Penutupan retak (<i>seal cracks</i>); dikasarkan dengan pemanas dan lapis tambahan

Sumber: Shahin,2005

Pengukuran untuk kerusakan ini dalam satuan meter persegi (m²). Kerusakan ini umumnya terjadi pada satu tingkat keparahan di bagian perkerasan tertentu. Namun, jika area dengan tingkat keparahan yang

berbeda dapat dengan mudah dibedakan satu sama lain sehingga area dilakukan pengukuran secara terpisah.



Gambar 3.4 Kerusakan *Block Cracking*
(a) L; (b) M; (c) H

4. Keriting (*corrugation*)

Kerusakan *corrugation* memiliki nama lain yaitu *Ripples*. Kerusakan ini memiliki bentuk menyerupai gelombang atau serangkaian pegunungan dan lembah yang berjarak dekat yang terjadi pada interval yang cukup teratur, biasanya <10 kaki (3 m) di sepanjang trotoar. Umumnya kerusakan ini terjadi akibat pengereman kendaraan. Hal ini disebabkan oleh dasar perkerasan yang tidak stabil sehingga menyebabkan gelombang.

Tabel 3.9 Tingkat Kerusakan Keriting (*Corrugation*)

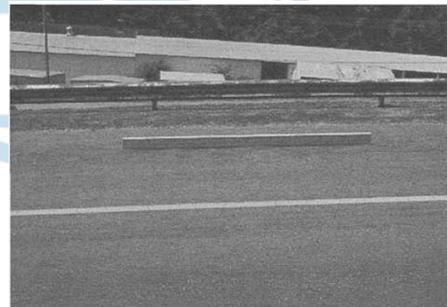
Tingkat Kerusakan	Identifikasi Kerusakan	Pilihan Perbaikan
L	<i>Corrugation</i> menghasilkan tingkat keparahan kualitas berkendara rendah.	Belum perlu diperbaiki
M	<i>Corrugation</i> menghasilkan tingkat keparahan kualitas berkendara sedang.	Rekonstruksi
H	<i>Corrugation</i> menghasilkan tingkat keparahan kualitas berkendara tinggi.	Rekonstruksi

Sumber: Shahin, 2005

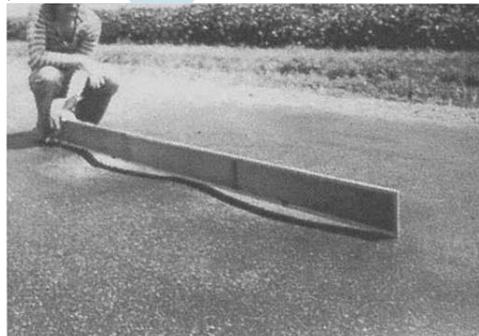
Pengukuran kerusakan ini dalam satuan meter persegi (m^2). Tingkat keparahan ditunjukkan dengan adanya perbedaan ketinggian antara gunung dan lembah dari lipatan kerusakan. Alat ukur dengan panjang 3 m ditempatkan tegak lurus dari puncak lipatan untuk mengukur kedalaman lembah dari kerusakan (satuan inci atau milimeter).



(a)



(b)



(c)

Gambar 3.5 Kerusakan *Corrugation*
(a) L; (b) M; (c) H

5. Amblas (*depression*)

Kerusakan ini terlihat dari adanya amblas atau penurunan permukaan perkerasan pada daerah tertentu dengan atau tanpa adanya keretakan. Kerusakan ini memiliki kedalaman >2 cm sehingga mampu menampung/meresapkan air.

Tabel 3.10 Tingkat Kerusakan Amblas (*Depression*)

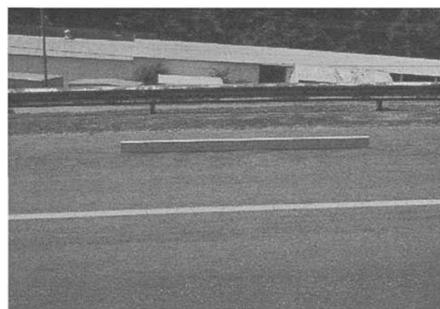
Tingkat Kerusakan	Identifikasi Kerusakan	Pilihan Perbaikan
L	Kedalaman amblas maksimal adalah $\frac{1}{2}$ - 1 inc (13 – 25 mm)	Belum perlu diperbaiki
M	Kedalaman amblas maksimal adalah 1 - 2 inc (25 – 50 mm)	Penambalan dangkal, parsial atau seluruh kedalaman
H	Kedalaman amblas maksimal adalah >2 inc (>50 mm)	Penambalan dangkal, parsial atau seluruh kedalaman

Sumber: Shahin, 2005

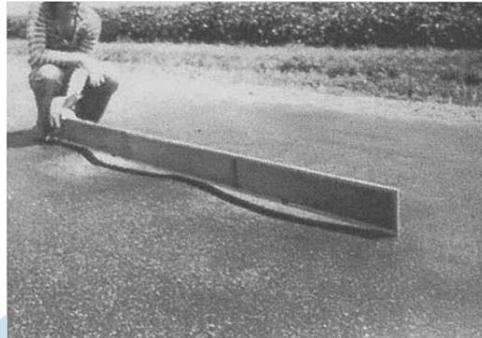
Pengukuran kerusakan ini dalam satuan meter persegi (m^2). Tingkat kerusakan amblas ditentukan dari kedalaman maksimum yang terjadi. Alat ukur dengan panjang 3 m diletakkan sejajar dengan daerah amblas untuk mengukur kedalamannya.



(a)



(b)



(c)

Gambar 3.6 Kerusakan Depression**(a) L; (b) M; (c) H****6. Retak samping jalan (*edge cracking*)**

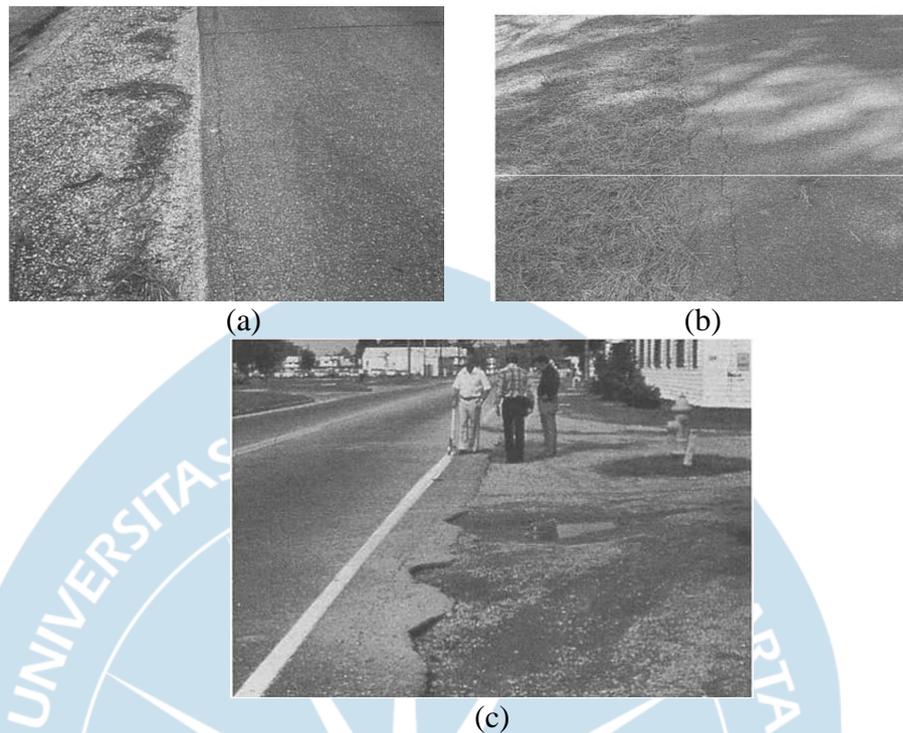
Kerusakan ini ditandai dengan adanya pertemuan permukaan perkerasan dengan bahu jalan tanah (tidak beraspal). Biasanya berukuran dalam 0,3 hingga 0,6 m (1 hingga 2 kaki) dari tepi luar perkerasan. Penyebaran kerusakan ini dapat terjadi setempat atau sepanjang tepi perkerasan dimana sering terjadi perlintasan roda kendaraan dari perkerasan ke bahu atau sebaliknya.

Tabel 3.10 Tingkat Kerusakan Retak Samping Jalan (*Edge Cracking*)

Tingkat Kerusakan	Identifikasi Kerusakan	Pilihan Perbaikan
L	Retak sedikit sampai sedang 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 di sepanjang tepi perkerasan	Penambahan parsial

Sumber: Shahin, 2005

Pengukuran kerusakan ini dalam satuan meter panjang (m).



Gambar 3.7 Kerusakan *Edge Cracking*
 (a) L; (b) M; (c) H

7. Retak sambung (*joint reflection cracking*)

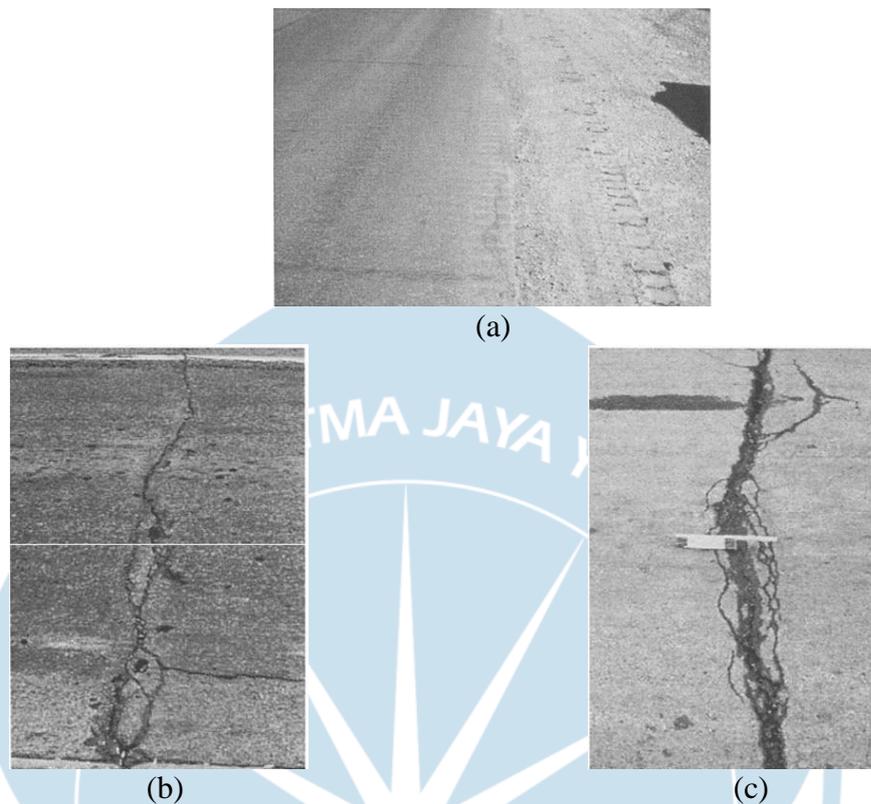
Kerusakan ini terjadi hanya pada perkerasan aspal dengan perkerasan beton semen *portland* di bawahnya. Retak ini memiliki pola seperti retak pada beton lama dibawahnya. Kesulitan ini tidak terkait dengan beban tetapi beban lalu lintas dapat menyebabkan kerusakan pada permukaan aspal di dekat retakan. Pengetahuan tentang dimensi pelat di bawah permukaan aspal akan membantu mengidentifikasi kerusakan ini.

