

BAB III

LANDASAN TEORI

A. Jenis-Jenis Kerusakan Perkerasan Jalan

Menurut (Hardiyatmo, 2015) jenis-jenis kerusakan perkerasan lentur (aspal), umumnya dapat diklasifikasikan sebagai berikut :

1. Deformasi : bergelombang, alur, amblas, sungkur, mengembang, benjol dan turun.
2. Retak : memanjang, melintang, diagonal, refleksi, blok, kulit buaya, dan bentuk bulan sabit.
3. Kerusakan tekstur permukaan : butiran lepas, kegemukan, agregat licin, terkelupas, dan *stripping*.
4. Kerusakan lubang, tambalan dan persilangan jalan rel.
5. Kerusakan di pinggir perkerasan, pinggir retak/pecah dan bahu turun.

Tetapi mengacu terhadap penelitian *PCI* yang dilaksanakan oleh penulis ada 19 tipe kerusakan yang diteliti, yaitu :

1. Retak Buaya (*Alligator Cracks*)

Retak kulit buaya adalah retak yang berbentuk sebuah jaringan dari bidang bersegi banyak (*poligon*) kecil-kecil menyerupai kulit buaya, dengan lebar celah lebih besar atau sama dengan 3 mm. Ukuran retak yang saling berhubungan berkisar antara 2,5 cm – 15 cm.

Faktor penyebab kerusakan :

- a. Kegagalan lapis permukaan atau lapis pondasi akibat beban berulang-ulang.
- b. Defleksi berlebih dari lapis permukaan.
- c. Daya dukung tanah dasar rendah.
- d. Gerakan satu atau lebih lapisan yang berada di bawah.
- e. Modulus dari material lapis pondasi (*base*) rendah.
- f. Lapis pondasi atau lapis aus terlalu getas.
- g. Kelelahan (*fatigue*) dari permukaan.
- h. Pelapukan permukaan, tanah dasar atau bagian perkerasan di bawah lapis permukaan kurang stabil.
- i. Bahan lapis pondasi dalam keadaan jenuh air, karena tanah air naik.

Tingkat kerusakan perkerasan aspal untuk hitungan *PCI* dan identifikasi kerusakan dalam Tabel 3.1.

Tabel 3.1 Tingkat kerusakan perkerasan aspal, identifikasi kerusakan retak kulit buaya (*Alligator Cracking*)

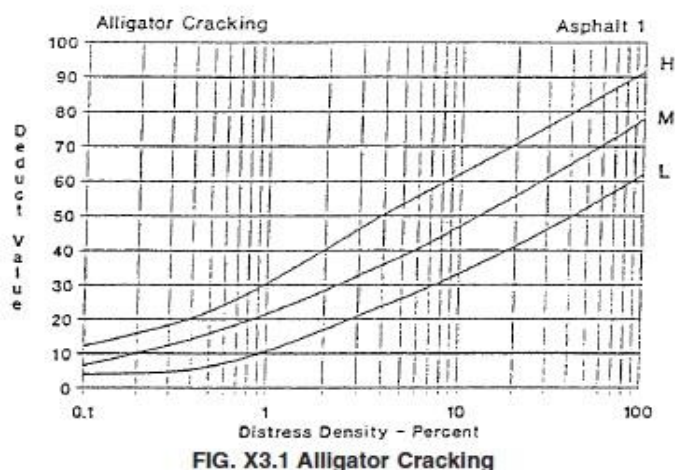
Tingkat Kerusakan	Identifikasi Kerusakan
L	Halus, retak rambut/halus memanjang sejajar satu dengan yang lain, dengan atau tanpa berhubungan satu sama lain. Retakan tidak mengalami gompal.
M	Retak buaya ringan terus berkembang ke dalam pola atau jaringan retakan yang diikuti gompal ringan.
H	Jaringan dan pola retak telah berlanjut, sehingga pecahan-pecahan dapat diketahui dengan mudah, dan terjadi gompal di pinggir. Beberapa pecahan mengalami <i>rocking</i> akibat lalu lintas

Sumber : (Shahin, 1994) dalam (Hardiyatmo, 2015)



Gambar 3.1 Retak Kulit Buaya (*Alligator Cracking*)

Sumber : ASTM Internasional, D 6433 – 07



Gambar 3.2 *Deduct Value* Retak Kulit Buaya

Sumber : ASTM Internasional, D 6433 – 07

2. Kegemukan (*Bleeding*)

Kegemukan adalah hasil dari aspal pengikat yang berlebih yang bermigrasi ke atas permukaan perkerasan. Kelebihan kadar aspal atau terlalu rendahnya kadar udara dalam campuran, dapat mengakibatkan kegemukan. Kegemukan juga menyebabkan tenggelamnya agregat (parsial maupun keseluruhan) ke dalam pengikat aspal yang menyebabkan berkurangnya kontak antara ban kendaraan dan batuan. Kerusakan ini menyebabkan permukaan jalan menjadi licin. Pada temperatur tinggi, aspal menjadi lunak dan akan terjadi jejak roda.

Faktor penyebab kerusakan :

- a. Pemakaian kadar aspal yang tinggi pada campuran aspal.
- b. Kadar udara dalam campuran aspal terlalu rendah.
- c. Pemakaian terlalu banyak aspal pada pekerjaan *prime coat* atau *tack coat*.
- d. Pada tambalan, terlalu banyaknya aspal di bawah permukaan tambalan.
- e. Agregat terpenetrasi ke dalam lapis pondasi, sehingga lapis pondasi menjadi lemah.

Tingkat kerusakan perkerasan aspal untuk hitungan *PCI* dan identifikasi kerusakan dalam Tabel 3.2.

Tabel 3.2 Tingkat kerusakan perkerasan aspal, identifikasi kerusakan kegemukan (*Bleeding*)

Tingkat Kerusakan	Identifikasi Kerusakan
L	Kegemukan terjadi hanya pada derajat rendah, dan nampak hanya beberapa hari dalam setahun. Aspal tidak melekat pada sepatu atau roda kendaraan.
M	Kegemukan telah mengakibatkan aspal melekat pada sepatu atau roda kendaraan, paling tidak beberapa minggu dalam setahun.
H	Kegemukan telah begitu nyata dan banyak aspal melekat pada sepatu dan roda kendaraan, paling tidak lebih dari beberapa minggu dalam setahun.

Sumber : (Shahin, 1994) dalam (Hardiyatmo, 2015)



Gambar 3.3 Kegemukan (*Bleeding*)

Sumber : ASTM Internasional, D 6433 – 07

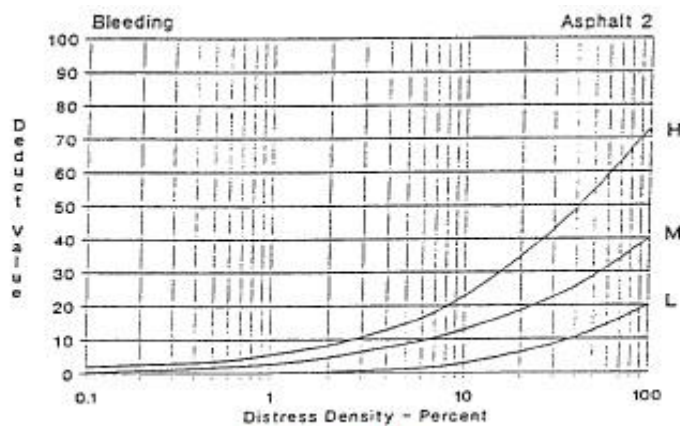


FIG. X3.2 Bleeding

Gambar 3.4 *Deduct Value* kegemukan

Sumber : ASTM Internasional, D 6433 – 07

3. Retak Kotak-Kotak (*Block Cracking*)

Retak blok ini berbentuk blok-blok besar yang saling bersambungan, dengan ukuran sisi blok 0,20 sampai 3 meter, dan dapat membentuk sudut atau pojok yang tajam.

Faktor penyebab kerusakan :

- a. Perubahan volume atau penyusutan campuran aspal yang mempunyai kadar agregat halus tinggi dari aspal penetrasi rendah dan agregat yang mudah menyerap (*odisorptive aggregate*).
- b. Pengikat aspal bersifat relatif getas/kaku.
- c. Pengaruh siklus temperatur harian dan pengerasan aspal.
- d. Sambungan dalam lapisan beton yang berada di bawahnya.
- e. Retak akibat kelelahan (*fatigue*) dalam lapis aus aspal.

Tingkat kerusakan perkerasan aspal untuk hitungan *PCI* dan identifikasi kerusakan dalam Tabel 3.3.

