

BAB III

LANDASAN TEORI

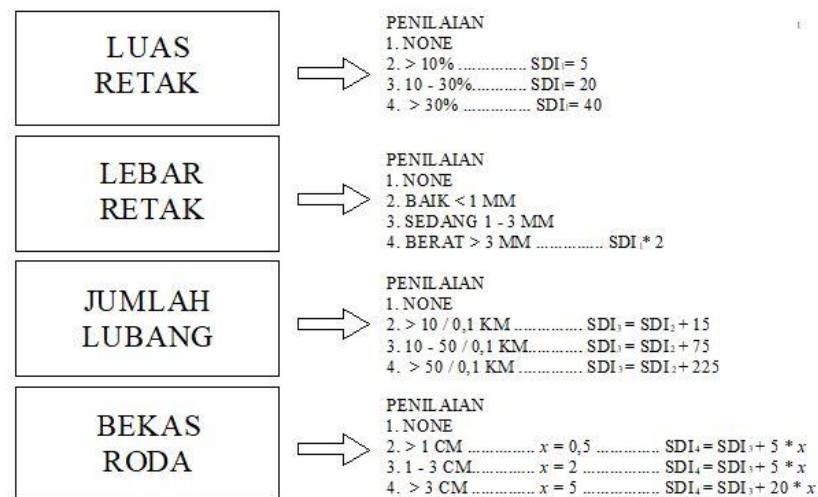
3.1 Metode SDI (*Surface Distress Index*)

Pada metode ini akan dijelaskan pengertian dan penilaian SDI.

3.1.1 Pengertian Metode SDI (*Surface Distress Index*)

SDI (*Surface Distress Index*) adalah sistem nilai kondisi perkerasan jalan dengan berdasarkan pengamatan visual dan dapat digunakan sebagai acuan dalam usaha pemeliharaan. Dalam pelaksanaan metode SDI di lapangan, maka ruas jalan yang akan disurvei dibagi kedalam segmen-segmen.

Data yang digunakan dalam perhitungan SDI disurvei berdasarkan Survei Kondisi Jalan (SKJ) atau *Road Condition Survey (RCS)* dapat dilihat pada Gambar 3.1 di bawah ini.



Gambar 3.1 Survei Kondisi Jalan (SKJ) Beraspal

Sumber: Bina Marga (2011a)

Berikut merupakan penjelasan dari gambar di atas.

1. Permukaan perkerasan
 - a. Susunan

1) Baik/rapat

Permukaan jalan halus dan rata seperti penghamparan baru dari material yang dicampur di tempat percampuran misalnya Laston atas, Lataston atau Laston. Batu-batu kecil kelihatan pada permukaan tetapi tersusun rapi/baik di dalam bahan pengikat.

2) Kasar

Keadaan permukaan jalan kasar dengan batu-batu yang menonjol keluar dibandingkan dengan bahan-bahan pengikatnya (aspal).

Untuk lebih jelas susunan permukaan dapat dilihat pada Tabel 3.1

Tabel 3.1 Susunan Permukaan Perkerasan

Susunan	Bobot
Baik/rapat	1
Kasar	2

Sumber: Bina Marga (2011a)

b. Kondisi/keadaan

1) Baik/tidak ada kelainan

Permukaan jalan rata tanpa perubahan bentuk atau penurunan

2) Aspal yang berlebihan

Permukaan jalan licin, berkilat dan tidak ada batu yang kelihatan. Waktu hari panas permukaan dari tipe ini menjadi lunak dan lekat.

3) Lepas-lepas

Keadaan ini terjadi pada permukaan perkerasan yang banyak bahan pengikat aspal tidak mengikat agregat batu sehingga banyak batu berlepasan tanpa pengikat aspal.

4) Hancur

Permukaan jalan hancur dan hampir semua bahan pengikat aspal hilang. Banyak sekali batu dari berbagai ukuran yang sudah lepas di atas permukaan jalan dan kelihatan seperti jalan kerikil dengan sedikit permukaan yang masih mempunyai aspal.