Tabel 3.11 Tingkat Kerusakan *Joint Reflection Cracking*

Tingkat Kerusakan	Identifikasi Kerusakan	Pilihan Perbaikan
L	Satu dari kondisi berikut terjadi: 1. Lebar retak tak terisi <math><3/8</math> in (10 mm) 2. Retak terisi, dengan lebar berapapun	Pengisian untuk yang melebihi 1/8 in (3mm)
M	Satu dari kondisi berikut terjadi: 1. Lebar retak tak terisi, <math><3/8 - 3</math> in (10 – 76 mm) 2. Retak tak terisi, dengan lebar >3 in (76 mm). Dikelilingi retak acak ringan 3. Retak terisi, sembarang lebar yang dikelilingi retak acak ringan.	Penutupan retak; penambalan kedalaman parsial
H	Satu dari kondisi berikut terjadi: 1. Retak apapun, terisi atau tak terisi, dikelilingi oleh retak acak, sedang atau tinggi 2. Retak tak terisi lebih dari 3 in (76 mm) 3. Retak dengan lebar berapapun di mana beberapa inci aspal di sekitar jalan rusak berat (retak berat menjadi pecahan)	Penambalan kedalaman parsial; rekonstruksi sambungan

Sumber: Shahin, 2005

Pengukuran kerusakan dalam satuan meter (m). Identifikasi dilakukan secara terpisah berdasarkan panjang dan tingkat kerusakan. Misalnya, retak sepanjang 15 meter dapat dicatat secara terpisah sebagai 3 meter dengan tingkat kerusakan H, 6 meter dengan tingkat kerusakan M, dan 6 meter dengan tingkat kerusakan L.



Gambar 3.8 Kerusakan *Joint Reflection Cracking*
(a) L; (b) M; (c) H

8. Penurunan pada bahu jalan (*lane/shoulder drop off*)

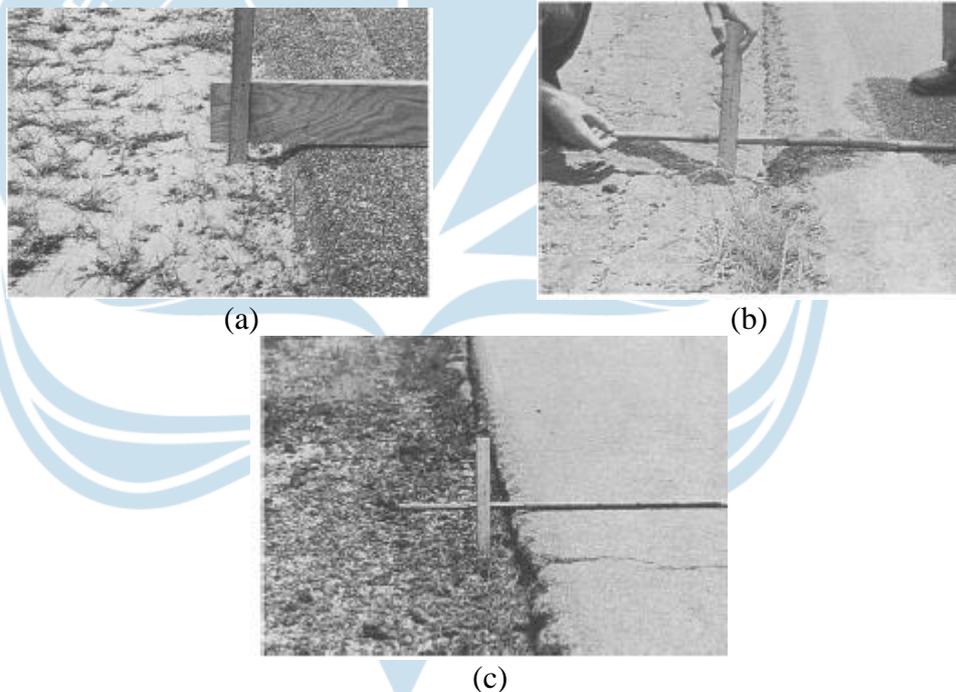
Perbedaan elevasi antara tepi dan permukaan bahu jalan mengakibatkan kerusakan ini. Permukaan bahu yang lebih rendah daripada perkerasan ini diakibatkan oleh erosi pada bahu, penurunan bahu, atau pembangunan jalan tanpa penyesuaian dengan ketinggian bahu.

Tabel 3.12 Tingkat Kerusakan Penurunan Pada Bahu Jalan (*lane/shoulder drop off*)

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

Sumber: Shahin, 2005

Pengukuran kerusakan ini diukur dalam satuan meter (m).



Gambar 3.9 Kerusakan *Lane/Shoulder Drop Off*
(a) L; (b) M; (c) H

9. Retak memanjang dan melintang (*longitudinal & tranfersal cracks*)

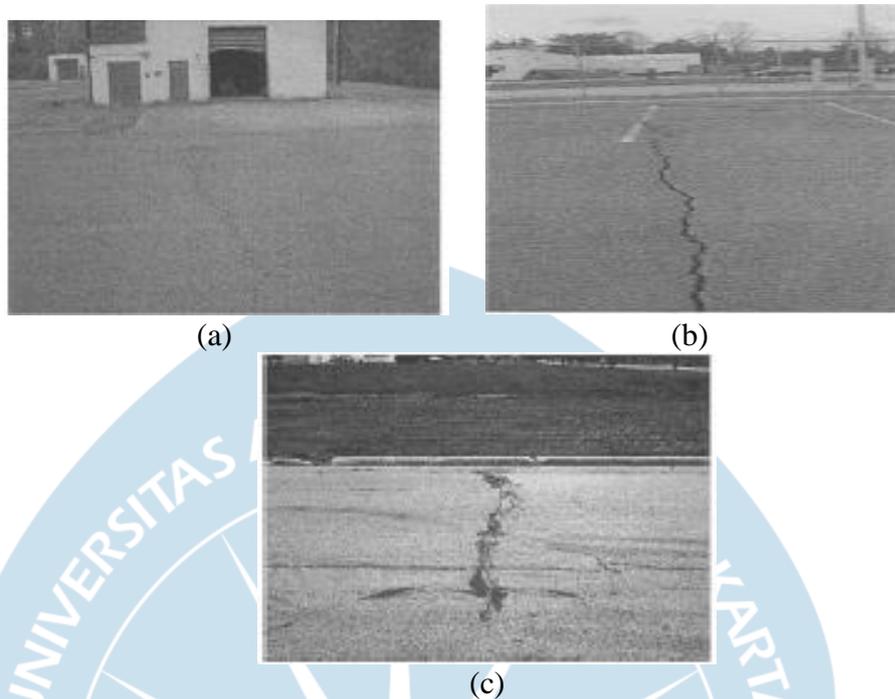
Kerusakan ini ditandai dengan adanya retak memanjang dan melintang. Berbentuk sejajar dengan retak lain yang terdiri dari beberapa celah.

**Tabel 3.13 Tingkat Kerusakan Retak Memanjang Dan Melintang
(*Longitudinal & Transversal Cracks*)**

Tingkat Kerusakan	Identifikasi Kerusakan	Pilihan Perbaikan
L	Satu dari kondisi berikut terjadi: 1. Lebar retak tak terisi <math><3/8</math> in (10 mm) 2. Retak terisi, dengan lebar berapapun	Pengisian untuk yang melebihi 1/8 in (3mm)
M	Satu dari kondisi berikut terjadi: 1. Lebar retak tak terisi, <math><3/8 - 3</math> in (10 – 76 mm) 2. Retak tak terisi, dengan lebar >3 in (76 mm). Dikelilingi retak acak ringan 3. Retak terisi, sembarang lebar yang dikelilingi retak acak ringan.	Penutupan retak; penambalan kedalaman parsial
H	Satu dari kondisi berikut terjadi: 1. Retak apapun, terisi atau tak terisi, dikelilingi oleh retak acak, sedang atau tinggi 2. Retak tak terisi lebih dari 3 in (76 mm) 3. Retak dengan lebar berapapun di mana beberapa inci aspal di sekitar jalan rusak berat (retak berat menjadi pecahan)	Penambalan kedalaman parsial; rekonstruksi sambungan

Sumber: Shahin, 2005

Pengukuran kerusakan ini dalam satuan meter (m). Setiap panjang dan tingkat keparahan retak harus diidentifikasi lalu dicatat. Jika retak pada satu bagian segmen jalan memiliki tingkat keparahan yang berbeda. Setiap bagian retak ini harus dicatat secara terpisah.



Gambar 3.10 Kerusakan *Longitudinal & Transversal Cracks*
(a) L; (b) M; (c) H

10. Tambalan dan tambalan galian utilitasi (*patching and utility cut packing*)

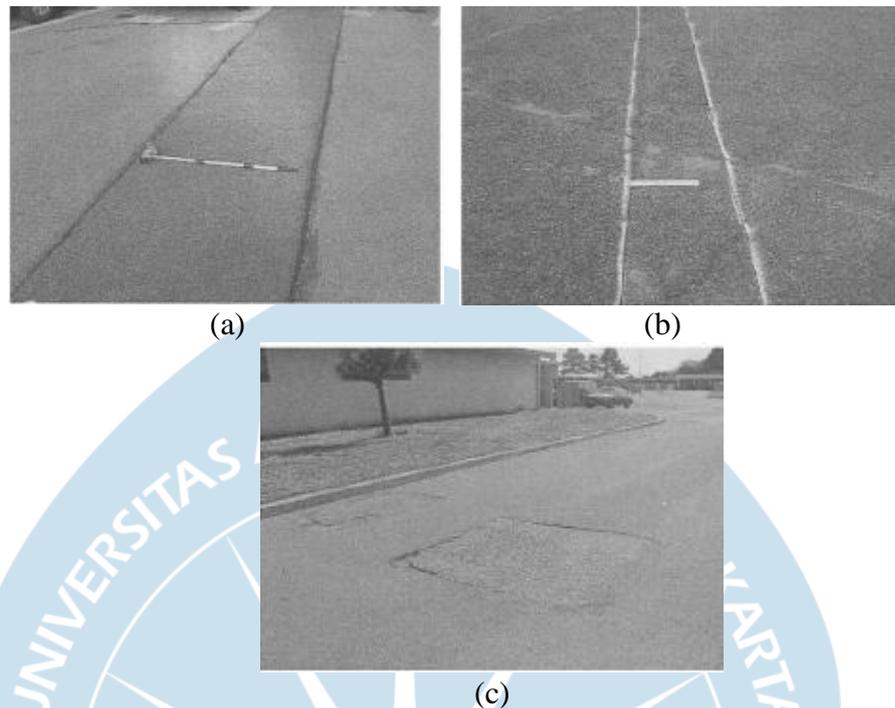
Tambalan termasuk kerusakan jalan karena jika pada beberapa kasus dengan jumlah/luasan tambalan yang besar akan mengganggu kenyamanan berkendara. Tambalan dibedakan menjadi tambalan sementara dan tambalan permanen.

**Tabel 3.14 Tingkat Kerusakan Tambalan Dan Tambalan Galian Utilitas
(Patching And Utility Cut Packing)**

Tingkat Kerusakan	Identifikasi Kerusakan	Pilihan Perbaikan
L	Tambalan dalam kondisi bagus dan memuaskan. Kualitas berkendara dinilai dengan tingkat keparahan rendah atau lebih baik.	Belum perlu diperbaiki
M	Tambalan sedikit memburuk dan/atau kenyamanan kendaraan dinilai dalam tingkat keparahan sedang.	Belum perlu diperbaiki, tambalan dibongkar
H	Tambalan sangat rusak dan/atau kenyamanan dinilai dalam tingkat keparahan tinggi.	Tambalan dibongkar

Sumber: Shahin, 2005

Pengukuran kerusakan dalam satuan meter persegi (m^2). Jika dalam satu tambalan terdapat beberapa tingkat kerusakan, maka harus diukur secara terpisah. Misalnya, tambalan seluas $2,32 m^2$ memiliki $0,9 m^2$ tingkat keparahan sedang dan $1,35 m^2$ dengan tingkat keparahan rendah. Area dengan tingkat berbeda harus dicatat secara terpisah. Apabila ditemukan kerusakan lain seperti sungkur dan retak dalam tambalan, area tersebut hanya dinilai kerusakan tambalan. Jika sebagian besar perkerasan telah diganti, itu tidak boleh dicatat sebagai tambalan, tetapi dianggap sebagai perkerasan baru.