Tabel 3.3 Tingkat kerusakan perkerasan aspal, identifikasi kerusakan retak kotak-kotak (*Block Cracking*)

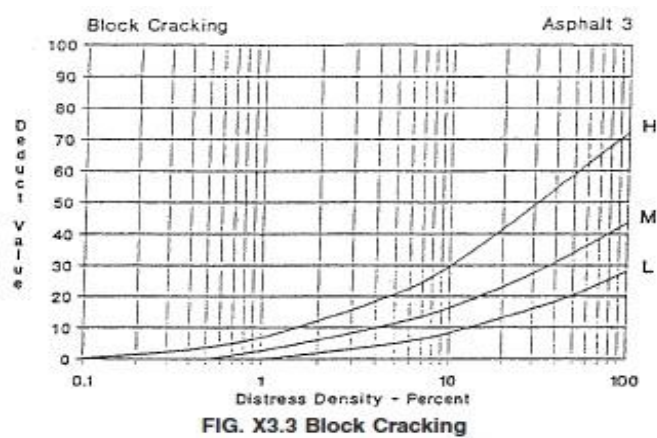
Tingkat Kerusakan	Identifikasi Kerusakan
L	Blok didefinisikan oleh retak dengan tingkat kerusakan rendah.
M	Blok didefinisikan oleh retak dengan tingkat kerusakan sedang.
H	Blok didefinisikan oleh retak dengan tingkat kerusakan tinggi.

Sumber : (Shahin, 1994) dalam (Hardiyatmo, 2015)



Gambar 3.5 Retak Kotak-kotak (*Block Cracking*)

Sumber : ASTM Internasional, D 6433 – 07



Gambar 3.6 *Deduct Value* Retak Kotak-kotak

Sumber : ASTM Internasional, D 6433 – 07

4. Cekungan (*Bumb and Sags*)

Benjol adalah gerakan atau perpindahan ke atas, bersifat lokal dan kecil, dari permukaan perkerasan aspal, sedangkan penurunan (*sags*) yang juga berukuran kecil, merupakan gerakan kebawah dari permukaan perkerasan (shahin, 1994) / (christady, 2015). Bila distorsi dan perpindahan yang terjadi dalam area yang luas dan menyebabkan naiknya area perkerasan secara luas, maka disebut “mengembang” (*swelling*).

Faktor penyebab kerusakan :

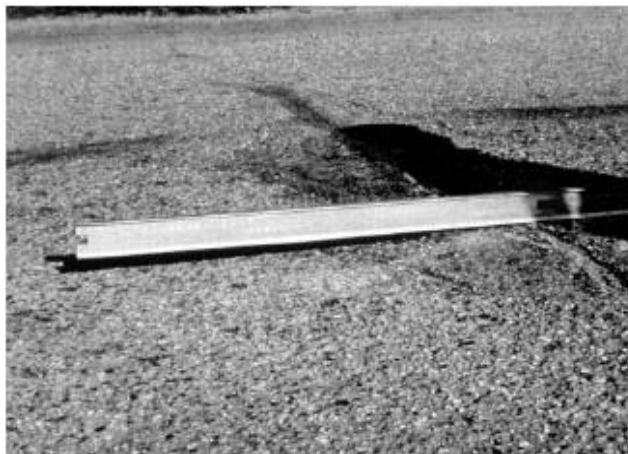
- a. Tekukan atau penggembungan dari perkerasan plat beton dibagian bawah yang diberi lapis tambalan (*overlay*) dengan aspal.
- b. Kenaikan oleh pembekuan es (lensa-lensa es).
- c. Infiltrasi dan penumpukan material dalam retakan yang diikuti dengan pengaruh beban lalu-lintas.

Tingkat kerusakan perkerasan aspal untuk hitungan *PCI* dan identifikasi kerusakan dalam Tabel 3.4.

Tabel 3.4 Tingkat kerusakan perkerasan aspal, identifikasi kerusakan cekungan (*Bumb and Sags*)

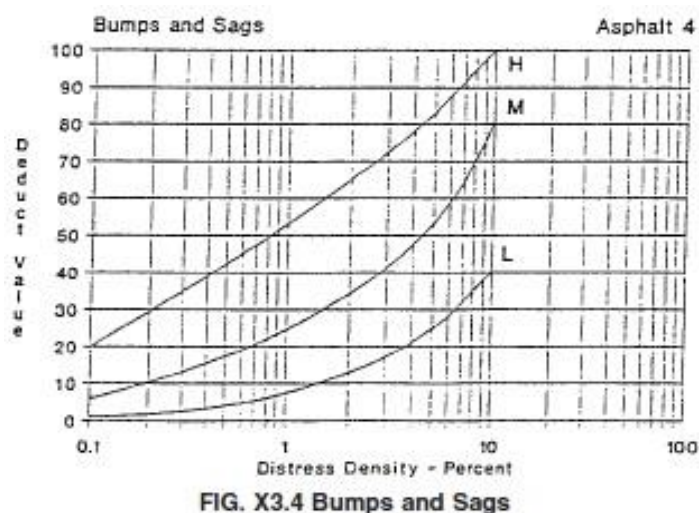
Tingkat Kerusakan	Identifikasi Kerusakan
L	Benjol dan melengkung mengakibatkan sedikit gangguan kenyamanan kendaraan.
M	Benjol dan melengkung agak banyak mengganggu kenyamanan kendaraan.
H	Benjol dan melengkung mengakibatkan banyak gangguan kenyamanan kendaraan.

Sumber : (Shahin, 1994) dalam (Hardiyatmo, 2015)



Gambar 3.7 Cekungan (*Bump and Sags*)

Sumber : ASTM Internasional, D 6433 – 07



Gambar 3.8 *Deduct Value* Cekungan

Sumber : ASTM Internasional, D 6433 – 07

5. Keriting (*Corrugation*)

Bergelombang atau keriting adalah kerusakan oleh akibat terjadinya deformasi plastis yang menghasilkan gelombang-gelombang melintang atau tegak lurus arah perkerasan aspal. Gelombang-gelombang terjadi pada jarak yang relatif teratur, dengan panjang kerusakan kurang dari 3 meter di sepanjang perkerasan. Gelombang sering terjadi pada titik-titik yang banyak mengalami tegangan horisontal tinggi, dimana lalu-lintas mulai bergerak dan berhenti. Pada jalan di bukit, keriting terjadi akibat kendaraan mengerem saat turun, pada belokan tajam atau persimpangan.

Faktor penyebab kerusakan :

- a. Aksi lalu-lintas yang disertai dengan tidak stabilnya lapis permukaan atau lapis pondasi.

Lapis permukaan perkerasan yang tidak stabil ini, disebabkan oleh campuran aspal yang buruk, misalnya akibat terlalu tingginya kadar aspal, terlalu banyaknya agregat halus, agregat berbentuk bulat dan licin, atau terlalu lunaknya semen aspal.

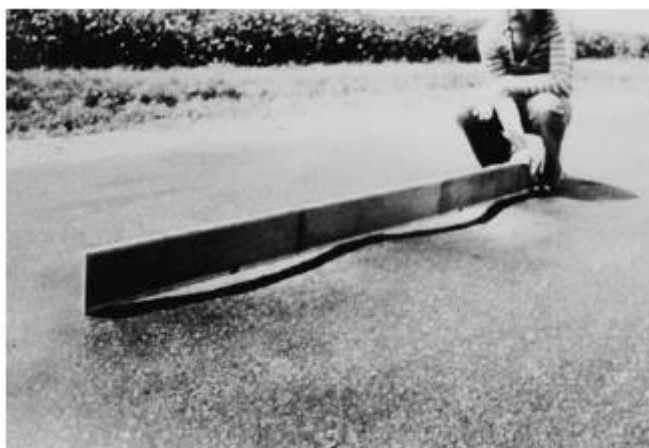
- b. Kadar air dalam lapis pondasi granuler (*granular base*) terlalu tinggi, sehingga tidak stabil.

Tingkat kerusakan perkerasan aspal untuk hitungan *PCI* dan identifikasi kerusakan dalam Tabel 3.5.

Tabel 3.5 Tingkat kerusakan perkerasan aspal, identifikasi kerusakan keriting (*Corrugation*)

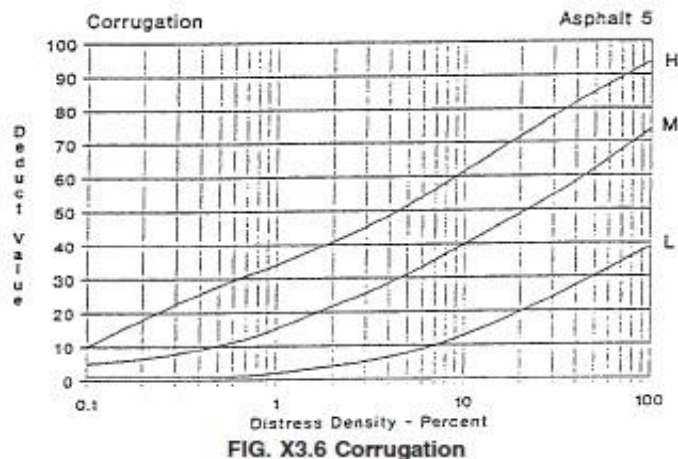
Tingkat Kerusakan	Identifikasi Kerusakan
L	Gelombang mengakibatkan sedikit gangguan kenyamanan kendaraan.
M	Gelombang mengakibatkan agak banyak gangguan kenyamanan kendaraan.
H	Gelombang mengakibatkan banyak gangguan kenyamanan kendaraan.