Kondisi/keadaan permukaan perkerasan dapat dilihat pada Tabel 3.2 di bawah ini.

Tabel 3.2 Kondisi/keadaan Permukaan Perkerasan

Kondisi/keadaan	Bobot
Baik/tidak ada kelainan	1
Aspal yang berlebihan	2
Lepas-lepas	3
Hancur	4

Sumber: Bina Marga (2011a)

c. Penurunan

Penurunan permukaan merupakan penurunan setempat pada suatu bidang perkerasan yang biasanya terjadi dengan bentuk tidak menentu. Termasuk kategori penurunan adalah penurunan bekas beban roda kendaraan. Yang diperhitungkan adalah persentase luas bidang yang mengalami penurunan terhadap luas total permukaan sepanjang 100 m. Untuk persentase luas penurunan dapat dilihat pada Tabel 3.3 di halaman selanjutnya.

Tabel 3.3 Persentase Penurunan Permukaan Perkerasan

Penurunan	Bobot
Tidak ada	1
<10 % luas	2
10-30 % luas	3
>30% luas	4

Sumber: Bina Marga (2011a)

d. Tambalan

Tambalan adalah keadaan dari permukaan perkerasan dimana lubang-lubang, penurunan dan retak-ratak sudah diperbaiki dan diratakan dengan material aspal dan batu atau agregat lain. Yang diperhitungkan adalah persentase luas bidang tambalan terhadap luas total permukaan jalan sepanjang 100 m. Persentase luas tambalan dapat dilihat pada Tabel 3.4 di halaman selanjutnya.

Tabel 3.4 Persentase Tambalan Permukaan Perkerasan

Tambalan	Bobot
Tidak ada	1
<10 % luas	2
10-30 % luas	3
>30% luas	4

Sumber: Bina Marga (2011a)

2. Retak-retak

a. Jenis retakan

- 1) Tidak ada
- 2) Tidak berhubungan

Retak-retak yang merupakan garis-garis dengan bentuk tidak beraturan dan panjang yang berbeda serta arahnya memanjang atau melintang permukaan perkerasan jalan.

- 3) Saling berhubungan (berbidang luas)

Retak-retak yang saling berhubungan berbentuk pola dengan bidang yang luas termasuk pola retak melintang dan memanjang.

- 4) Saling berhubungan (berbidang sempit)

Retak-retak yang saling berhubungan berbentuk pola dengan bidang yang sempit atau kecil termasuk retak kulit buaya dan retak dengan tipe yang sama.

Jenis retakan beserta bobot dapat dilihat pada tabel 3.5 di bawah ini.

Tabel 3.5 Jenis Retakan Permukaan Perkerasan

Jenis Retakan	Bobot
Tidak ada	1
Tidak berhubungan	2
Saling berhubungan (berbidang luas)	3
Saling berhubungan (berbidang sempit)	4

Sumber: Bina Marga (2011a)

b. Lebar retakan

Lebar retakan yaitu jarak antara dua bidang retakan diukur pada permukaan perkerasan. Pembagian bobot lebar retakan dapat dilihat pada Tabel 3.6.

Tabel 3.6 Lebar Retakan Permukaan Perkerasan

Lebar Retakan	Bobot	Kondisi
Tidak ada	1	-
< 1 mm	2	Halus
1 – 3 mm	3	Sedang
>3 mm	4	Lebar

Sumber: Bina Marga (2011a)

c. Luas retakan

Luas retakan adalah luas bagian permukaan jalan yang mengalami retakan, diperhitungkan secara persentase terhadap luas permukaan segmen jalan yang di survei sepanjang 100 m. Luas retakan dapat dilihat pada Tabel 3.7 di bawah ini.