Gambar 3.11 Kerusakan *Patching and Utility Cut Packing*
 (a) L; (b) M; (c) H

11. Pengausan agregat (*polished aggregate*)

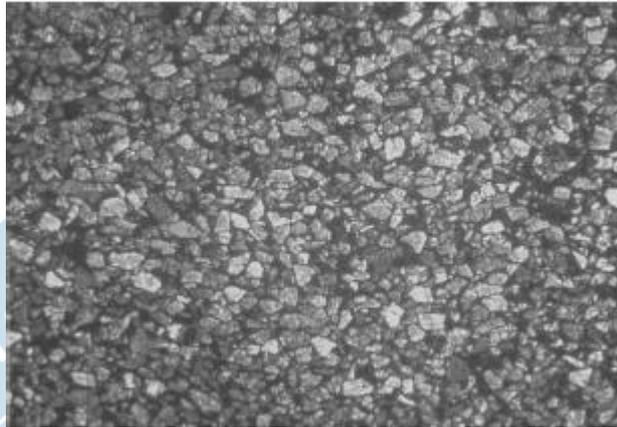
Kerusakan ini ditandai dengan permukaan perkerasan yang menjadi halus dan licin (terkadang terlihat mengkilap). Repetisi dari beban lalu lintas secara terus menerus oleh kendaraan berat menjadi penyebab utama kerusakan ini. Kerusakan ini kerap terjadi pada tikungan dan daerah lain akibat gesekan tinggi antara perkerasan dan ban kendaraan.

Tabel 3.15 Tingkat Kerusakan Pengausan Agregat (*Polished Aggregate*)

Tingkat Kerusakan	Identifikasi Kerusakan	Pilihan Perbaikan
	Tidak kerusakan tidak ditentukan. Namun, tingkat kelicinan sebaiknya dibuktikan dengan jelas dalam unit sample yang permukaan agregat lembut apabila disentuh.	Belum perlu diperbaiki; perawatan permukaan; lapisan tambahan

Sumber: Shahin, 2005

Pengukuran kerusakan luas permukaan dalam satuan meter persegi (m^2). Jika *bleeding* dihitung, pengausan agregat tidak boleh dihitung.



Gambar 3.12 Polished Agregat

12. Lubang (*potholes*)

Kerusakan ini ditandai dengan adanya lubang pada bagian jalan. Kerusakan ini mampu meresapkan atau menampung air sehingga berbahaya untuk konstruksi jalan dibawahnya. Apabila dibiarkan kerusakan ini akan semakin parah akibat air yang menggenang.

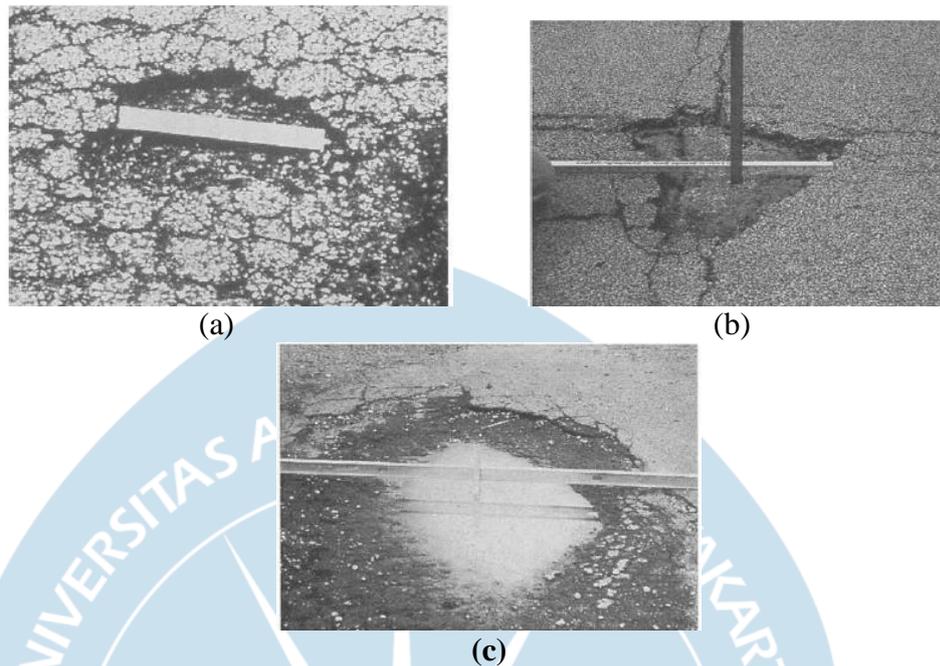
Tabel 3.16 Tingkat Kerusakan Lubang (*Potholes*)

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 di seluruh kedalaman
M : Penambalan parsial atau diseluruh kedalaman
H : Penambalan di seluruh kedalaman

Sumber:Shahin, 2005

Pengukuran kerusakan lubang diukur dengan menghitung jumlah lubang dengan tingkat kerusakan *low*, *medium*, dan *high*.



Gambar 3.13 Kerusakan *Potholes*
(a) L; (b) M; (c) H

13. Perlintasan jalan rel (*railroad crossing*)

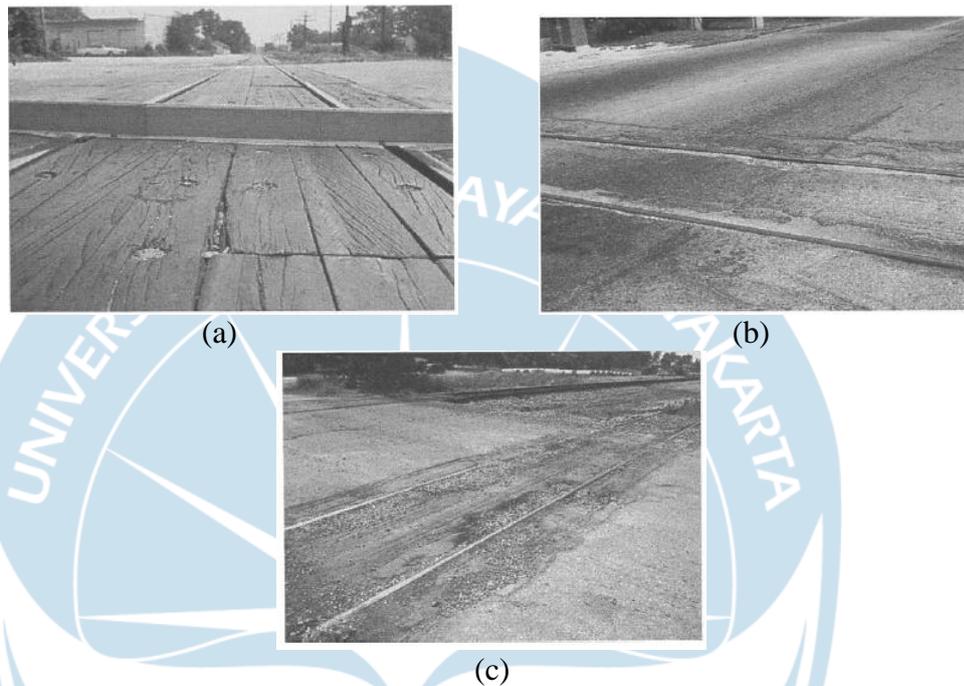
Kerusakan ini terjadi pada perlintasan jalan rel kereta api. Kerusakan ini dapat berupa ambles atau benjolan pada bagian sekitar lintasan rel.

Tabel 3.17 Tingkat Kerusakan Perlintasan Jalan Rel (*Railroad Crossing*)

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

Sumber: Shahin, 2005

Pengukuran kerusakan ini diukur dalam satuan meter persegi (m^2).
Jika perlintasan tidak mempengaruhi kenyamanan berkendara maka tidak boleh dihitung.



Gambar 3.14 Kerusakan *Railroad Crossing*
(a) L; (b) M; (c) H

14. Alur (*rutting*)

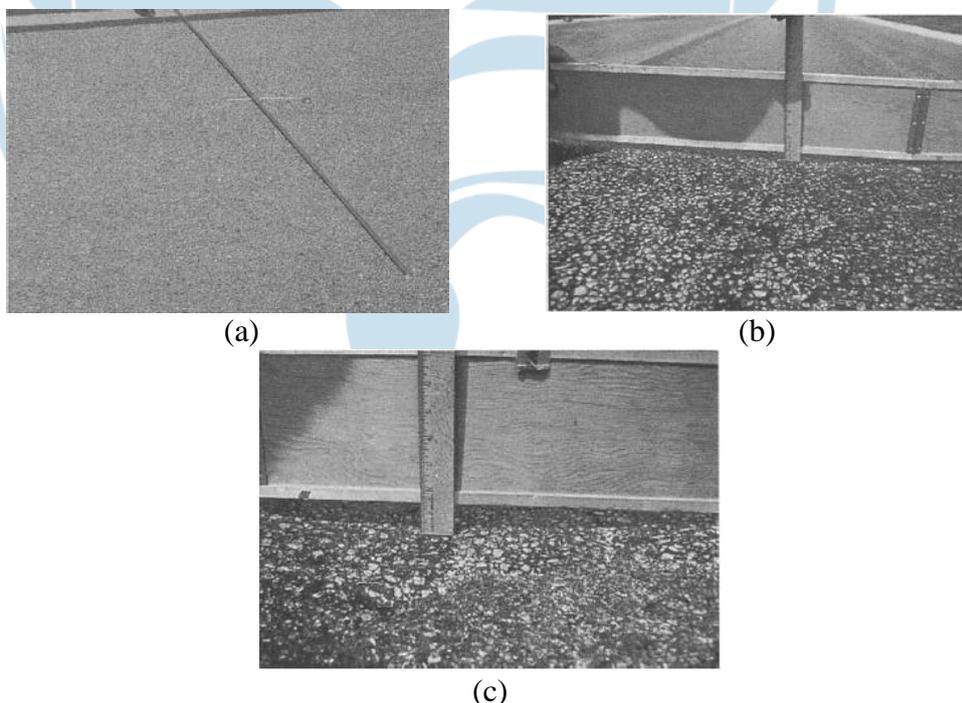
Kerusakan ini berbentuk alur akibat ambles di jalur roda. Alur umumnya terjadi pada lintasan yang kerap dilewati oleh bagian roda.

Tabel 3.18 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, 2005

Pengukuran kerusakan ini dalam satuan meter persegi (m^2) dan kedalaman kerusakan (sesuai Tabel 3.18). Untuk menentukan kedalaman, alat ukur diletakkan tegak lurus di alur dan diukur kedalaman rata-rata.



Gambar 3.15 Kerusakan *Rutting*
(a) L ; (b) M; (c) H

15. Sungkur (*shoving*)

Kerusakan ini ditandai dengan munculnya jembulan pada permukaan aspal. Umumnya kerusakan ini terjadi pada lokasi pemberhentian kendaraan khususnya pada daerah curam atau tikungan tajam. Sungkur juga dapat terjadi pada perbatasan perkerasan aspal dengan perkerasan pelat PCC.

Tabel 3.19 Tingkat Kerusakan Sungkur (*Shoving*)

Tingkat Kerusakan	Identifikasi Kerusakan	Pilihan Perbaikan
L	<i>Shoving</i> menyebabkan sedikit gangguan kenyamanan kendaraan	Belum perlu diperbaiki, lapisan tambahan
M	<i>Shoving</i> menyebabkan cukup gangguan kenyamanan kendaraan	Penambalan parsial atau di seluruh kedalaman
H	<i>Shoving</i> menyebabkan gangguan besar pada kenyamanan kendaraan	Penambalan parsial atau di seluruh kedalaman

Sumber: Shahin, 2005

Pengukuran kerusakan dalam satuan meter persegi (m^2) pada area kerusakan. Sungkur apabila terjadi di tambalan maka akan dinilai sebagai tambalan.