Sumber : (Shahin, 1994) dalam (Hardiyatmo, 2015)



Gambar 3.9 Keriting (*Corrugation*)

Sumber : ASTM Internasional, D 6433 – 07



Gambar 3.10 *Deduct Value* Keriting

Sumber : ASTM Internasional, D 6433 – 07

6. Amblas (*Depression*)

Amblas adalah penurunan perkerasan yang terjadi pada area terbatas yang dapat diikuti dengan retakan. Penurunan ditandai dengan adanya genangan air pada permukaan perkerasan yang membahayakan lalu-lintas yang lewat.

Faktor penyebab kerusakan :

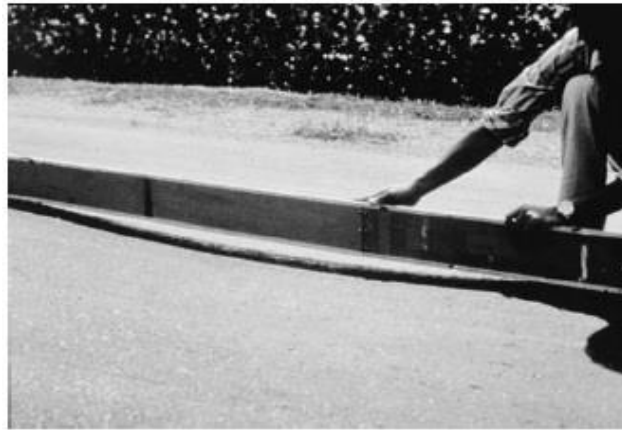
- Beban lalu-lintas berlebih.
- Penurunan sebagian dari perkerasan akibat lapisan di bawah perkerasan mengalami penurunan.

Tingkat kerusakan perkerasan aspal untuk hitungan *PCI* dan identifikasi kerusakan dalam Tabel 3.6.

Tabel 3.6 Tingkat kerusakan perkerasan aspal, identifikasi kerusakan amblas (*Depression*)

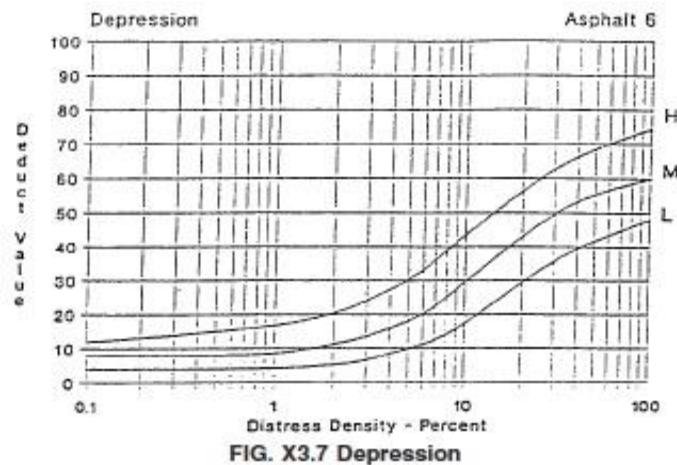
Tingkat Kerusakan	Identifikasi Kerusakan
L	Kedalaman maksimum amblas $\frac{1}{2}$ - 1 in (13 – 25 mm).
M	Kedalaman maksimum amblas 1 – 2 in (25 – 51 mm).
H	Kedalaman maksimum amblas > 2 in (51 mm).

Sumber : (Shahin, 1994) dalam (Hardiyatmo, 2015)



Gambar 3.11 Amblas (*Depression*)

Sumber : ASTM Internasional, D 6433 – 07



Gambar 3.12 *Deduct Value* Amblas

Sumber : ASTM Internasional, D 6433 – 07

7. Retak Pinggir (*Edge Cracking*)

Retak pinggir biasanya terjadi sejajar dan kadang-kadang melengkung di pinggir perkerasan dengan jarak sekitar 0,3 – 0,6 meter dari pinggir. Retak ini berkembang dari pinggir dan kemudian hari akan berkelompok membentuk retak kulit buaya. Retak ini terjadi akibat dukungan material pada bahu yang lemah atau kelembaban air yang terlalu tinggi. Akibat pecah di pinggir perkerasan, maka bagian ini menjadi tidak beraturan.

Faktor penyebab kerusakan :

- a. Kurangnya dukungan dari arah lateral (dari bahu jalan).
- b. Drainase kurang baik.
- c. Kembang susut tanah di sekitarnya.

- d. Bahu jalan turun terhadap permukaan perkerasan.
- e. *Seal coat* lemah, adhesi permukaan ke lapis pondasi (*base*) hilang.
- f. Konsentrasi lalu-lintas berat di dekat pinggir perkerasan.
- g. Adanya pohon-pohonan besar di dekat pinggir perkerasan.

Tingkat kerusakan perkerasan aspal untuk hitungan *PCI* dan identifikasi kerusakan dalam Tabel 3.7.

Tabel 3.7 Tingkat kerusakan perkerasan aspal, identifikasi kerusakan retak pinggir (*Edge Cracking*)

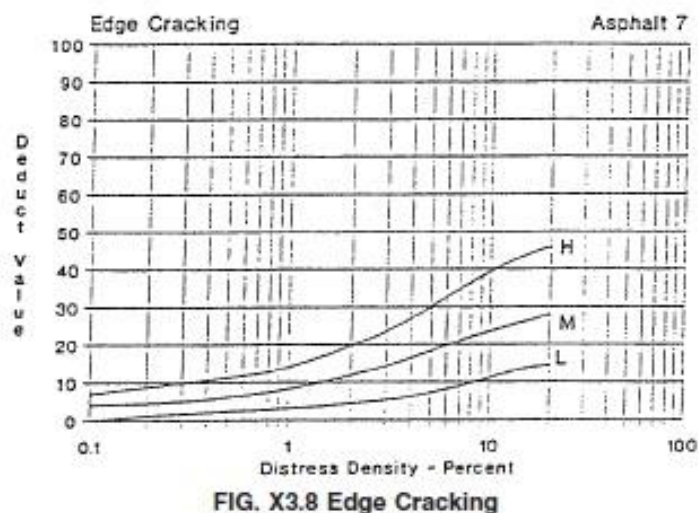
Tingkat Kerusakan	Identifikasi Kerusakan
L	Retak sedikit sampai sedang dengan tanpa pecahan atau butiran lepas.
M	Retak sedang dengan beberapa pecah dan butiran lepas.
H	Banyak pecahan atau butiran lepas di sepanjang tepi perkerasan.

Sumber : (Shahin, 1994) dalam (Hardiyatmo, 2015)



Gambar 3.13 Retak Pinggir (*Edge Cracking*)

Sumber : ASTM Internasional, D 6433 – 07



Gambar 3.14 *Deduct Value* Retak Pinggir

Sumber : ASTM Internasional, D 6433 – 07

8. Retak Sambung (*Joint Reflec Cracking*)

Retak ini umumnya terjadi pada permukaan perkerasan aspal yang telah di hamparkan di atas permukaan perkerasan beton semen portland (*Portland Cement Concrete, PCC*). Retak terjadi pada tambalan (*overlay*) aspal yang mencerminkan pola retak dalam perkerasan beton lama yang berada di bawahnya. Jadi, retakan ini terjadi pada lapis tambalan dalam perkerasan aspal, dimana retak pada lapisan lama belum sempurna diperbaiki. Pola retak dapat ke arah memanjang, melintang, diagonal atau membentuk blok.

Faktor penyebab kerusakan :

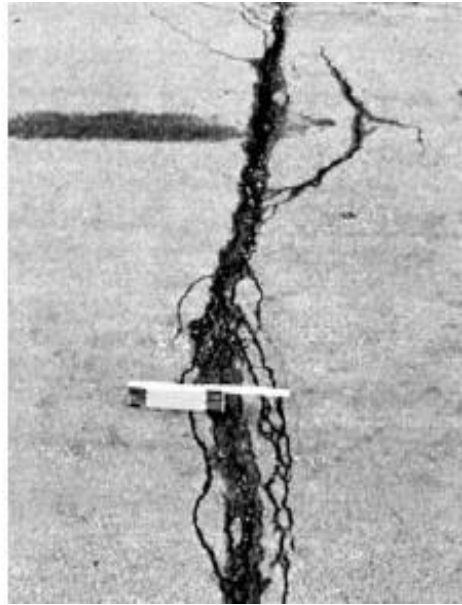
- a. Gerakan vertikal atau horizontal pada lapisan di bawah lapis tambalan, yang timbul akibat ekspansi dari kontraksi saat terjadi perubahan temperatur atau kadar air.
- b. Gerakan tanah pondasi.
- c. Hilangnya kadar air dalam tanah dasar yang kadang lempungnya tinggi.

Tingkat kerusakan perkerasan aspal untuk hitungan *PCI* dan identifikasi kerusakan dalam Tabel 3.8.