Tabel 3.7 Luas Retakan Permukaan Perkerasan

Luas Retakan	Bobot
Tidak ada	1
<10 % luas	2
10 – 30 % luas	3
>30% luas	4

Sumber: Bina Marga (2011a)

3. Kerusakan lain

a. Lubang

1) Jumlah lubang

Jumlah lubang adalah jumlah lubang yang terdapat pada permukaan jalan yang disurvei sepanjang 100 m. Jumlah lubang dapat dilihat pada Tabel 3.8 di halaman selanjutnya.

Tabel 3.8 Jumlah Lubang Permukaan Perkerasan

Jumlah lubang	Bobot
Tidak ada	1
< 10 / 100 m	2
10-50 / 100 m	3
>50 / 100 m	4

Sumber: Bina Marga (2011a)

2) Ukurang lubang

Ukurang lubang adalah perkiraan ukuran lubang rata-rata yang mewakili pada 100 m segmen jalan yang disurvei. Ukuran lebar dan kedalaman lubang dibatasi sebagai berikut pada Tabel 3.9.

Tabel 3.9 Ukuran Lebar dan Kedalaman Perkerasan

Lebar dan kedalaman	Ukuran	Keterangan
Kecil	Diameter	< 0.5 m
Lebar	Diameter	≥ 0.5 m
Dangkal	Kedalaman	< 5 cm
Dalam	Kedalaman	≥ 5 cm

Sumber: Bina Marga (2011a)

b. Bekas roda (penurunan akibat beban roda kendaraan)/*wheel ruts*

Bekas roda adalah penurunan yang terjadi pada suatu bidang permukaan jalan yang disebabkan oleh beban roda kendaraan. Beban roda kendaraan tersebut dapat berbentuk tonjolan dan lekukan yang tersebar secara luas pada permukaan jalan tidak seperti bekas roda. Bekas roda dapat dilihat pada Tabel 3.10 di bawah ini.

Tabel 3.10 Bekas Roda Permukaan Perkerasan

Bekas roda	Bobot
Tidak ada	1
< 1 cm dalam	2
1 – 3 cm dalam	3
>3 cm dalam	4

Sumber: Bina Marga (2011a)

3.1.2 Penilaian Metode *SDI* (*Surface Distress Index*)

Dari hasil pengamatan berdasarkan Bina Marga (2011) di atas, maka didapat nilai dari tiap jenis kerusakan yang diidentifikasi, sehingga untuk menentukan penilaian kondisi jalan didapat dengan cara menjumlahkan seluruh nilai kerusakan perkerasan yang terjadi. Dapat diketahui bahwa semakin besar angka kerusakan kumulatif, maka akan semakin besar pula nilai kondisi jalan, yang berarti bahwa jalan tersebut memiliki kondisi yang buruk sehingga membutuhkan pemeliharaan yang lebih baik.

Untuk perhitungan metode *SDI*, terdapat 4 variabel utama yang nantinya akan dimasukkan kedalam perhitungan, yaitu persentase luas retak (%), rata-rata lebar retak (mm), jumlah lubang per 100 m dan rata-rata kedalaman alur (cm). Berikut adalah perhitungan *SDI*.

1. Menentukan *SDI*₁ (luas retak)

Perhitungan *SDI*₁ dilakukan pada tiap interval 100 m, maka untuk interval jarak tersebut persentase total luas retak yang terjadi pada lapis perkerasan yang di dapat dari survei di lapangan. Nilai total luas retak dapat dilihat pada Persamaan 3.1 di bawah ini.

$$\% \text{ Luas retak} = L \times \left(\frac{100}{B} \right) \quad (3.1)$$

Dengan:

L = luas total retak (m^2)

B = lebar jalan (m)

Setelah mendapat persentase retak, lalu memasukkan bobot seperti Tabel 3.7 di atas. Berikut adalah perhitungan *SDI*₁.

- a. Tidak ada
- b. Luas retak < 10 %, maka *SDI*₁ = 5
- c. Luas retak 10 – 30 %, maka *SDI*₁ = 20
- d. Luas retak > 30 %, maka *SDI*₁ = 40

2. Menentukan nilai *SDI*₂ (lebar retak)

Setelah didapat nilai *SDI*₁, selanjutnya adalah mencari nilai *SDI*₂ dengan cara menentukan bobot total lebar retak seperti yang tercantum pada Tabel 3.6.