(a)



(b)



(c)

Gambar 3.16 Kerusakan *Shoving*
(a) L; (b) M; (c) H

16. Patah slip (*slippage cracking*)

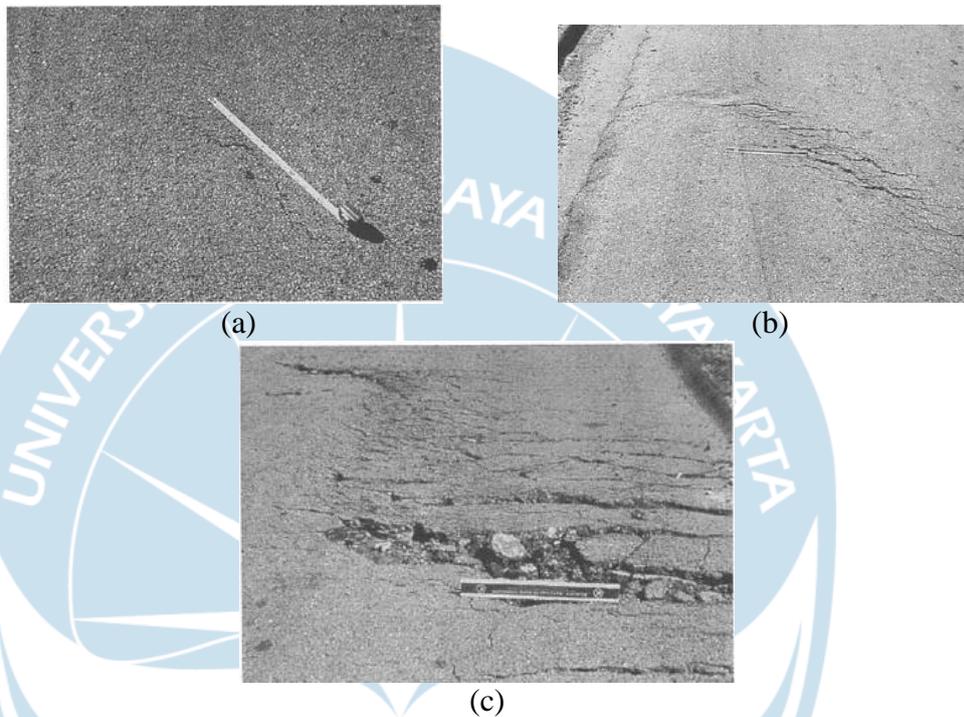
Kerusakan ini berbentuk retak menyerupai jejak mobil (seperti bulan sabit). Patah spil muncul ketika pengereman atau putaran roda menyebabkan permukaan perkerasan berubah bentuk.

Tabel 3.20 Tingkat Kerusakan Patah Slip (*Slippage Cracking*)

Tingkat Kerusakan	Identifikasi Kerusakan	Pilihan Perbaikan
L	Lebar retak rata-rata adalah $< \frac{3}{8}$ in (10 mm)	Belum perlu diperbaiki, penambahan parsial
M	Satu dari kondisi berikut terjadi: 1. Lebar retak rata-rata diantara $\frac{3}{8}$ –1,5 in (1038 mm). 2. Area di sekitar retakan pecah, kedalaman pecahan-pecahan terikat.	Penambahan parsial
H	Satu dari kondisi berikut yang terjadi. 1. Retak rata rata $> \frac{1}{2}$ in (38 mm) 2. Area disekitar retakan pecah, kedalaman pecahan-pecahan mudah terbongkar	Penambahan parsial

Sumber: Shahin, 2005

Pengukuran kerusakan ini dalam satuan meter persegi (m^2) pada area kerusakan. Pemberian nilai menurut tingkat keparahan tertinggi di daerah tersebut.



Gambar 3.17 Kerusakan *Slippage Cracking*
(a) L ; (b) M ; (c) H

17. Mengembang (*swell*)

Kerusakan ini ditandai dengan munculnya tonjolan di permukaan pekerasan dengan panjang lebih dari 3 m. Penyebab dari kerusakan ini adalah pengembangan tanah dasar atau pembekuan air.

Tabel 3.21 Tingkat Kerusakan Mengembang (*Swell*)

Tingkat Kerusakan	Identifikasi Kerusakan	Pilihan Perbaikan
L	<i>Swell</i> menyebabkan sedikit gangguan kenyamanan berkendara. Tingkat <i>swell</i> rendah tidak selalu mudah dideteksi tetapi dapat dirasakan dengan berkendara pada batas kecepatan di atas bagian jalan. Guncangan ke atas terjadi bila terdapat <i>swell</i> .	Belum perlu diperbaiki
M	Pengembangan menyebabkan cukup gangguan kenyamanan kendaraan	Belum perlu diperbaiki, Rekonstruksi
H	Pengembangan menyebabkan gangguan besar kenyamanan kendaraan	Rekonstruksi

Sumber: Shahin, 2005

Pengukuran kerusakan ini dalam satuan meter persegi (m²).



Gambar 3.18 *Swell*

18. Pelepasan butir (*weathering/raveling*)

Kerusakan ini berupa pengikisan permukaan perkerasan akibat hilangnya pengikat aspal atau tar dan ditandai dengan pelepasan sebagian butir agregat yang kemudian meluas. Pelepasan butir dimulai dengan pelepasan agregat halus lalu diikuti dengan agregat kasar, sehingga membentuk lubang dan dapat meresapkan air ke badan jalan.

Tabel 3.22 Tingkat Kerusakan Pelepasan Butir (*Weathering/Raveling*)

Tingkat Kerusakan	Identifikasi Kerusakan	Pilihan Perbaikan
L	Agregat atau bahan pengikat mulai terlepas. Di beberapa area, permukaan mulai berlubang. Dalam kasus tumpahan oli, genangan oli dapat terlihat, tetapi permukaannya keras, dan tidak dapat ditembus koin	Belum perlu diperbaiki, penutup permukaan, perawat permukaan
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 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, 2005

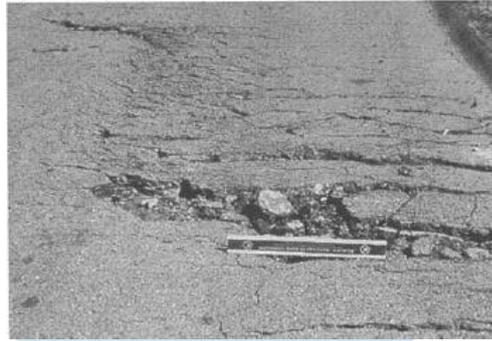
Kerusakan ini diukur dalam satuan meter persegi (m²).



(a)



(b)



(c)

Gambar 3.19 (a) Low Severity; (b) Medium Severity; (c) High Severity Weathering/Raveling

3.2.2 Hitungan PCI

1. Nilai densitas

Nilai densitas adalah persentase luas atau panjang total suatu jenis kerusakan terhadap luasan suatu unit segmen. Nilai densitas dibedakan berdasarkan tingkat kerusakannya. Densitas dapat dinyatakan dengan rumus:

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

atau,

$$\text{Densitas (\%)} = \frac{L_d}{A_s} \times 100\% \dots \dots \dots (3.4)$$

Keterangan :

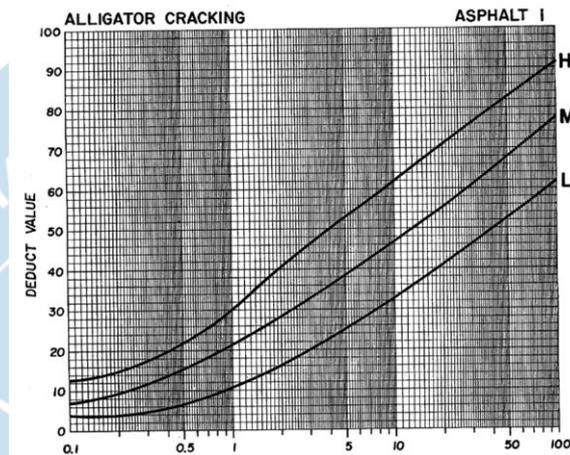
A_d : luas total dari satu jenis perkerasan untuk setiap tingkat keparahan kerusakan (m^2 atau sq ft).

A_s : luas total unit segmen (m^2 atau sq ft).

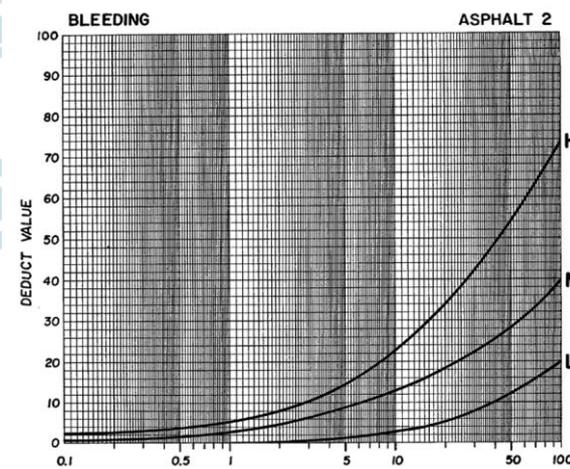
L_d : panjang total jenis kerusakan untuk tiap tingkat keparahan kerusakan (m atau ft).

2. Nilai pengurangan (*deduct value*)

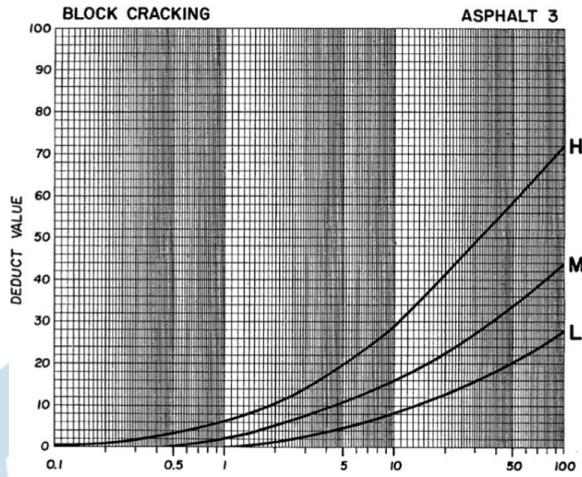
Nilai *Deduct value* diberikan untuk tiap jenis kerusakan dan tingkat kerusakan. *Deduct value* didapat dari hasil perpotongan antara tingkat kerusakan (L, M, dan H) dan nilai densitas dari grafik *deduct value*.



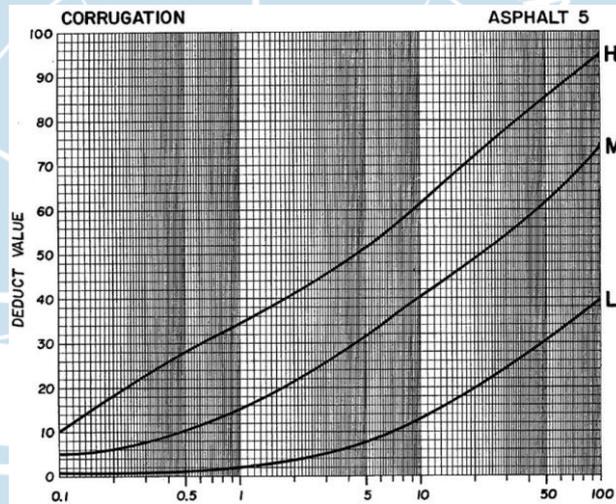
Gambar 3.20 Deduct Value for Aligator Cracking



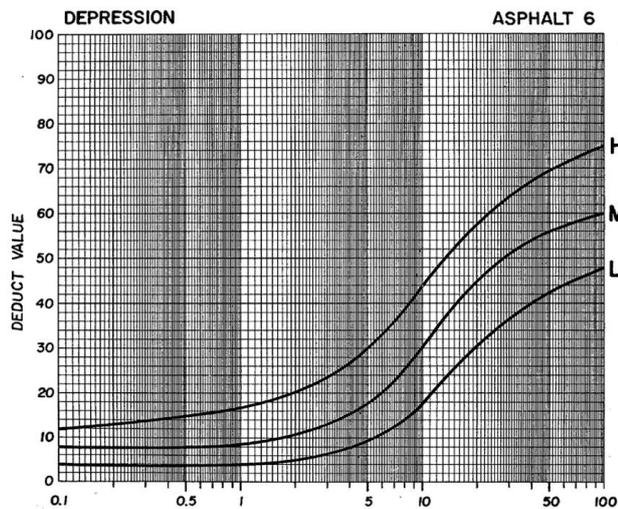
Gambar 3.21 Deduct Value for Bleeding



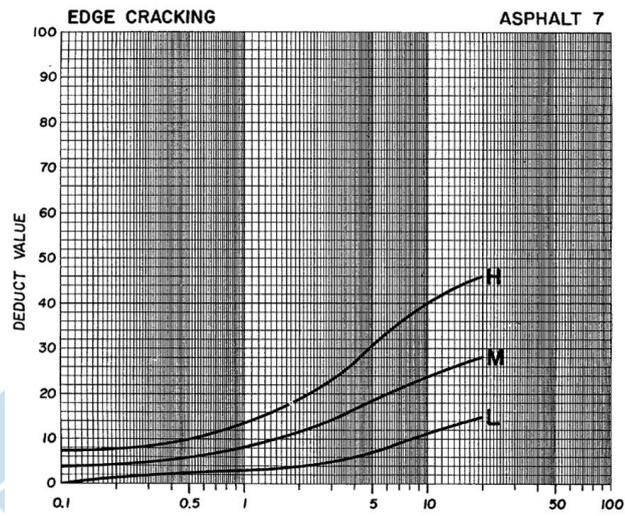
Gambar 3.22 Deduct Value for Block Cracking