Tabel 3.8 Tingkat kerusakan perkerasan aspal, identifikasi kerusakan retak sambung (*Joint Reflec Cracking*)

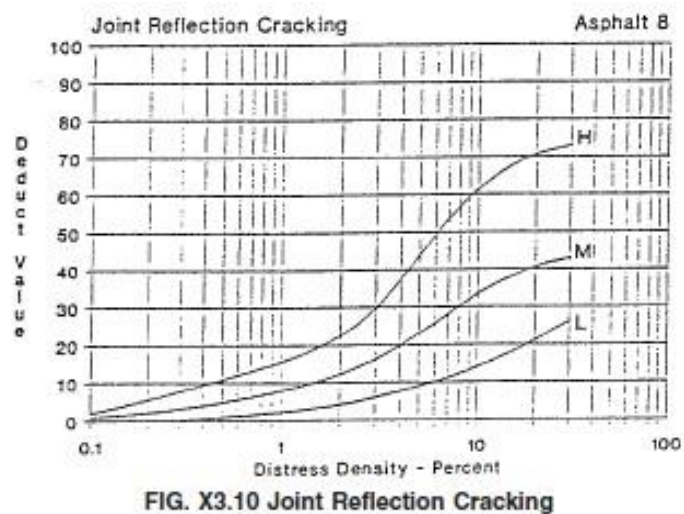
Tingkat Kerusakan	Identifikasi Kerusakan
L	Satu dari kondisi berikut yang terjadi : <ol style="list-style-type: none"> 1. Retak tak terisi, lebar < 3/8 in (10 mm) 2. Retak terisi, sambarang lebar (pengisi kondisi bagus)
M	Satu dari kondisi berikut yang terjadi : <ol style="list-style-type: none"> 1. Retak tak terisi, lebar < 3/8 – 3 in (10 – 76 mm) 2. Retak tak terisi, sembarang lebar sampai 3 in (76 mm) di kelilingi retak acak ringan. 3. Retak terisi, sembarang lebar yang dikelilingi retak acak ringan.
H	Satu dari kondisi berikut yang terjadi : <ol style="list-style-type: none"> 1. Sembarang retak terisi atau tak terisi dikelilingi dengan retak acak, kerusakan sedang atau tinggi. 2. Retak tak terisi lebih dari 3 in (76 mm). 3. Retak sembarang lebar dengan beberapa inci di sekitar retakan, pecah (retak berat menjadi pecahan).

Sumber : (Shahin, 1994) dalam (Hardiyatmo, 2015)



Gambar 3.15 Retak Sambung (*Joint Reflec Cracking*)

Sumber : ASTM Internasional, D 6433 – 07



Gambar 3.16 *Deduct Value* Retak Sambung

Sumber : ASTM Internasional, D 6433 – 07

9. Pinggir Jalan Turun Vertikal (*Line/Shoulder Dropp Off*)

Jalur/bahu jalan turun vertikal adalah beda elevasi antara pinggir perkerasan dan bahu jalan. Bahu jalan turun relatif terhadap pinggir perkerasan. Hal ini tidak penting dipertimbangkan bila selisih tinggi bahu dan perkerasan kurang dari 10 – 15 mm.

Faktor penyebab kerusakan :

- a. Lebar perkerasan kurang.
- b. Bahu jalan dibangun dengan material yang kurang tahan terhadap erosi dan abrasi.
- c. Penambahan lapis permukaan tanpa diikuti penambahan permukaan bahu jalan.

Tingkat kerusakan perkerasan aspal untuk hitungan *PCI* dan identifikasi kerusakan dalam Tabel 3.9.

Tabel 3.9 Tingkat kerusakan perkerasan aspal, identifikasi kerusakan pinggir jalan turun vertikal (*Line/Shoulder Dropp Off*)

Tingkat Kerusakan	Identifikasi Kerusakan
L	Beda elevasi antar pinggir perkerasan dan bahu jalan 1 - 2 in (25 - 51 mm).
M	Beda elevasi > 2 – 4 in (51 – 102 mm)
H	Beda elevasi > 4 in (102 mm)

Sumber : (Shahin, 1994) dalam (Hardiyatmo, 2015)



Gambar 3.17 Pinggir Jalan Turun Vertikal (*Line/Shoulder Dropp Off*)

Sumber : ASTM Internasional, D 6433 – 07

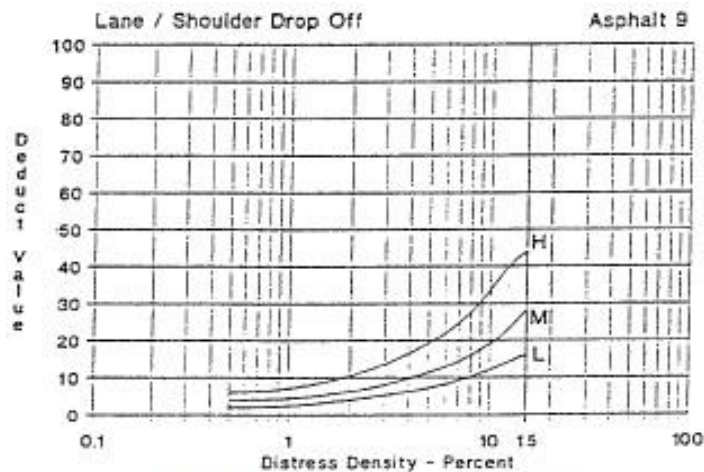


FIG. X3.12 Lane/Shoulder Drop-Off

Gambar 3.18 *Deduct Value* Pinggir Jalan Turun Vertikal

Sumber : ASTM Internasional, D 6433 – 07

10. Retak Memanjang/Melintang (*Longitudinal and Transverse Cracking*)

Retak berbentuk memanjang pada perkerasan jalan, dapat terjadi dalam bentuk tunggal atau berderet yang sejajar, dan kadang-kadang sedikit bercabang.

Faktor penyebab kerusakan :

- Gerakan arah memanjang oleh akibat kurangnya gesek internal dalam lapis pondasi (*base*) atau tanah dasar, sehingga lapisan tersebut kurang setabil.
- Adanya perubahan volume tanah didalam tanah dasar oleh gerakan vertikal.
- Penurunan tanah timbunan atau bergesernya lereng timbunan. Lebar celah bisa mencapai 6 mm, sehingga memungkinkan adanya infiltrasi air dari permukaan.
- Adanya penyusutan semen pengikat pada lapis pondasi (*base*) atau tanah dasar.
- Kelelahan (*fatigue*) pada lintasan roda.
- Pengaruh tegangan termal (akibat perubahan suhu) atau kurangnya pemadatan.
- Ikatan yang buruk pada sambungan pelaksanaan.

Retak melintang merupakan retakan tunggal (tidak bersambungan satu sama lain) yang melintang perkerasan.

Faktor penyebab kerusakan :

- a. Penyusutan bahan pengikat pada lapis pondasi dan tanah dasar.
- b. Sambungan pelaksanaan atau retak susut (akibat temperatur rendah atau pengerasan). Aspal dalam permukaan.
- c. Kegagalan struktur lapis pondasi.
- d. Pengaruh tegangan termal (akibat perubahan suhu) atau kurangnya pemadatan.

Tingkat kerusakan perkerasan aspal untuk hitungan *PCI* dan identifikasi kerusakan dalam Tabel 3.10.

Tabel 3.10 Tingkat kerusakan perkerasan aspal, identifikasi kerusakan retak memanjang/melintang (*Longitudinal and Transverse Cracking*)

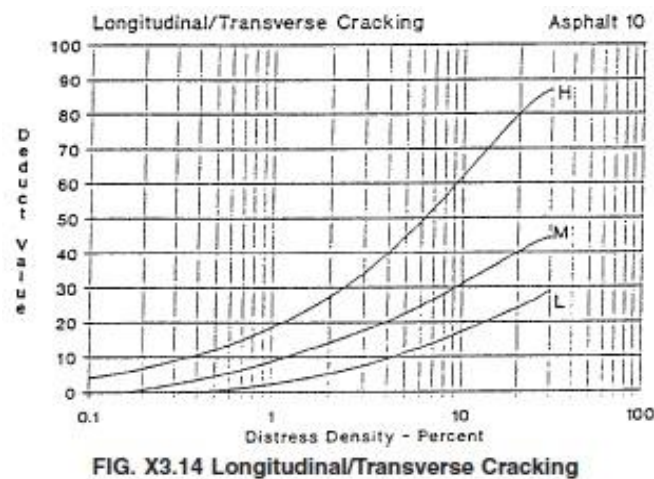
Tingkat Kerusakan	Identifikasi Kerusakan
L	Satu dari kondisi berikut yang terjadi : <ol style="list-style-type: none"> 1. Retak tak terisi, lebar < 3/8 in (10 mm). 2. Retak terisi, sembarang lebar (pengisi kondisi bagus).
M	Satu dari kondisi berikut yang terjadi : <ol style="list-style-type: none"> 1. Retak tak terisi, lebar 3/8 – 3 in (10 – 76 mm). 2. Retak tak terisi, sembarang lebar sampai 3 in (76 mm). Dikelilingi retak acak ringan. 3. Retak terisi, sembarang lebar dikelilingi retak agak acak.
H	Satu dari kondisi berikut yang terjadi : <ol style="list-style-type: none"> 1. Sembarang retak terisi atau tak terisi dikelilingi oleh retak acak, kerusakan sedang sampai tinggi. 2. Retak tak terisi > 3 in (76 mm) 3. Retak sembarang lebar, dengan beberapa inci disekitar retakan, pecah.