Kemudian nilai SDI_1 dimasukkan kedalam perhitungan seperti yang tertera di bawah ini.

- a. Tidak ada
 - b. Lebar retak < 1 mm (halus), maka $SDI_2 = SDI_1$
 - c. Lebar retak $1 - 3$ mm (sedang), maka $SDI_2 = SDI_1$
 - d. Lebar retak > 3 mm (lebar), maka $SDI_2 = SDI_1 \times 2$
3. Menentukan nilai SDI_3 (jumlah lubang)
- Setelah mendapat nilai SDI_2 (lebar retak), selanjutnya nilai SDI_2 dimasukkan kedalam perhitungan SDI_3 (jumlah lubang). Berikut adalah perhitungan SDI_3 berdasarkan bobot seperti yang sudah dicantumkan pada Tabel 3.8.
- a. Tidak ada
 - b. Jumlah lubang $< 10/100$ m, maka $SDI_3 = SDI_2 + 15$
 - c. Jumlah lubang $10 - 50/100$ m, maka $SDI_3 = SDI_2 + 75$
 - d. Jumlah lubang $> 50/100$ m, maka $SDI_3 = SDI_2 + 225$
4. Menentukan SDI_4 (kedalaman bekas roda)
- Setelah mendapat bobot nilai SDI_4 seperti pada Tabel 3.10, maka selanjutnya memasukkan nilai SDI_3 kedalam perhitungan berikut.
- a. Tidak ada
 - b. Kedalaman bekas roda < 1 cm ($X=0,5$), maka $SDI_4 = SDI_3 + 5 \times X$
 - c. Kedalaman bekas roda $< 1 - 3$ cm ($X=2$), maka $SDI_4 = SDI_3 + 5 \times X$
 - d. Kedalaman bekas roda > 3 cm ($X=5$), maka $SDI_4 = SDI_3 + 20 \times X$

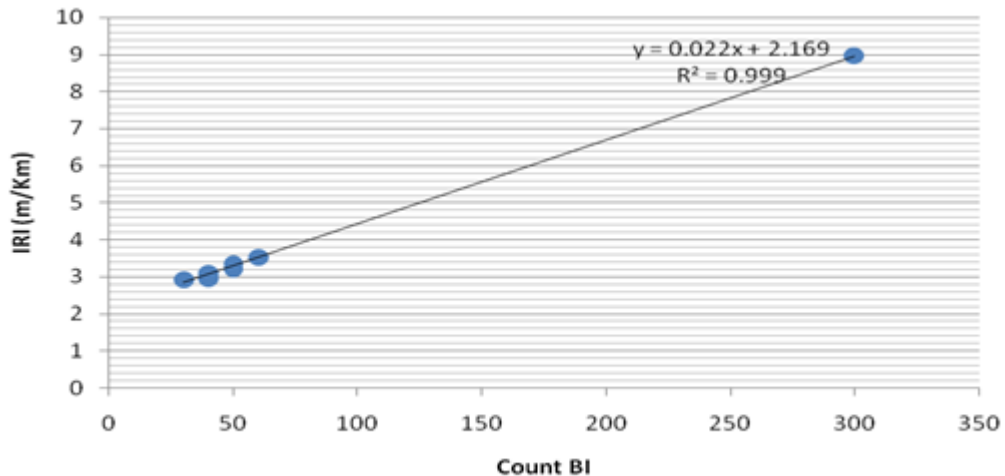
3.2 Metode IRI (*International Roughness Index*)

3.2.1 Kalibrasi Alat *Roughometer*

Sebelum survei dilakukan, perlu dilakukan proses kalibrasi yang bertujuan untuk mendapatkan hubungan korelasi antara *Bump Integrator (BI)* yang diukur oleh kendaraan alat *NAASRA* dengan nilai *International Roughness Index (IRI)* m/km yang dihasilkan alat *Straightedge*. Dalam penelitian ini kalibrasi alat *Roughometer* dengan *Straightedge* menggunakan hasil dari penelitian terdahulu yang dilakukan oleh Bidin Haryanto (2013) yang dianggap masih akurat sampai saat ini.