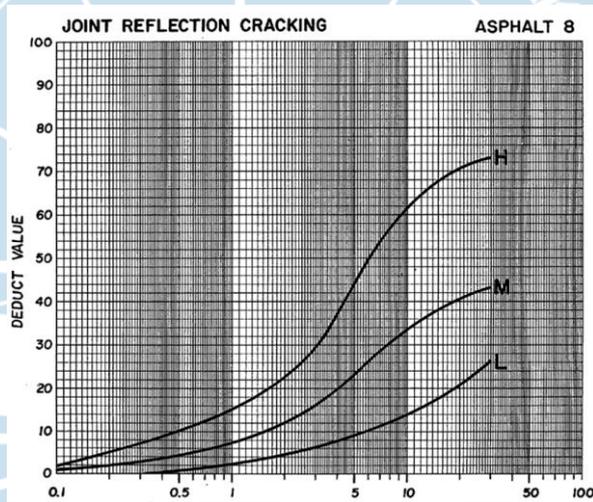
Gambar 3.23 Deduct Value for Corrugation



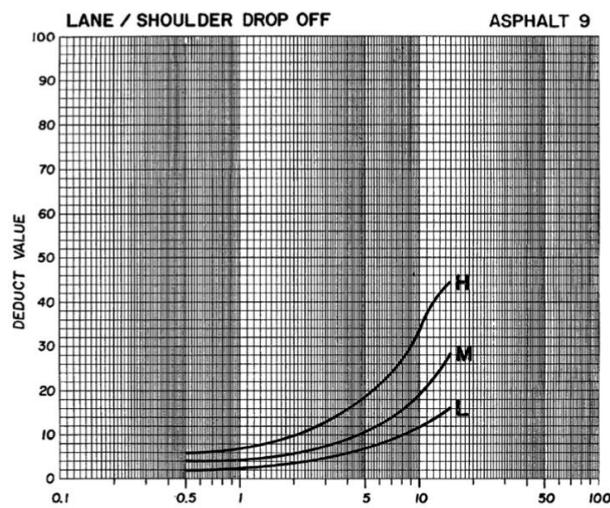
Gambar 3.24 Deduct Value for Depression



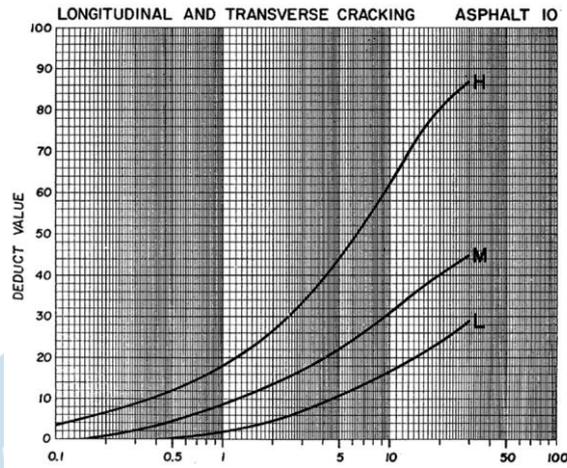
Gambar 3.25 Deduct Value for Edge Cracking



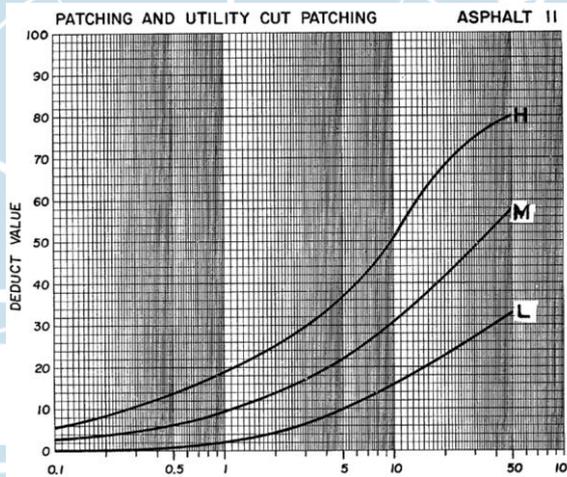
Gambar 3.26 Deduct Value for Joint Reflection Cracking



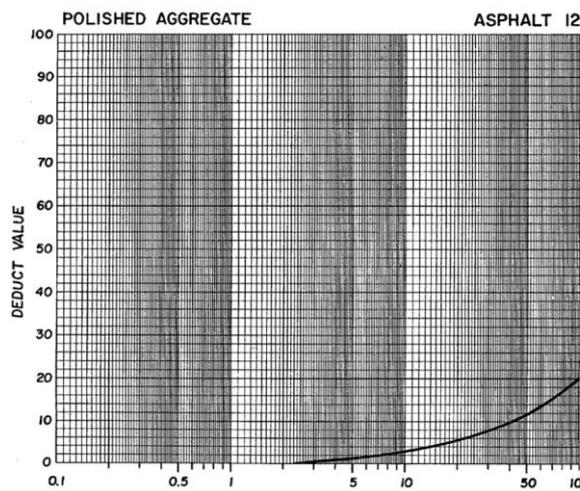
Gambar 3.27 Deduct Value for Lane/Shoulder Drop Off



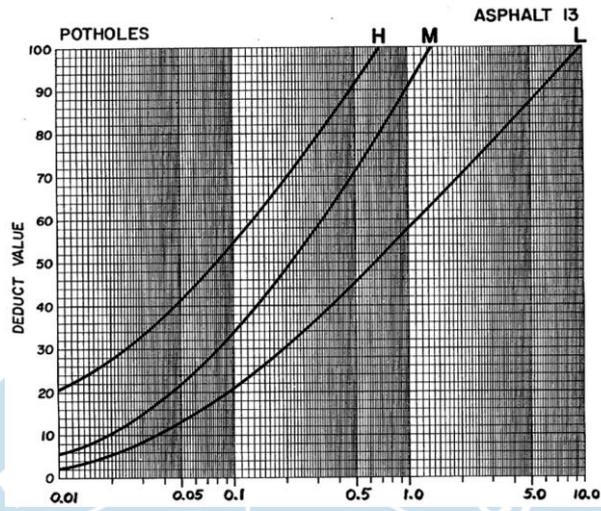
Gambar 3.28 Deduct Value for Longitudinal/Transversal Cracking



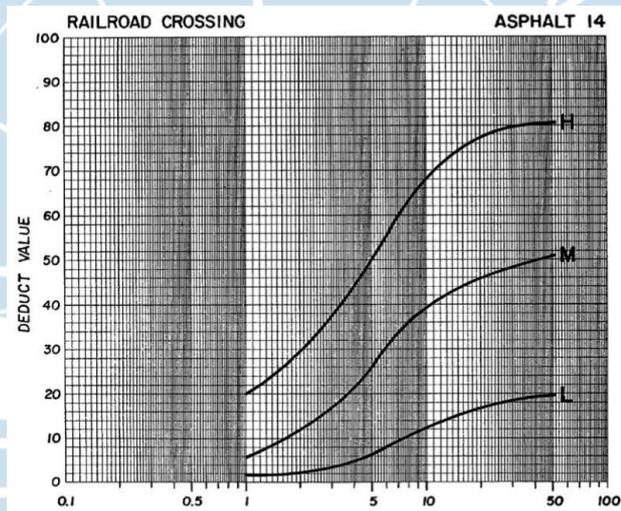
Gambar 3.29 Deduct Value for Patching and Utility Cut Patching



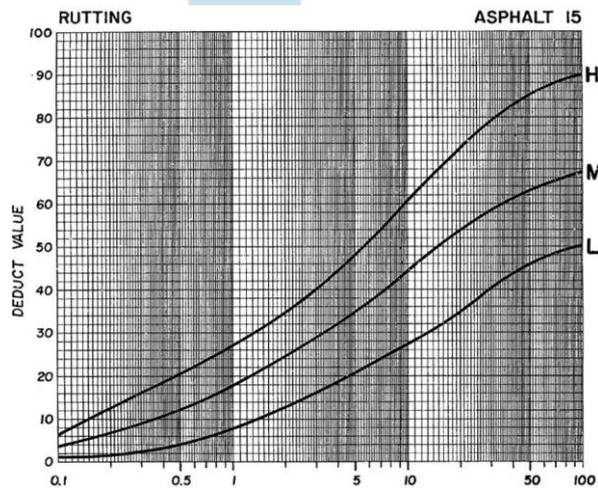
Gambar 3.30 Deduct Value for Polished Aggregate



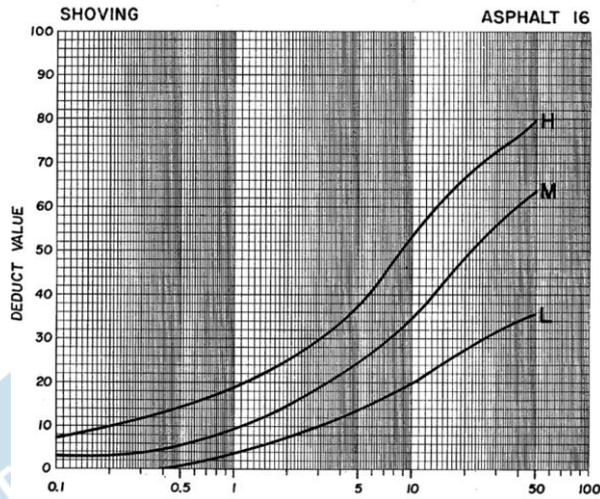
Gambar 3.31 Deduct Value for Potholes



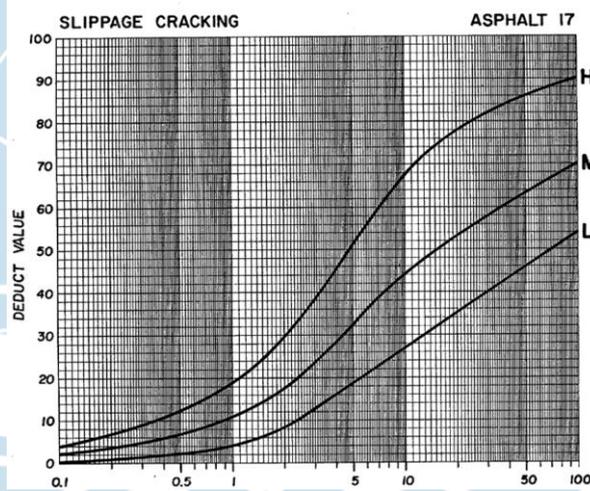
Gambar 3.32 Deduct Value for Railroad Crossing