Sumber : (Shahin, 1994) dalam (Hardiyatmo, 2015)



Gambar 3.19 Retak Memanjang/Melintang (*Longitudinal and Transverse Cracking*)

Sumber : ASTM Internasional, D 6433 – 07



Gambar 3.20 *Deduct Value* Retak Memanjang/Melintang

Sumber : ASTM Internasional, D 6433 – 07

11. Tambalan (*Patching and Utility Cut Patching*)

Tambalan (*patch*) adalah penutup bagian perkerasan yang mengalami perbaikan. Kerusakan tambalan dapat diikuti/tidak diikuti oleh hilangnya kenyamanan kendaraan (kegagalan fungsional) atau rusaknya struktur perkerasan. Rusaknya tambalan menimbulkan distorsi, disintegrasi, retak atau terkelupas antara tambalan dan permukaan perkerasan asli. Kerusakan tambalan dapat terjadi karena permukaannya yang menonjol atau amblas

terhadap permukaan perkerasan. Jika kerusakan terjadi pada tambalan, maka kerusakan tersebut belum tentu disebabkan oleh lapisan yang masih utuh.

Faktor penyebab kerusakan :

- a. Amblasnya tambalan umumnya disebabkan oleh kurangnya pemadatan material urugan lapis pondasi (*base*) atau tambalan material aspal.
- b. Cara pemasangan material bawah buruk.
- c. Kegagalan dari perkerasan dibawah tambalan dan sekitarnya.

Tingkat kerusakan perkerasan aspal untuk hitungan *PCI* dan identifikasi kerusakan dalam Tabel 3.11.

Tabel 3.11 Tingkat kerusakan perkerasan aspal, identifikasi kerusakan tambalan (*Patching and Utility Cut Patching*)

Tingkat Kerusakan	Identifikasi Kerusakan
L	Tambalan dalam kondisi baik dan memuaskan. Kenyamanan kendaraan dinilai terganggu sedikit atau lebih baik.
M	Tambalan sedikit rusak dan / atau kenyamanan kendaraan agak terganggu.
H	Tambalan sangat rusak dan / atau kenyamanan kendaraan sangat terganggu.

Sumber : (Shahin, 1994) dalam (Hardiyatmo, 2015)



Gambar 3.21 Tambalan (*Patching and Utility Cut Patching*)

Sumber : ASTM Internasional, D 6433 – 07

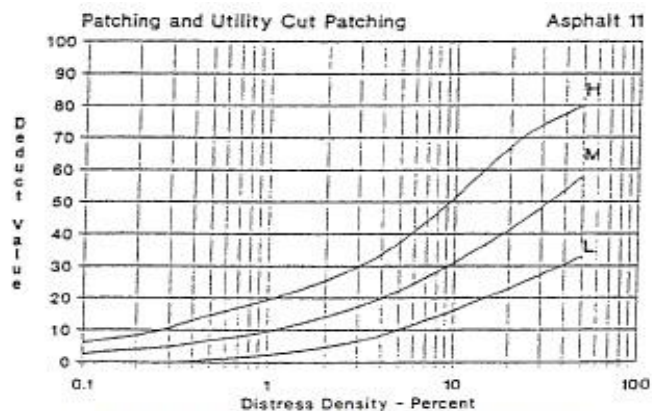


FIG. X3.16 Patching and Utility Cut Patching

Gambar 3.22 Deduct Value Tambalan

Sumber : ASTM Internasional, D 6433 – 07

12. Pengausan Agregat (*Polised Agregat*)

Agregat licin adalah licinnya permukaan bagian atas perkerasan, akibat ausnya agregat dipermukaan. Kecenderungan perkerasan menjadi licin dipengaruhi oleh sifat-sifat biologi dari agregat. Akibat pelicinan agregat oleh lalu lintas, aspal pengikat akan hilang dan permukaan jalan menjadi licin, terutama sesudah hujan, sehingga membahayakan kendaraan.

Faktor penyebab kerusakan :

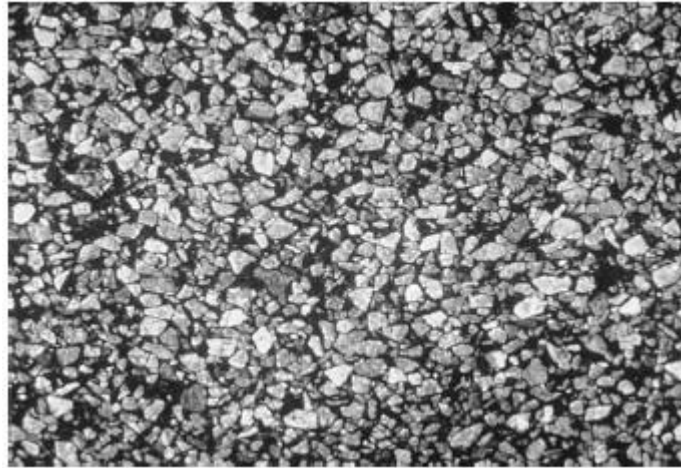
Agregat kasar dipermukaan beton tidak tahan aus, berbentuk bulat dan licin, tidak berbentuk kubikal. Beberapa agregat, khususnya batu gamping menjadi halus oleh pengaruh lalu-lintas. Beberapa macam kerikil yang secara alami permukaannya halus, jika digunakan untuk permukaan perkerasan tanpa memecahnya, maka akan menyebabkan gangguan kekesatan permukaan jalan. Agregat halus ini akan menjadi licin bila basah oleh air hujan.

Tingkat kerusakan perkerasan aspal untuk hitungan *PCI* dan identifikasi kerusakan dalam Tabel 3.12.

Tabel 3.12 Tingkat kerusakan perkerasan aspal, identifikasi kerusakan pengausan agregat (*Polised Agregat*)

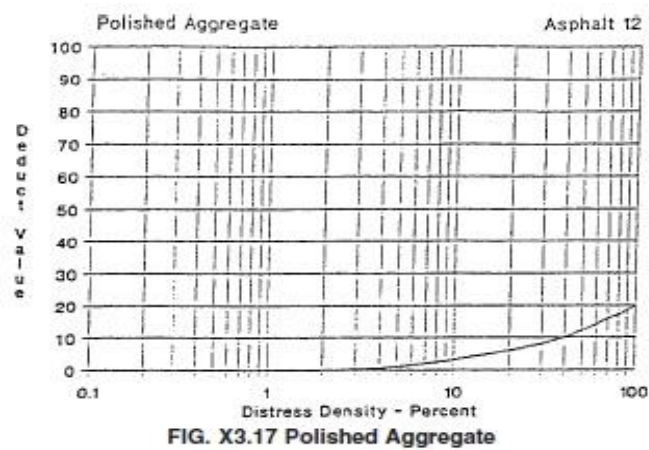
Tingkat Kerusakan	Identifikasi Kerusakan
	Tidak ada definisi derajat kerusakan. Tetapi, derajat kelicinan harus nampak signifikan, sebelum dilibatkan dalam survey kondisi dan dinilai sebagai kerusakan.

Sumber : (Shahin, 1994) dalam (Hardiyatmo, 2015)



Gambar 3.23 Pengausan Agregat (*Polised Agregat*)

Sumber : ASTM Internasional, D 6433 – 07



Gambar 3.24 *Deduct Value* Pengausan Agregat

Sumber : ASTM Internasional, D 6433 – 07

13. Lubang (*Pothole*)

Lubang adalah lekukan/lubang di permukaan perkerasan akibat hilangnya lapis aus dan material lapis pondasi (*base*).

Faktor penyebab kerusakan :

- a. Campuran material lapis permukaan yang kurang baik.
- b. Air masuk kedalam lapis pondasi lewat retakan di permukaan perkerasan yang tidak segera di tutup.
- c. Beban lalu-lintas yang mengakibatkan disintegrasi lapis pondasi.
- d. Tercabutnya aspal pada lapis aus akibat melekat pada ban kendaraan.

Tingkat kerusakan perkerasan aspal untuk hitungan *PCI* dan identifikasi kerusakan dalam Tabel 3.13.

Tabel 3.13 Tingkat kerusakan perkerasan aspal, identifikasi kerusakan lubang (*Pothole*)

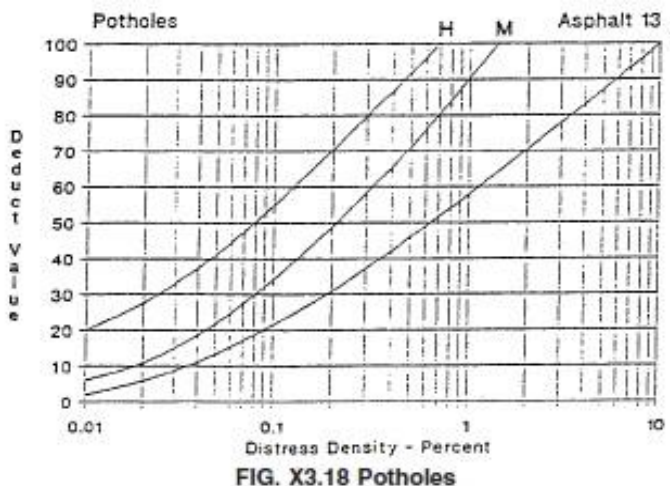
Kedalaman Maksimum	Diameter Rata-Rata Lubang		
	4 – 8 in (102 – 203 mm)	8 – 18 in (203 – 457 mm)	18 – 30 in (457 – 762 mm)
½ - 1 in (12,7 – 25,4 mm)	L	L	M
>1 – 2 in (25,4 – 50,8 mm)	L	M	H
>2 in (>50,8 mm)	M	M	H

Sumber : (Shahin, 1994) dalam (Hardiyatmo, 2015)



Gambar 3.25 Lubang (*Pothole*)

Sumber : ASTM Internasional, D 6433 – 07



Gambar 3.26 Deduct Value Lubang

Sumber : ASTM Internasional, D 6433 – 07

14. Rusak Perpotongan Rel (*Railroad Crossing*)

Kerusakan pada persilangan rel dapat berupa amblas atau benjolan di sekitar dan/atau antara lintasan rel.