Adapun rumus umum kolerasi *IRI* dan *BI* adalah sebagai berikut dan untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada Gambar 3.2 di bawah ini.

$$\text{Roughness (IRI)} = a_2 \times BI + a_1 \quad (3.2)$$



Gambar 3.2 Contoh Kalibrasi *IRI* dan *BI*

Sumber: Haryanto (2013)

Keterangan: $x = BI$

$y = \text{Roughness}$

Dengan nilai R^2 berada antara (0,95-1) dapat diartikan proses kalibrasi mendekati kebenaran dan diperoleh persamaan kalibrasi adalah sebagai berikut.

$$IRI = 0,022x + 2,169 \quad (3.3)$$

3.2.2 Metode *IRI* (*International Roughness Index*)

IRI (*Internationa Roughness Index*) adalah parameter yang digunakan untuk menentukan tingkat ketidakrataan permukaan jalan sebagaimana sudah dijelaskan pada bab sebelumnya. Data dari alat *Roughness* berupa hasil nilai D1, D2, D3 dan D4. Kemudian dengan perhitungan didapatkan nilai *BI*, lalu nilai *BI* dimasukkan kedalam Persamaan (3.3) untuk mendapatkan nilai *IRI*.

Direktorat Jenderal Bina Marga 2011 menggunakan parameter *International Roughness Index* (*IRI*) dalam menentukan kondisi konstruksi jalan,

yang dibagi atas 4 kelompok. Berikut kondisi jalan ditampilkan pada Tabel 3.11 di bawah ini.

Tabel 3.11 Penentuan Kondisi Ruas Jalan dan Kebutuhan Penanganan

Kondisi Jalan	<i>IRI</i> m/km	Kebutuhan Penanganan	Tempat Kemantapan
Baik	$IRI \text{ rata-rata} \leq 4$	Pemeliharaan Rutin	Jalan Mantap
Sedang	$4,1 \leq IRI \text{ rata-rata} \leq 8,0$	Pemeliharaan Berkala	
Rusak Ringan	$8,1 \leq IRI \text{ rata-rata} \leq 12$	Peningkatan Jalan	Jalan Tidak Mantap
Rusak Berat	$IRI \text{ rata-rata} > 12$	Peningkatan Jalan	

Sumber: Direktorat Jenderal Bina Marga (2011a)

3.3 Analisis Korelasi

3.3.1 Pengertian Analisis Korelasi

Di dalam Walpole (1995) Analisis korelasi adalah metode statistik yang digunakan untuk mengukur besarnya hubungan linear antara dua variabel atau lebih dan juga dapat untuk mengetahui bentuk hubungan antara dua variabel tersebut dengan hasil yang sifatnya kuantitatif. Kekuatan hubungan dua variabel yang dimaksud di sini adalah apakah hubungan tersebut erat, lemah ataupun tidak erat sedangkan bentuk hubungannya adalah bentuk korelasi linear positif atau linear negatif. Nilai r yang mendekati -1 atau +1 menunjukkan hubungan yang kuat antara kedua variabel tersebut. Jika bernilai positif (+) maka kedua variabel tersebut memiliki hubungan yang searah. Dalam arti lain peningkatan X akan bersamaan dengan peningkatan Y . Jika bernilai negative (-) maka kedua variabel tersebut bersifat berlawanan. Peningkatan X akan bersamaan dengan penurunan Y .