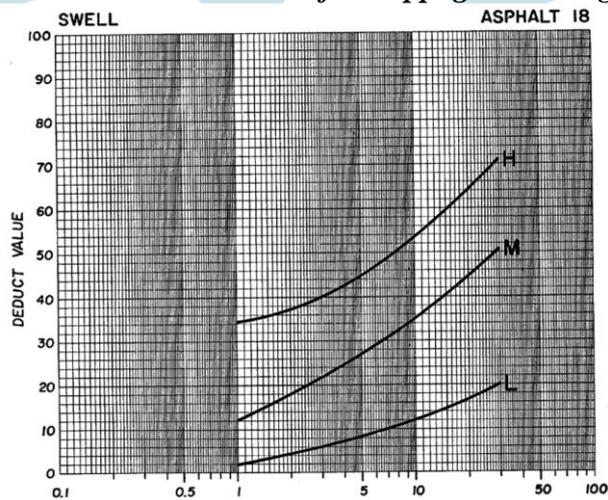
Gambar 3.33 Deduct Value for Rutting



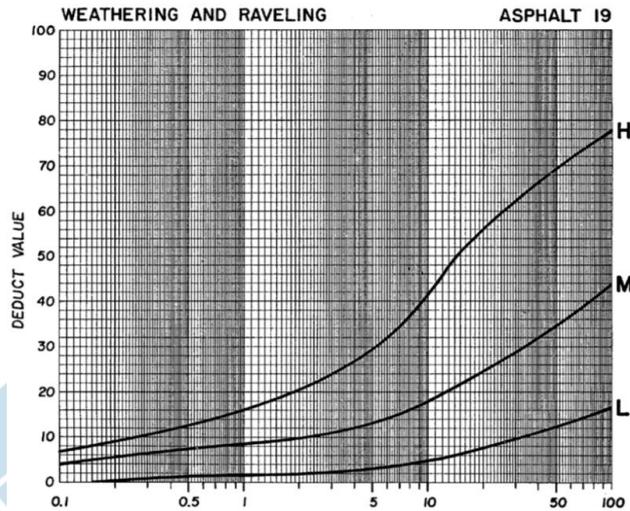
Gambar 3.34 Deduct Value for Shoving



Gambar 3.35 Deduct Value for Slippage Cracking



Gambar 3.36 Deduct Value for Swell



Gambar 3.37 Deduct Value for Weathering and Raveling

3. Nilai pengurangan total (*total deduct value*)

Nilai *total deduct value* (TDV) adalah nilai total masing-masing *individual deduct value* untuk setiap jenis kerusakan dan tingkat kerusakan pada masing-masing unit segmen. Jumlah nilai pengurangan yang diizinkan (*allowable number of deduct*) disimbolkan dengan *m* menggunakan persamaan :

$$m = 1 + \left(\frac{9}{98}\right) * (100 - HDVi) \dots\dots\dots(3.5)$$

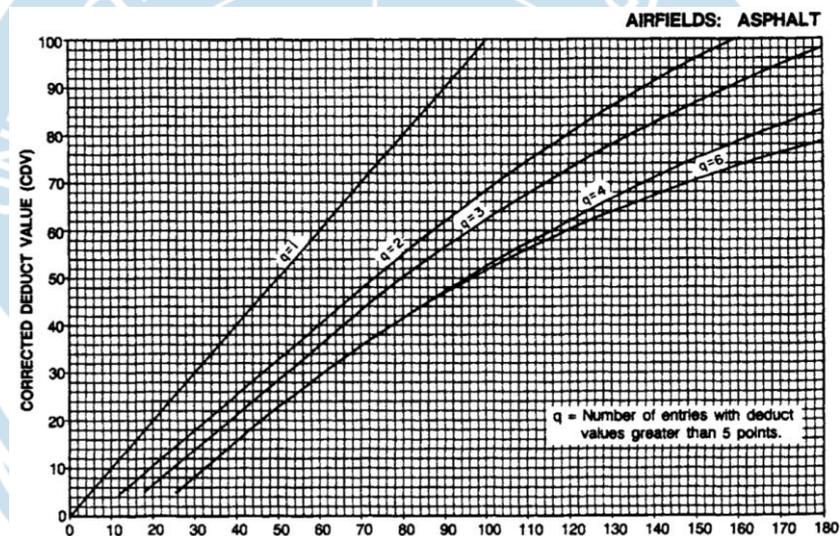
Keterangan:

m = jumlah pengurangan izin, termasuk pecahan, untuk unit sampel yang ditinjau.

HDVi = nilai pengurangan individual tertinggi (*highest individual deduct value*) untuk sampel *i*.

4. Nilai pengurangan koreksi (*corrected deduct value*)

Corrected deduct value (CDV) adalah nilai yang diperoleh dari kurva hubungan antara nilai pengurangan total atau *total deduct value* (TDV) dan nilai *deduct value*. dan nilai pengurangan dengan memilih kurva yang sesuai. Nilai CDV tertinggi yang akan digunakan dalam perhitungan nilai PCI.



Gambar 3.38 Kurva Nilai CDV

Setelah CDV diperoleh, PCI untuk setiap unit sampel dapat dihitung menggunakan persamaan:

$$PCI_{(s)} = 100 - CDV \dots\dots\dots(3.6)$$

Keterangan :
 PCI_(s) = nilai PCI segmen.
 CDV = nilai CDV segmen.

Perhitungan PCI untuk satu ruas jalan sebagai berikut :

$$PCI_f = \sum \frac{PCI_{(s)}}{N} \dots \dots \dots (3.7)$$

Keterangan :

$PCI_{(s)}$ = nilai PCI rerata,

N = jumlah unit segmen.

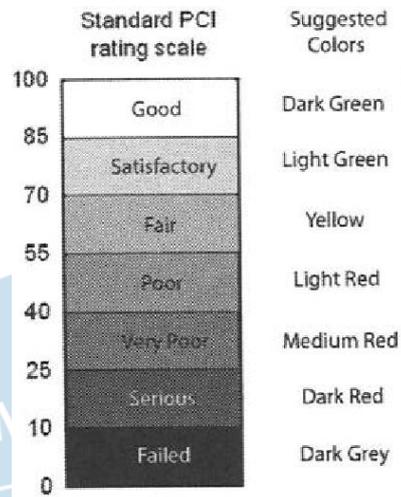
5. Tingkat Kerusakan

Pada perhitungan PCI digunakan tingkat kerusakan L, M, dan H. Nilai PCI akan menjadi patokan untuk mengetahui kualitas perkerasan seperti pada Tabel 3.23.

Tabel 3.23 Nilai PCI

Nilai PCI	Kondisi
0–10	Gagal (<i>failed</i>)
11–25	Serius (<i>serious</i>)
26–40	Sangat buruk (<i>very poor</i>)
41–55	Buruk (<i>poor</i>)
56–70	Sedang (<i>fair</i>)
71–85	Memuaskan (<i>satisfactory</i>)
86–100	Baik (<i>good</i>)

Sumber: Shahin, 2005



Gambar 3.39 Penentuan Kondisi Nilai PCI

3.3 Jenis Pemeliharaan Jalan

Pemeliharaan jalan harus dilakukan untuk menjaga kualitas dan kenyamanan dari perkerasan berupa perawatan dan perbaikan untuk mempertahankan kondisi jalan agar berfungsi secara optimal untuk berlalu lintas. Berdasarkan Peraturan Menteri Pekerjaan Umum No. 13/PRT/M/2011 tentang tata cara pemeliharaan dan penilikan jalan (seperti dikutip Manurung, 2011) pemeliharaan jalan terbagi menjadi:

1. Pemeliharaan rutin adalah penanganan lapis perkerasan berupa memperbaiki kerusakan yang terjadi untuk meningkatkan kualitas berkendara, tidak terdapat perbaikan struktural, dan dilakukan tahunan.
2. Pemeliharaan berkala adalah penanganan untuk mencegah terjadi kerusakan yang lebih luas. Pemeliharaan dilakukan untuk mengembalikan kondisi perkerasan sesuai dengan rencana.

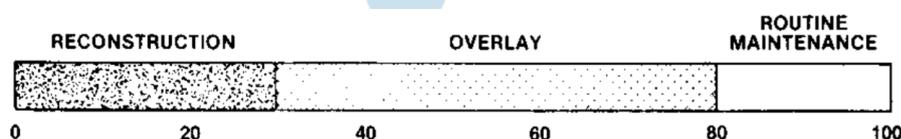
3. Peningkatan jalan adalah penanganan jalan ini berupa peningkatan struktur untuk bagian ruas jalan (khususnya kondisi rusak berat) agar dapat berfungsi seperti rencana yang telah ditetapkan.
4. Perbaikan terhadap perkerasan jalan diklasifikasikan menjadi dua bagian: perbaikan struktural dan perbaikan fungsional. Penentuan jenis pemeliharaan berdasarkan nilai prioritas didapat dari metode Bina Marga pada Tabel 3.25.

Tabel 3.24 Penentuan Program Penanganan Pemeliharaan Jalan Berdasarkan Nilai Prioritas

Nilai Prioritas	Kelas Prioritas	Program Penanganan
0-3	A	Peningkatan Struktur
4-6	B	Pemeliharaan Berkala
7	C	Pemeliharaan Rutin

Sumber : Direktorat Jenderal Bina Marga (1990)

Metode *Asphalt Institute — MS 17* menilai bahwa semakin tinggi nilai PCI perkerasan, maka menunjukkan perkerasan semakin baik. Perbaikan dan penanganan kerusakan jalan disesuaikan dengan tingkat keparahan dari kerusakan jalan yang telah didapatkan. Berdasarkan nilai kondisi, diberikan acuan untuk pengambilan keputusan penanganan terhadap kerusakan pada gambar 3.40 dengan detail penjelasan pada Tabel 3.26.



Gambar 3.40 Rentang Indikator Pemeliharaan berdasarkan Nilai Kondisi
(sumber: *Asphalt Institute MS-17*)

Tabel 3.25 Penilaian Kondisi sebagai Indikator Jenis Perbaikan

Penanganan Kerusakan	Nilai Kondisi	Keterangan
Rekonstruksi atau daur ulang perkerasan (jangka waktu 2 tahun)	0—20	Jalan aspal dalam kondisi <i>poor</i> hingga <i>very poor</i> dengan beberapa kerusakan retakan, retak buaya dan sambungan

		ekstensif. Kenyamanan berkendara buruk dan kondisi permukaan sangat kasar dan bentuk jalan rusak.
Rekonstruksi atau daur ulang perkerasan (jangka waktu 2—3 tahun)	20—30	Jalan aspal dalam kondisi <i>poor</i> dengan kerusakan retak buaya sedang dan beberapa retak dan sambungan ekstensif. Kenyamanan berkendara buruk dan kondisi permukaan sangat kasar dan bentuk jalan rusak.
Melapisi kembali (<i>overlay</i>), daur ulang perkerasan atau rekonstruksi (jangka waktu 3—4 tahun)	30—40	Jalan aspal dalam kondisi <i>poor</i> hingga <i>fair</i> dengan kerusakan retak buaya dan beberapa retak sedang dan sambungan ekstensif. Kenyamanan berkendara buruk hingga cukup dan kondisi permukaan sangat kasar dan bentuk jalan rusak.
Rekonstruksi dalam 4—5 tahun atau membuat lapisan baru dalam jangka waktu 2 tahun dengan peningkatan ekstensif	40—50	Jalan aspal dalam kondisi <i>poor</i> hingga <i>fair</i> dengan kerusakan retak sedang dan sambungan serta retak buaya sedang. Kenyamanan berkendara buruk hingga cukup dan kondisi permukaan sangat kasar dan bentuk jalan rusak.
Membuat lapisan baru (jangka waktu 3 tahun)	50—65	Jalan aspal dalam kondisi <i>fair</i> dengan kerusakan retak sedang dan sambungan serta retak buaya sedang. Kenyamanan berkendara buruk hingga cukup dan kondisi permukaan sangat kasar dan bentuk jalan rusak.
Membuat lapisan baru (jangka waktu 3—5 tahun)	65—80	Jalan aspal dalam kondisi <i>fair</i> dengan retak yang jarang, dan sedikit kerusakan sambungan dan retak buaya. Kenyamanan berkendara cukup baik dengan kerusakan sedang dan bentuk jalan cukup rusak
Hanya perbaikan normal	80—100	Jalan aspal dalam kondisi <i>good</i> dengan sedikit kerusakan retak. Kenyamanan berkendara baik dengan sedikit kerusakan.
Tidak dibutuhkan perbaikan	90—100	Jalan aspal dalam kondisi <i>excellent</i> dengan sangat sedikit kerusakan. Kenyamanan berkendara sangat baik.

Sumber: *Asphalt Institute MS-17*

3.4 Penanganan Kerusakan dengan Manual Desain Perkerasan Jalan 2017

Manual Desain Perkerasan Jalan 2017 (MDP) merupakan salah satu metode oleh Bina Marga dan pembaharuan dari Manual Desain Perkerasan Jalan 2013. Buku ini terdiri atas dua bagian: desain lapis tambahan (*overlay*) dan rekonstruksi total jalan. Penanganan *overlay* dilakukan untuk memperbaiki fungsi perkerasan jalan seperti, penanganan bentuk permukaan, kenyamanan dan perbaikan permukaan perkerasan yang bersifat non-struktural (MDP, 2017).