Faktor penyebab kerusakan :

- a. Amblasnya perkerasan, sehingga timbul pada beda elevasi antara permukaan perkerasan dengan permukaan rel.
- b. Pelaksanaan pekerjaan perkerasan atau pemasangan jalan rel yang buruk.

Tingkat kerusakan perkerasan aspal untuk hitungan *PCI* dan identifikasi kerusakan dalam Tabel 3.14.

Tabel 3.14 Tingkat kerusakan perkerasan aspal, identifikasi kerusakan retak perpotongan rel (*Railroad Crossing*)

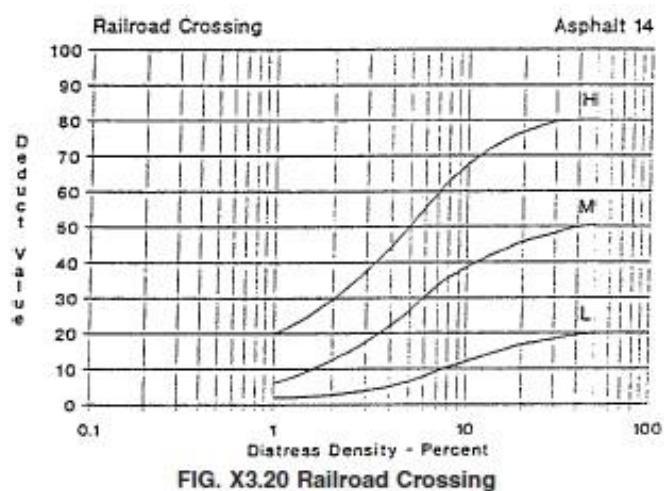
Tingkat Kerusakan	Identifikasi Kerusakan
L	Persilangan jalan rel menyebabkan sedikit gangguan kenyamanan kendaraan.
M	Persilangan jalan rel menyebabkan cukup gangguan kenyamanan kendaraan.
H	Persilangan jalan rel menyebabkan gangguan besar pada kenyamanan kendaraan.

Sumber : (Shahin, 1994) dalam (Hardiyatmo, 2015)



Gambar 3.27 Rusak Perpotongan Rel (*Railroad Crossing*)

Sumber : ASTM Internasional, D 6433 – 07



Gambar 3.28 *Deduct Value* Rusak Perpotongan Rel

Sumber : ASTM Internasional, D 6433 – 07

15. Alur (*Rutting*)

Alur adalah deformasi permukaan perkerasan aspal dalam bentuk turunnya perkerasan ke arah memanjang jalan pada lintasan roda kendaraan.

Faktor penyebab kendaraan :

- a. Pemasatan lapis permukaan dan pondasi (*base*) kurang, sehingga akibat beban lalu-lintas lapis pondasi memadat lagi.
- b. Pemasatan tanah dasar buruk atau tidak seragam, sehingga oleh beban lalu-lintas lapis perkerasan di atasnya mengalami deformasi searah beban lalu-lintas.

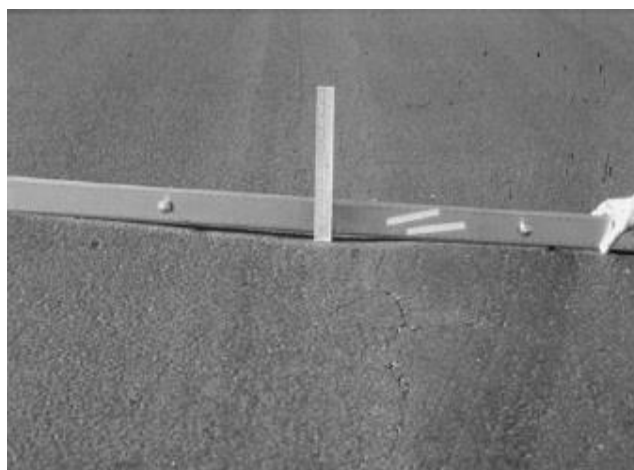
- c. Tanah dasar lemah atau agregat pondasi (*base*) kurang tebal, pemadatan kurang atau terjadi pelemahan akibat infiltrasi air. Kualitas campuran aspal rendah, ditandai dengan gerakan arah lateral dan ke bawah dari campuran aspal di bawah beban roda.
- d. Gerakan lateral dari satu atau lebih dari komponen pembentuk lapis perkerasan yang kurang padat. Contoh terjadinya alur pada lintasan roda yang disebabkan oleh deformasi dalam lapis pondasi atau tanah dasar.

Tingkat kerusakan perkerasan aspal untuk hitungan *PCI* dan identifikasi kerusakan dalam Tabel 3.15.

Tabel 3.15 Tingkat kerusakan perkerasan aspal, identifikasi kerusakan alur (*Rutting*)

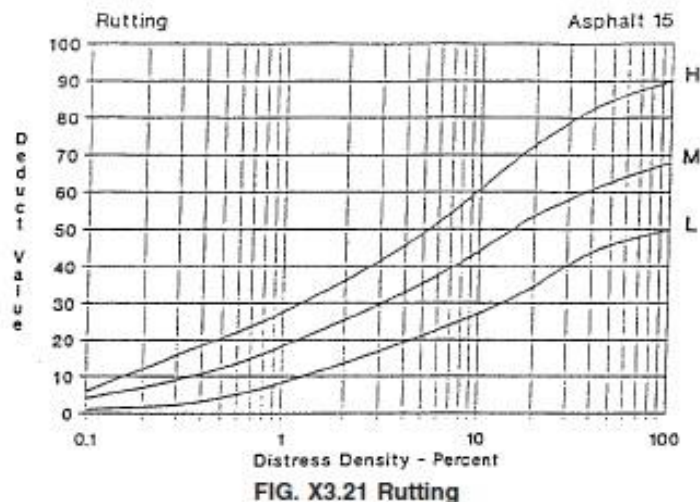
Tingkat Kerusakan	Identifikasi Kerusakan
L	Kedalaman alur rata-rata $\frac{1}{4}$ - $\frac{1}{2}$ in (6 - 13 mm).
M	Kedalaman alur rata-rata $\frac{1}{2}$ - 1 in (13 - 25 mm).
H	Kedalaman alur rata-rata > 1 in (> 25,4 mm)

Sumber : (Shahin, 1994) dalam (Hardiyatmo, 2015)



Gambar 3.29 Alur (*Rutting*)

Sumber : ASTM Internasional, D 6433 - 07



Gambar 3.30 *Deduct Value* Alur

Sumber : ASTM Internasional, D 6433 – 07

16. Sungkur (*Shoving*)

Sungkur adalah perpindahan permanen secara lokal dan memanjang dari permukaan perkerasan yang disebabkan oleh beban lalu-lintas. Ketika lalu-lintas mendorong perkerasan, maka mendadak timbul gelombang pendek di permukaannya. Penggembungan lokal permukaan perkerasan nampak dalam arah sejajar dengan arah lalu-lintas dan/atau perpindahan horizontal dari material permukaan, terutama pada arah lalu-lintas dimana aksi pengereman atau percepatan sering terjadi.

Faktor penyebab kerusakan :

- a. Stabilitas campuran lapisan aspal rendah. Kurangnya stabilitas campuran dapat disebabkan oleh terlalu tingginya kadar aspal, terlalu banyaknya agregat halus, agregat berbentuk bulat dan licin atau terlalu lunaknya semen aspal.
- b. Terlalu banyaknya kadar air dalam lapis pondasi granuler (*granular base*).
- c. Ikatan antara lapisan perkerasan tidak bagus.
- d. Tebal perkerasan kurang.

Tingkat kerusakan perkerasan aspal untuk hitungan *PCI* dan identifikasi kerusakan dalam Tabel 3.16.