3.3.2 Analisis Korelasi

Rumus yang digunakan untuk menghitung koefisien korelasi dapat dilihat pada Persamaan (3.4) di halaman selanjutnya.

$$r = \frac{n\sum xy - (\sum x)(\sum y)}{\sqrt{\{n\sum x^2 - (\sum x)^2\}\{n\sum y^2 - (\sum y)^2\}}} \quad (3.4)$$

r = ratio

n = banyaknya data x dan y

$\sum x$ = total jumlah dari variabel x

$\sum y$ = total jumlah dari variabel y

$\sum x^2$ = kuadrat dari total jumlah variabel x

$\sum y^2$ = kuadrat dari total jumlah variabel y

$\sum xy$ = hasil perkalian dari total jumlah variabel x dan variabel y

Setelah didapatkan nilai koefisien korelasi, maka selanjutnya adalah memasukkan nilai koefisien korelasi tersebut kedalam interpretasi seperti pada Tabel 3.12 di bawah ini.

Tabel 3.12 Hubungan Koefisien Korelasi dan Interpretasi

Nilai Korelasi	Interpretasi
0	Hubungan korelasi diabaikan
0 - 0,49	Hubungan korelasi lemah
0,50 - 0,79	Hubungan korelasi sedang
0,80 - 0,99	Hubungan korelasi kuat/erat
1	Hubungan korelasi sempurna

Sumber: Walpole (1995)

3.4 Penanganan Kondisi dan Jenis Perbaikan Kerusakan

3.4.1 Penanganan dan Jenis Perbaikan Berdasarkan Bina Marga (2011)

Penanganan kondisi permukaan bisa berupa pemeliharaan. Tujuan dari pemeliharaan adalah untuk mempertahankan kondisi jalan mantap sesuai dengan tingkat pelayanan dan kemampuannya. Penanganan pemeliharaan jalan dapat dilakukan secara rutin, berkala maupun rekonstruksi. Pemeliharaan secara rutin dilakukan terus menerus sepanjang tahun dan dilakukan sesegera mungkin ketika kerusakan yang terjadi belum meluas. Jenis penanganan pemeliharaan rutin diantaranya penambalan lubang, perataan, pengisian retak, penutupan retak, penebaran pasir, pengaspalan dan pembersihan bahu jalan. Pemeliharaan jalan secara berkala dilakukan secara berkala dengan melakukan peremajaan terhadap

bahan perkerasan maupun bahan lainnya. Jenis penanganan pemeliharaan berkala diantaranya pelapisan ulang (*overlay*), perbaikan bahu jalan dan lain-lain. Baik pemeliharaan rutin maupun berkala, tidak dimaksudkan untuk meningkatkan kemampuan struktur.

Kerusakan pada struktur perkerasan jalan dapat terjadi dengan kondisi yang berbeda-beda sesuai dengan kerusakannya yaitu kondisi baik, sedang, rusak ringan dan rusak berat. Untuk kriteria kondisi baik, sedang dan rusak ringan disarankan untuk segera diperbaiki dengan penanganan pemeliharaan rutin agar kerusakan tidak berkembang lebih lanjut atau semakin parah, dan kriteria rusak berat dapat diperbaiki dengan penanganan pemeliharaan berkala atau rekonstruksi. Untuk lebih jelasnya kriteria kerusakan dan jenis pemeliharaannya dapat dilihat pada Tabel 3.13 dan Tabel 3.14.

Tabel 3.13 Kriteria Penilaian Kondisi Jalan Berdasarkan Nilai *IRI* dan *SDI*

<i>IRI</i>	<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: Direktorat Jenderal Bina Marga (2011a)

Tabel 3.14 Kriteria Jenis Penanganan Antara *SDI* dan *IRI*

<i>IRI</i> (m/km)	<i>SDI</i>			
	< 50	50 - 100	100 - 150	> 150
< 4	Pemeliharaan Rutin	Pemeliharaan Rutin	Pemeliharaan Berkala	Rekonstruksi
4 - 8	Pemeliharaan Rutin	Pemeliharaan Rutin	Pemeliharaan Berkala	Rekonstruksi
8 - 12	Pemeliharaan Berkala	Pemeliharaan Berkala	Pemeliharaan Berkala	Rekonstruksi
> 12	Rekonstruksi	Rekonstruksi	Rekonstruksi	Rekonstruksi

Sumber: Direktorat Jenderal Bina Marga (2011a)

3.4.2 Teknis Perbaikan Jenis Kerusakan Perkerasan Bina Marga (2011b)

Setelah ditentukan jenis penanganan kondisi perkerasan, selanjutnya yaitu melakukan perbaikan secara teknis dari kondisi perkerasan tersebut. Adapun jenis perbaikan kerusakan yang dapat dilihat pada Tabel 3.15 di bawah ini.