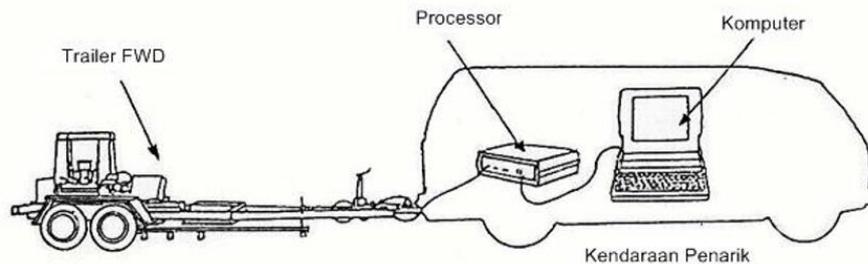
Perbaikan disesuaikan dengan hasil analisis kerusakan metode Bina Marga dan PCI. Untuk penanganan kerusakan, penambahan tebal lapis (*overlay*) membutuhkan data lendutan. Hasil lendutan dari pengujian alat *Falling Weight Deflectometer* (FWD).

3.4.1 *Falling weight deflectometer* (FWD)

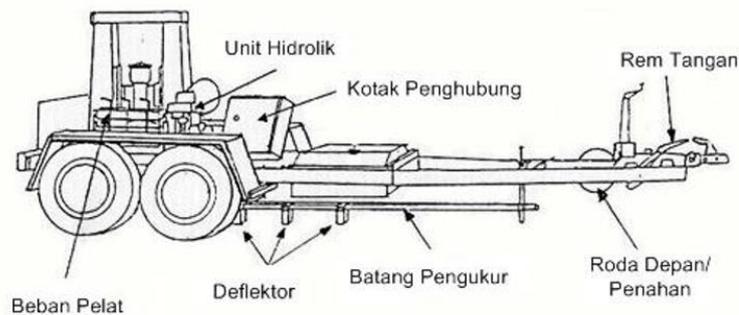
Falling weight deflectometer (FWD) adalah pengukur lendutan di permukaan sistem perkerasan jalan. Besar hasil pengukuran dimanfaatkan untuk menghitung ketebalan keperluan lapis tambah dan *load transfer efficiency*, serta mengevaluasi karakteristik masing-masing lapisan perkerasan jalan (Surat Edaran Menteri PUPR No. Pd T-05-2005-B)

Alat ini bekerja dengan memberikan beban (berbentuk pelat bundar) pada jalan yang memiliki efek sama dengan beban roda. Beban yang dihasilkan akan menimbulkan lendutan atau *deflection* pada struktur perkerasan dan ditangkap oleh 7—9 buah *deflector* dengan jarak tertentu. Salah satu contoh alat FWD yang sering digunakan di lapangan adalah *Dynatesti 8000 FWD Test System*. Alat ini

terdiri dari *Dynatesti 8002E FWD Trailer*, *Dynatesti 900 System Processor*, dan komputeri yang dilengkapi *printer* untuk menganalisis hasil lendutan.



Gambar 3. 41 Skema Penggunaan Alat FWD



Gambar 3.42 Komponen Alat FWD

3.4.2 Prosedur pengerjaan desain *overlay* MDP 2017

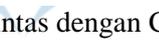
Pengerjaan desain *overlay* dengan acuan Manual Desain Perkerasan 2017 menggunakan data lendutan alat FWD memiliki tahapan yaitu :

1. Analisis Volume Lalu Lintas

Parameter penting analisis struktur perkerasan adalah data lalu lintas. Beban lalu lintas rencana yang dipikul oleh perkerasan dihitung menggunakan data lalu lintas selama umur rencana. Beban volume lalu lintas pada tahun survei akan diprediksi ke dalam umur rencana. Volume tahun pertama adalah volume lalu lintas yang pertama kali didapatkan setelah perkiraan perkerasan selesai dibangun atau direhabilitasi.

Dalam desain ini, elemen utama beban lalu lintas adalah beban gandar kendaraan komersial dan volume lalu lintas yang disajikan dalam beban sumbu standar. Perhitungan jumlah lalu lintas dilakukan dengan sistem klasifikasi 8 golongan kendaraan seperti pada Tabel 3.26.

Tabel 3.26 Konfigurasi Beban Sumbu Kendaraan

Golongan	Kelompok jenis kendaraan	Jenis kendaraan	Konfigurasi sumbu	Kode
1	Sepeda motor, kendaraan roda-3			
2	Sedan, jeep, station wagon			1.1
3	Angkutan penumpang sedang			1.1
4	Pick up, micro truk dan mobil hantaran			1.1
5a	Bus kecil			1.1
5b	Bus besar			1.2
6a	Truk ringan 2 sumbu			1.1
6b	Truk sedang 2 sumbu			1.2
7a	Truk 3 sumbu			1.2.2
7b	Truk gandengan			1.2.2 - 2.2
7c	Truk semitrailer			1.2.2.2.2
8	Kendaraan tidak bermotor			

Sumber : Survei Pencacahan Lalu Lintas dengan Cara Manual (2004)

Menurut Manual Desain Perkerasan Jalan Tahun 2017, beban gandar kendaraan penumpang dan kendaraan ringan sampai sedang (golongan 1,2,3,4,8) cukup kecil sehingga tidak menimbulkan kerusakan struktural perkerasan. Hanya kendaraan niaga dengan jumlah roda enam atau lebih (golongan 5a—7c) memiliki beban besar sehingga memberikan dampak dalam kerusakan struktural pada perkerasan.

2. Faktor pertumbuhan lalu lintas

Keputusan Direktur Jendral Bina Marga Tahun 2012 menjelaskan bahwa faktor pertumbuhan lalu lintas harus berdasar pada data pertumbuhan historis atau

formularitas koreksi disertai faktor pertumbuhan valid lainnya. Jika tidak tersedia, dapat menggunakan Tabel 3.28 untuk rentang waktu 2015—2035 (MDP, 2017)

Tabel 3.27 Faktor Laju Pertumbuhan Lalu Lintas (i) (%)

	Jawa	Sumatera	Kalimantan	Rata-rata Indonesia
Arteri dan perkotaan	4,80	4,83	5,14	4,75
Kolektorirural	3,50	3,50	3,50	3,50
Jalanidesa	1,00	1,00	1,00	1,00

Sumber : Direktorat Jendral Bina Marga, 2017

Faktor pertumbuhan kumulatif (*Cumulative Growth Factor*) digunakan untuk menghitung pertumbuhan lalu lintas selama umur rencana dengan rumus:

$$R = \frac{(1+(0,01 \times i)^{UR} - 1)}{0,01 \times i} \dots \dots \dots (3.8)$$

Keterangan:

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

3. Faktor ekuivalen beban (VDF)

Faktor ekuivalen beban atau *vehichle damage faktor* (VDF) adalah perbandingan tingkat kerusakan akibat sumbu tunggal kendaraan terhadap lintasan beban standar sumbu tunggal (Idris dkk, 2009). Nilai VDF digunakan untuk mengonversi nilai lalu lintas ke nilai kumulatif lintasan sumbu standar (ESA).

Tabel 3.28 digunakan untuk menghitung nilai VDF.

Tabel 3. 28 Nilai VDF Tiap Jenis Kendaraan

Jenis Kendaraan	Golongan	VDF4	VDF5
Motor	1		
Sedan, jeep, st. Wagon, Pelet, pick-up opelet, minibus	2,3		

Pick-up, micro truk, mobil hantaran	4		
Bus kecil	5a	0,3	0,2
Bus besar	5b	1	1
Truk 2 as	6a	5,3	9,2
Truk 3 as	7a	8,2	14,4

Sumber : Direktorat Jendral Bina Marga (2017)

4. Lalu lintas pada lajur rencana

Salah satu lajur pada lalu lintas dengan lalu lintas kendaraan niaga (bus dan truk) paling besar dinamakan lajur rencana. Faktor arah (DD) dan faktor distribusi lajur kendaraan niaga (DL) digunakan untuk menghitung penyesuaian beban lalu lintas pada lajur rencana di dalam kumulatif beban gandar standar (ESA). Nilai faktor distribusi arah (DD) umumnya menggunakan 0,50 pada jalan dua arah, kecuali pada lokasi dengan jumlah kendaraan niaga cenderung lebih tinggi pada satu arah tertentu. Tabel 3.30 menunjukkan DL.

Tabel 3.29 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)

5. Beban sumbu standar kumulatif

Beban sumbu standar kumulatif atau *equivalent standar axle* (ESA) adalah nilai beban sumbu standar setiap jenis kendaraan pada lajur rencana selama umur rencana. ESA dihitung dengan rumus:

$$ESA_{TH-1} = (\sum LHR_{JK} \times VDF_{JK}) \times 365 \times DD \times DL \times R \dots\dots\dots(3.9)$$

Keterangan :

ESA_{TH-1} = Kumulatif lintasan sumbu standar tahun pertama

LHR_{JK} = Lintas harian rata-rata tiap jenis kendaraan

VDF_{JK} = Faktor ekivalen beban tiap jenis kendaraan

DD = Faktor distribusi arah

DL = Faktor distribusi lajur

R = Faktor pengali pertumbuhan lalu lintas kumulatif

6. Menentukan lengkung lendutan

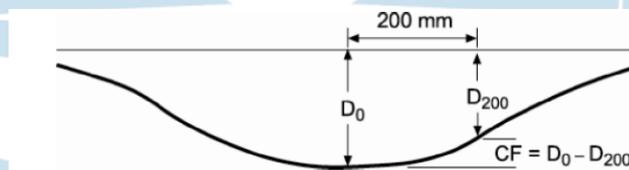
Lengkung lendutan dinyatakan di titik CF (*Curvature Function*) atau ditentukan juga dengan persamaan berikut:

$$CF = D_0 - D_{200} \dots\dots\dots(3.10)$$

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 3.43 Lengkung Lendutan
(Direktorat Jendral Bina Marga, 2017)

7. 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, survei sebaiknya dilakukan pada musim hujan. Kondisi tersebut merupakan keadaan terlemah perkerasan. Namun, koreksi perlu dilakukan pada musim kemarau. Untuk musim kemarau memiliki nilai faktor koreksi 1,2 dan musim penghujan 1,0.

8. Penyesuaian nilai lendutan terhadap suhu

Lapis perkerasan tambahan (*overlay*) dilakukan pada perkerasan berbutir. Hasil pengukuran lendutan harus dikoreksi karena temperatur perkerasan memengaruhi kekakuan dan kinerja perkerasan dalam merespons beban. Apabila temperatur perkerasan ketika pengukuran dan pelayanan berbeda secara signifikan, 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 41°C. Faktor koreksi temperatur dihitung sebagai berikut :

$$ft = \frac{MAPT}{\text{Temperatur perkerasan saat pengukuran lendutan}} \dots\dots\dots(3.11)$$

Keterangan :

MAPT = Temperatur perkerasan tahunan rata – rata

Untuk faktor koreksi temperatur lendutan D_0 dan D_0 - D_{200} bisa dilihat di Tabel 3.31 dan Tabel 3.32.

Tabel 3.30 Faktor Koreksi Temperatur Lendutan (D_0)

AMPT TempLapangan	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 3.31 Faktor Koreksi Temperatur Lendutan (D_0 - D_{200})

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)

Sumber : Direktorat Jendral Bina Marga (2017)

9. Faktor koreksi lendutan

Lendutan atau lengkung lendutan yang diuji menggunakan *benkelmean beam* dan FWD (*falling weight deflectometer*) akan menghasilkan nilai berbeda. Karena itu, diperlukan standarisasi hasil pengukuran seperti pada tabel 3.11.