Tabel 3.16 Tingkat kerusakan perkerasan aspal, identifikasi kerusakan sungkur (*Shoving*)

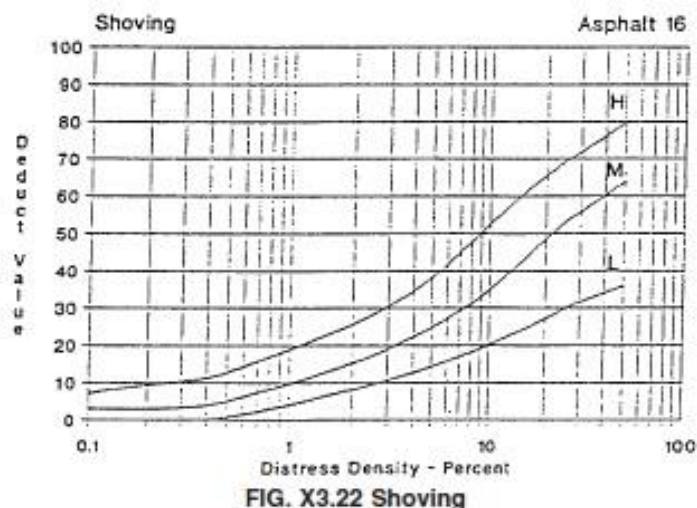
Tingkat Kerusakan	Identifikasi Kerusakan
L	Sungkur menyebabkan sedikit gangguan kenyamanan kendaraan.
M	Sungkur menyebabkan cukup gangguan kenyamanan kendaraan.
H	Sungkur menyebabkan gangguan besar pada kenyamanan kendaraan.

Sumber : (Shahin, 1994) dalam (Hardiyatmo, 2015)



Gambar 3.31 Sungkur (*Shoving*)

Sumber : ASTM Internasional, D 6433 – 07



Gambar 3.32 *Deduct Value* Sungkur

Sumber : ASTM Internasional, D 6433 – 07

17. Patah Slip (*Slippage Cracking*)

Retak slip atau retak berbentuk bulan sabit yang diakibatkan oleh gaya-gaya horizontal yang berasal dari kendaraan. Retak ini diakibatkan oleh kurangnya ikatan antara lapisan permukaan dengan lapisan di bawahnya, sehingga terjadi penggelinciran. Jarak retakan sering berdekatan dan berkelompok secara paralel. Retakan ini sering terjadi pada tempat-tempat kendaraan mengerem, yaitu pada saat turun dari bukit.

Faktor penyebab kendaraan :

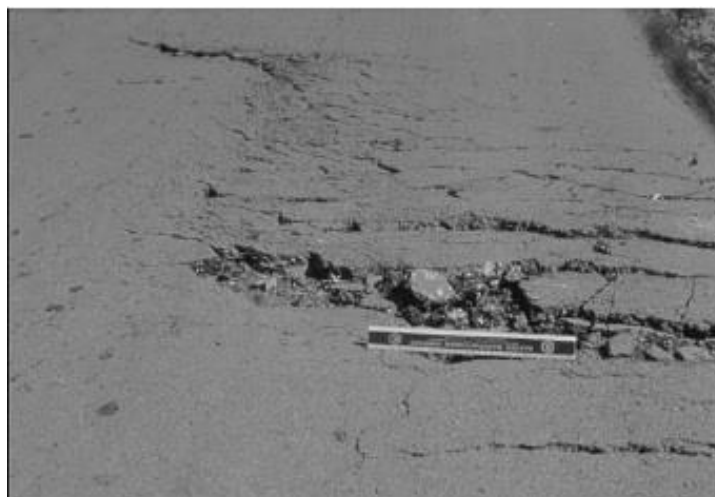
- Kurangnya ikatan lapisan permukaan dengan lapisan di bawahnya. Hal ini disebabkan oleh debu, minyak, karet, kotoran, air atau bahan lain yang tidak adhesif yang berada di antara lapis aus (*wearing course*) dan lapisan di bawahnya. Biasanya, buruknya ikatan terjadi akibat tidak digunakannya *teack coat* atau *prime coat* dengan lapisan tipis aspal pada agregat pondasi.
- Campuran terlalu banyak kandungan pasirnya.
- Pemadatan perkerasan kurang.
- Tegangan sangat tinggi akibat pengereman dan percepatan kendaraan.
- Lapis aus di permukaan terlalu tipis.
- Modulus lapis pondasi (*base*) terlalu rendah.

Tingkat kerusakan perkerasan aspal untuk hitungan *PCI* dan identifikasi kerusakan dalam Tabel 3.17.

Tabel 3.17 Tingkat kerusakan perkerasan aspal, identifikasi kerusakan patah slip (*Slippage Cracking*)

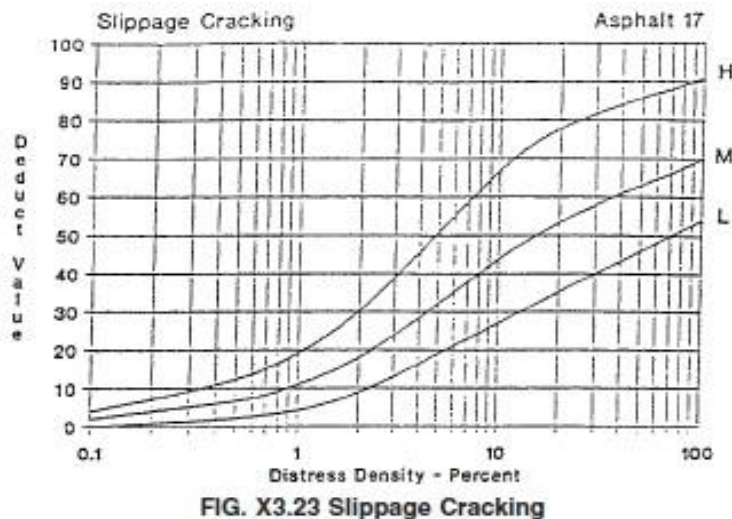
Tingkat Kerusakan	Identifikasi Kerusakan
L	Retak rata-rata lebar < 3/8 in (10 mm).
M	Satu dari kondisi berikut yang terjadi : 1. Retak rata-rata 3/8 – 1,5 in (10 – 38 mm). 2. Area disekitar retakan pecah, ke dalam pecahan-pecahan terikat.
H	Satu dari kondisi berikut yang terjadi : 1. Retak rata-rata > 1/2 in (>38 mm) 2. Area disekitar retakan, pecah kedalam pecahan-pecahan mudah terbongkar.

Sumber : (Shahin, 1994) dalam (Hardiyatmo, 2015)



Gambar 3.33 Patah Slip (*Slippage Cracking*)

Sumber : ASTM Internasional, D 6433 – 07



Gambar 3.34 *Deduct Value* Patah Slip

Sumber : ASTM Internasional, D 6433 – 07

18. Mengembang Jembul (*Swell*)

Mengembang adalah gerakan ke atas lokal dari perkerasan akibat pengembangan (atau pembekuan air) dari tanah dasar atau dari bagian struktur perkerasan. Perkerasan yang naik akibat tanah dasar yang mengembang ini dapat menyebabkan retaknya permukaan aspal. Pengembangan dapat dikarakteristikan dengan gerakan perkerasan aspal, dengan panjang gelombang > 3 meter.

Faktor penyebab kerusakan :

- a. Mengembangnya material lapisan di bawah perkerasan atau tanah dasar.
- b. Tanah dasar perkerasan mengembang, bila kadar air naik. Umumnya, hal ini terjadi bila tanah pondasi berupa lempung yang mudah mengembang (lempung *montmorillonite*) oleh kenaikan kadar air.

Tingkat kerusakan perkerasan aspal untuk hitungan *PCI* dan identifikasi kerusakan dalam Tabel 3.18.

Tabel 3.18 Tingkat kerusakan perkerasan aspal, identifikasi kerusakan mengembang jembul (*Swell*)

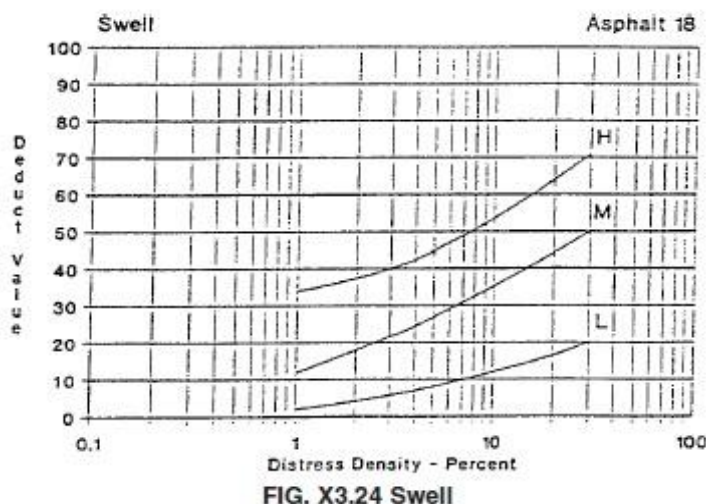
Tingkat Kerusakan	Identifikasi Kerusakan
L	Pengembangan menyebabkan sedikit gangguan kenyamanan kendaraan. Kerusakan ini sulit dilihat, tapi dapat dideteksi dengan kendaraan cepat. Gerakan keatas terjadi bila adanya pengembangan.
M	Pengembangan menyebabkan cukup gangguan kenyamanan kendaraan.
H	Pengembangan menyebabkan gangguan besar pada kenyamanan kendaraan.

Sumber : (Shahin, 1994) dalam (Hardiyatmo, 2015)



Gambar 3.35 Mengembang Jembul (*Swell*)

Sumber : ASTM Internasional, D 6433 – 07



Gambar 3.36 *Deduct Value* Mengembang Jembul

Sumber : ASTM Internasional, D 6433 – 07

19. Pelepasan Butiran (*Weathering/Raveling*)

Pelapukan dan butiran lepas (*raveling*) adalah disintegrasi permukaan perkerasan aspal melalui pelepasan partikel agregat yang berkelanjutan, berawal dari permukaan perkerasan menuju ke bawah atau dari pinggir ke dalam. Butiran agregat berangsur-angsur lepas dari permukaan perkerasan, akibat lemahnya pengikat antara partikel agregat.