Tabel 3.15 Jenis Perbaikan Kondisi Kerusakan

No	Kerusakan	Jenis perbaikan					
		Penebaran pasir	Pengaspalan	Penutupan retak	Pengisian retak	Penambalan lubang	Perataan
1	Lubang					x	x
2	Gelombang					x	x
3	Alur					x	x
4	Amblas					x	x
5	Jembul					x	x
6	Kerusakan tepi		x			x	
7	Retak buaya		x			x	
8	Retak garis		x	x	x		
9	Kegemukan	x					
10	Terkelupas		x				

Sumber: Bina Marga (2011b)

Teknis perbaikan kerusakan dan langkah-langkahnya akan dijelaskan pada penjelasan berikut.

1. Penebaran pasir
 - a. bersihkan daerah kerusakan dengan *air compressor*,
 - b. tandai daerah yang akan diperbaiki,
 - c. taburkan pasir kasar yang akan diperbaiki (ketebalan > 10 mm)
 - d. padatkan dengan *baby roller*.
2. Pengaspalan
 - a. bersihkan daerah kerusakan dengan *air compressor*,
 - b. tandai daerah yang akan diperbaiki,
 - c. semprotkan aspal emulsi di daerah yang akan diperbaiki,
 - d. dengan aspal emulsi, tunggu aspal mulai pecah lalu taburkan pasir kasar di daerah yang akan diperbaiki,
 - e. padatkan pasir dengan *baby roller*.

3. Penutupan retak
 - a. bersihkan daerah kerusakan dengan *air compressor*,
 - b. tandai daerah yang akan diperbaiki,
 - c. semprotkan *track coat* di daerah yang akan diperbaiki,
 - d. taburkan campuran aspal di daerah yang akan diperbaiki,
 - e. padatkan campuran aspal tersebut dengan *baby roller*.
4. Pengisian retak
 - a. bersihkan daerah kerusakan dengan *air compressor*,
 - b. tandai daerah yang akan diperbaiki,
 - c. isi retak dengan aspal emulsi menggunakan *asphalt sprayer*,
 - d. taburkan pasir kasar yang akan diperbaiki (tebal 10 mm)
 - e. padatkan pasir tersebut dengan *baby roller*.
5. Penambalan lubang
 - a. bersihkan daerah kerusakan dengan *air compressor*,
 - b. tandai daerah yang akan diperbaiki,
 - c. gali material pondasi jalan hingga lapisan keras (biasanya kedalaman perkerasan jalan 150-200 mm),
 - d. periksa kadar air (jika basah biarkan sampe kering),
 - e. gunakan *vibrating hammer* untuk memadatkan material lapisan dasar,
 - f. tambahkan agregat kelas A dengan ketebalan maksimal 100 mm,
 - g. padatkan tiap lapis agregat kelas A sampai 40 mm di bawah permukaan,
 - h. taburkan *prime coat* dengan alat *asphalt sprayer*,
 - i. taburkan campuran aspal dingin di atas *prime coat*.
 - j. padatkan dengan *baby roller* dan periksan kerataan dengan permukaan yang ada.
6. Perataan
 - a. bersihkan daerah kerusakan dengan *air compressor*,
 - b. tandai daerah yang akan diperbaiki,
 - c. taburkan *track coat* pada daerah kerusakan
 - d. taburkan campuran aspal dingin di atas *track coat*
 - e. padatkan dengan *baby roller* dan periksa kerataan.