Tabel 3.32 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

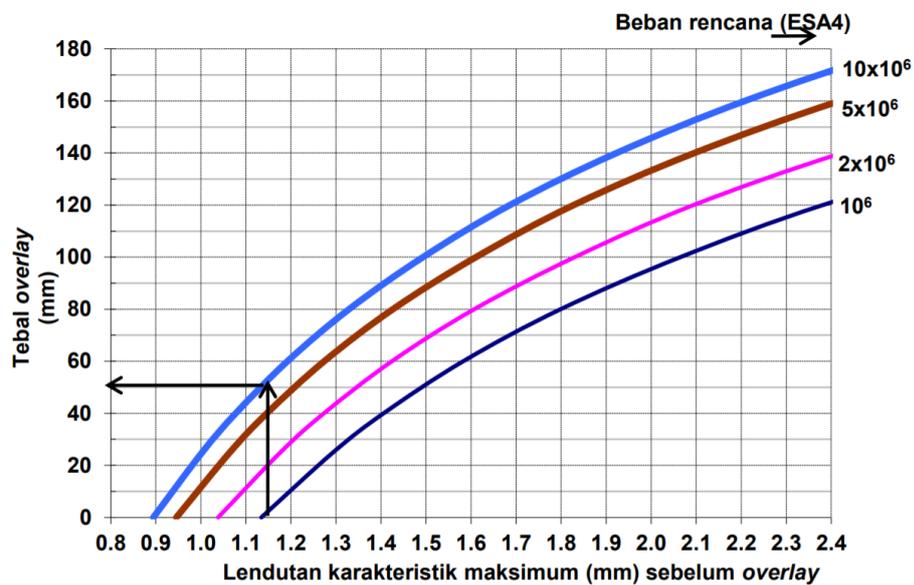
Sumber : Direktorat Jendral Bina Marga (2017)

10. Menentukan tebal lapis

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

a. Kondisi lalu lintas < 100000 ESA4

Retak leleh bukan merupakan kerusakan yang umum terjadi pada jalan dengan lalu lintas ringan dan perkerasan dengan HRS. Berdasarkan pertimbangan tersebut, 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 dibuat dengan pendekatan lendutan maksimum (D_0) dengan solusi pada gambar 3.44.

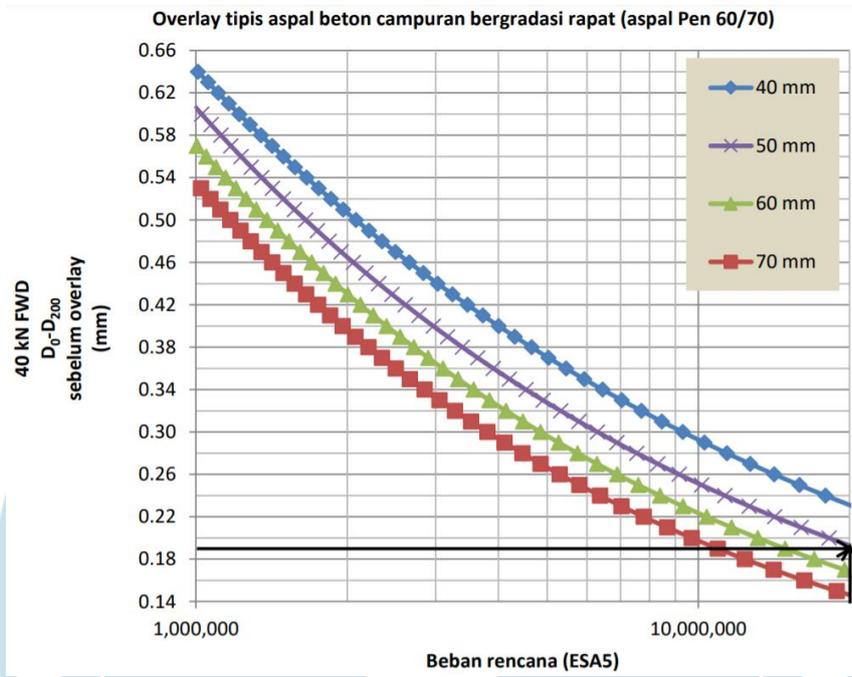


Gambar 3.44 Solusi Overlay Berdasarkan Lendutan Balik

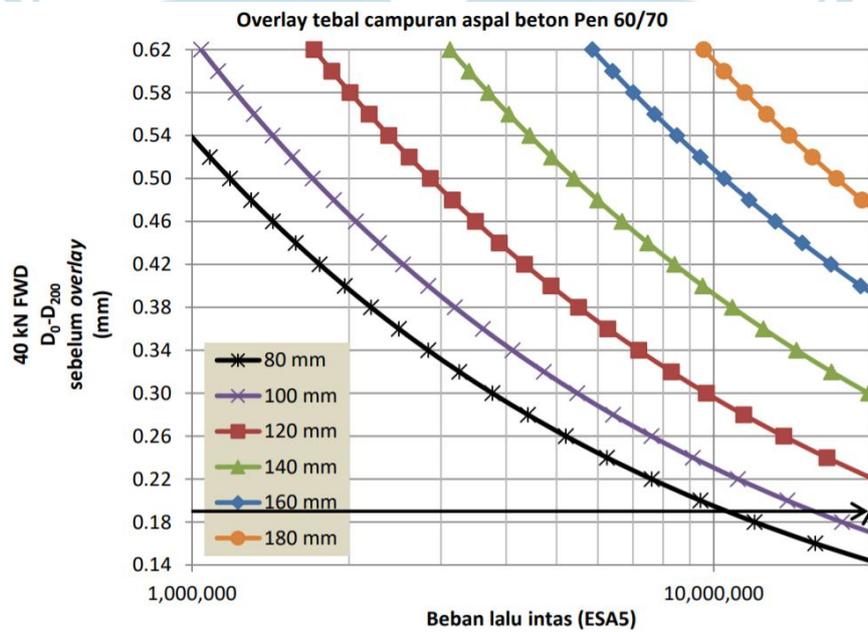
b. Kondisi lalu lintas > 100000 ESA4

Pada jalan dengan lalu lintas lebih besar dari 100.000 ESA4 terdapat potensi retak leleh lapisan aspal. Karena itu, harus memperhitungkan kriteria deformasi permanen (pendekatan lendutan

maksimum D_0) dan kriteria retak lelah (pendekatan lengkung lendutan, D_0-D_{200}) sesuai pada gambar 3.45 dan 3.46.



Gambar 3.45 Overlay Tipis Aspal



Gambar 3.46 Overlay Tebal Aspal

c. 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*.

3.5 Penanganan Kerusakan Jalan

Sebaiknya, perbaikan dilakukan saat kerusakan kondisi perkerasan mulai terjadi. Metode perbaikan harus sesuai dengan jenis kerusakannya sehingga efektif dalam meningkatkan kondisi perkerasan. Beberapa usulan metode perbaikan sebagai berikut:

1. Penutupan Retak (*crack sealing*),

Penutupan retak dilakukan dengan pembersihan diikuti dengan penutupan pada retakan perkerasan aspal. Jenis kerusakan yang dapat dilakukan penutupan retakan meliputi, retak memanjang, retak melintang, retak diagonal, retak reflektif, retak sambungan, pelebaran retakan dan retak pinggir. Penutupan retak dengan acuan *Asphalt Institute MS-16* menyarankan:

a. Retak rambut (*hairline crack*)

Retak rambut adalah retak dengan lebar celah < 6 mm. Retak ini biasanya dibiarkan jika belum meluas karena retak masih terlalu kecil untuk dapat diisi. Apabila terdapat retak rambut maka digunakan

perawatan dengan penutupan lauran (*slurry seal*) atau penutup keping (*chip seal*)

b. Retak kecil (*small crack*)

Umumnya celah dari retak ini antara 6—20 mm. Perbaikan dilakukan pembersihan retak dan diberikan larutan penutup (*slurry seal*). Material penyangga (*backer rod*) digunakan untuk mengawetkan penutup untuk kedalaman retakan > 20 mm.

c. Retak sedang (*medium crack*)

Retak ini memiliki lebar celah antara 20—25 mm. Penanganan kerusakan ini cukup dengan membersihkan dan ditutup menggunakan penutup berupa *slurry seal*. Material penyangga (*backer rod*) digunakan apabila kedalaman retakan > 20 mm berfungsi untuk mengawetkan penutup.

d. Retak besar (*large crack*)

Retak ini memiliki lebar celah >25 mm. Perbaikan dilakukan menggunakan campuran aspal panas (HMA) bergradasi halus atau larutan aspal emulsi.

2. Perawatan Permukaan (*Surface Treatment*)

Perawatan permukaan memiliki beberapa istilah tipe penutup aspal dan tar batu bara (*coalitar*) atau gabungan agregat aspal. Tebal umum perawatan permukaan <25 mm. Aspal perawatan permukaan terdiri dari lapis tipis beton aspal. Lapisan ini terbentuk dari penerapan emulsi aspal, *cut back* atau pengikat aspal ditambah dengan agregat untuk melindungi atau memulihkan kondisi

permukaan perkerasan yang telah ada. Perawatan permukaan terdiri atas: penutup perkerasan (*pavement sealer*), keping penutup (*chip seal*) dan penutup larutan (*slurry seal*). Perbedaan dari *pavement sealer* tidak mengandung agregat sedangkan *chip seal* dan *slurry seal* berisi agregat dengan porsi yang signifikan. Berikut adalah penjelasannya.

a. Penutup Perkerasan (*pavement sealer*)

Penutup perkerasan biasanya terdiri dari perbaikan seperti,

1) *Fog seal*

Lapis penutup ini berbentuk aspal emulsi tipis dengan tipe ikatan lambat yang biasanya tanpa agregat penutup. Lapis penutup ini cocok digunakan untuk memperbaharui permukaan aspal yang telah menjadi kering dan getas karena umur, mengisi rongga permukaan dan retak kecil serta melapisi permukaan partikel agregat agar tidak terjadi pelepasan butiran (*raveling*).

2) Penutup aspal (*asphalt sealers*) dan tar batu bara (*coal tar*)

Penutup aspal ini terdiri dari material dasar seperti hasil penyulingan tar batu bara (*coal tar*) atau semen aspal dan air. Lapisan ini digunakan untuk menutup retak rambut, mengikat permukaan yang terjadi pelepasan butir ringan (*raveling*) dan membuat oksidasi serta memperlambat penetrasi air. Metode ini tidak menambah kekuatan struktur perkerasan.

b. Keping Penutup (*chip seal*)

Perawatan ini berupa penyemprotan pada lapisan pengikat aspal disertai dengan pemberian agregat. Umumnya agregat batu pecah yang digunakan.

Perawatan ini digunakan pada jalan dengan volume lalu lintas rendah. Kerusakan pada area luas dengan retak buaya (*alligator cracking*), pelapukan (*weathering*) atau butiran lepas (*raveling*), agregat licin (*polished aggregate*), dan retak block (*block cracking*) cocok digunakan untuk perawatan *chip seal*.

c. Penutup Larutan (*slurry seal*)

Perawatan ini digunakan untuk pemeliharaan bersifat pencegahan atau perbaikan. Umumnya *slurry seal* terdiri dari aspal, agregat halus, pengisi dan air (penambahan material *additive* digunakan untuk kasus khusus). Agregat dengan ukuran maksimum 9—10 mm karena tebal perkerasan yang tipis. Penutup larutan berfungsi memperbaiki kekesatan permukaan, menghentikan pelepasan butiran, dan menutup retakan.

3. Penambalan (*patching*)

Penambalan di seluruh kedalaman (*overlay*) cocok untuk perbaikan permanen sedangkan perbaikan sementara cukup ditambal di kulit permukaan perkerasan saja. Penambalan cocok untuk memperbaiki kerusakan *alligator cracking*, *potholes*, *patching*, *corrugation*, *shoving*, *depression*, *slippage cracking*, dan *rutting*.

a. Penambalan Permukaan

Penambalan ini bersifat sementara untuk memperbaiki kerusakan *shoving*, *corrugation*, *depression*, *weathering and raveling* dan *alligator cracking*. Penambalan permukaan dapat dilakukan dengan atau tanpa penggalian untuk menyamakan permukaan yang telah ada. Penambalan juga dapat dilakukan

dengan cara mengupas sebagian atau seluruh campuran perkerasan aspal yang telah ada untuk memperbaiki kerusakan.

b. Penambalan di seluruh kedalaman

Penambalan di seluruh kedalaman dilakukan dengan cara membongkar seluruh material yang berada di area yang mengalami kerusakan dan digantikan dengan campuran aspal segar. Perbaikan ini bertujuan untuk memperbaiki kerusakan struktural dan material, berkaitan dengan kerusakan *rutting*, *alligator cracking* dan *corrugation*.

4. Penurunan Bahu Jalan

Kerusakan ini ditandai dengan adanya perbedaan elevasi antara lapisan perkerasan dengan tanah disekitarnya. Peninggian bahu jalan dilakukan dengan penghamparan maerial, mengganti material jalan yang jelek, dan memperbaiki drainase yang buruk.