Faktor penyebab kerusakan :

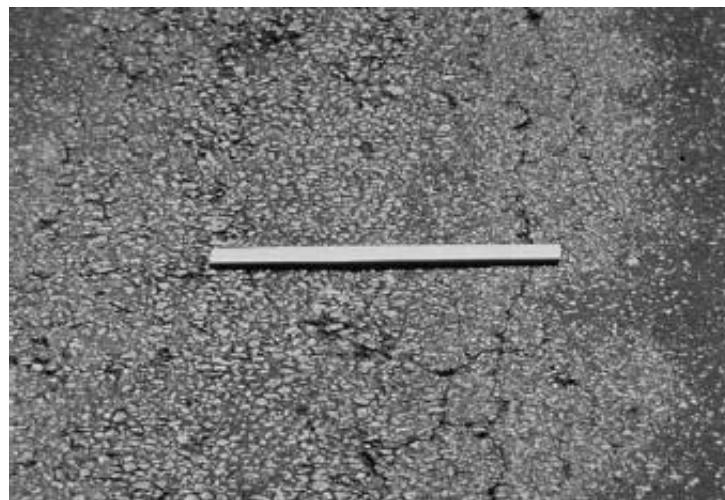
- a. Campuran material aspal lapis permukaan kurang baik.
- b. Melemahnya bahan pengikat dan/atau batuan.
- c. Pemadatan kurang baik, karena dilakukan pada musim hujan.
- d. Agregat *hydrophilic* (agregat mudah menyerap air).

Tingkat kerusakan perkerasan aspal untuk hitungan *PCI* dan identifikasi kerusakan dalam Tabel 3.19.

Tabel 3.19 Tingkat kerusakan perkerasan aspal, identifikasi kerusakan pelepasan butiran (*Weathering/Raveling*)

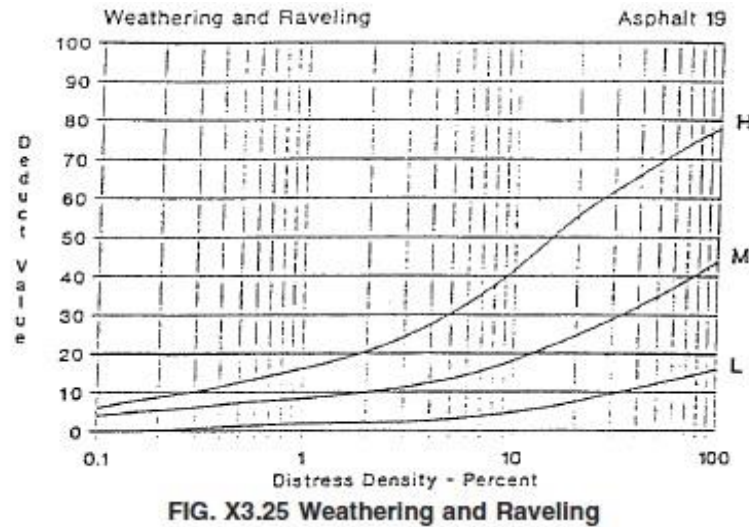
Tingkat Kerusakan	Identifikasi Kerusakan
L	Agregat atau bahan pengikat mulai lepas. Di beberapa tempat, permukaan mulai berlubang.
M	Agregat atau pengikat telah lepas. Tekstur permukaan agak kasar dan berlubang.
H	Agregat atau pengikat telah banyak lepas. Tekstur permukaan sangat kasar dan mengakibatkan banyak lubang.

Sumber : (Shahin, 1994) dalam (Hardiyatmo, 2015)



Gambar 3.37 Pelepasan Butiran (*Weathering/Raveling*)

Sumber : ASTM Internasional, D 6433 – 07



Gambar 3.38 *Deduct Value* Pelepasan Butiran

Sumber : ASTM Internasional, D 6433 – 07

B. Metode *Pavement Condition Index (PCI)*

Istilah-istilah Dalam Hitungan *PCI*

Menurut (Hardiyatmo, 2015) dalam hitungan *PCI*, maka terdapat istilah-istilah sebagai berikut ini :

a. Kerapatan (*density*)

Kerapatan adalah persentase luas atau panjang total dari satu jenis kerusakan terhadap luas atau panjang total bagian jalan yang diukur, bisa dalam ft^2 atau m^2 , atau dalam feet atau meter. Dengan demikian, kerapatan kerusakan dinyatakan oleh persamaan :

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

atau,

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

dengan,

A_d = Luas total dari satu jenis perkerasan untuk setiap keparahan kerusakan (m^2)

A_s = Luas total unit sampel (m^2)

L_d = Panjang total jenis kerusakan untuk tiap tingkat keparahan kerusakan (m)

Persamaan-persamaan (3.1) dan (3.2) digunakan untuk kerusakan yang bisa diukur, misalnya : retak pinggir, retak memanjang, melintang, cekungan, retak refleksi sambung, pinggir jalan turun vertikal.

Untuk kerusakan tertentu, seperti lubang, maka di hitung dengan :

$$\text{Kerapatan (density) (\%)} = \frac{\text{Jumlah Lubang}}{\text{As}} \times 100 \dots\dots\dots (3.3)$$

b. Menentukan Nilai (*Deduct Value, DV*)

Deduct Value adalah suatu nilai pengurang untuk setiap jenis kerusakan yang diperoleh dari kurva hubungan kerapatan (*density*) dan tingkat keparahan (*severity level*).

c. Menjumlah Nilai (*Total Deduct Value, TDV*)

Nilai pengurang total atau *TDV* adalah jumlah total dari nilai pengurang (*deduct value*) pada masing-masing unit sampel.

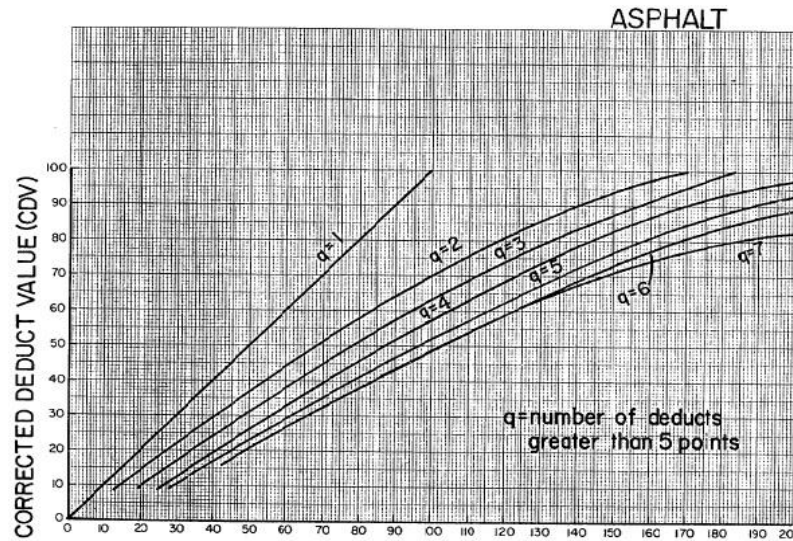
d. Mencari Nilai q

Nilai q ditentukan dari jumlah nilai (*deduct value*) individual dengan nilai lebih besar dari 5 pada tiap segmennya.

e. Menentukan nilai (*Corrected Deduct Value, CDV*)

Nilai *CDV* ditentukan setelah nilai q di dapatkan, dengan cara menjumlah ada berapa nilai *deduct value* yang lebih dari 5 dan selanjutnya mengplotkan ke dalam grafik *CDV* seperti di gambar 3.39 di bawah.

Nilai pengurang terkoreksi atau *CDV* diperoleh dari kurva hubungan antara nilai pengurang total (*TDV*) dan nilai pengurang (*DV*) dengan memilih kurva yang sesuai. Jika nilai *CDV* yang diperoleh lebih kecil dari nilai pengurang tertinggi (*Highest Deduct Value, HDV*), maka *CDV* yang digunakan adalah nilai pengurang individual yang tertinggi.



Gambar 3.39 Corrected Deduct Value (CDV)

Sumber : (U.S.Army Crop of Engineer, 1982)

f. Menentukan nilai PCI

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

$$PCI_s = 100 - CDV \dots\dots\dots (3.4)$$

Dengan $PCI_s = PCI$ untuk setiap unit sampel atau unit penelitian dan CDV adalah CDV dari setiap unit sampel.

Nilai PCI perkerasan secara keseluruhan pada ruas jalan tertentu adalah :

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

Dengan,

PCI_f = nilai PCI rata-rata dari seluruh area penelitian

PCI_s = nilai PCI untuk setiap unit sampel

N = jumlah unit sampel

g. Klasifikasi Kualitas Perkerasan

Nilai PCI_f yang diperoleh, kemudian digunakan untuk penilaian kondisi perkerasan, pembagian nilai kondisi perkerasan yang disarankan oleh FAA (1982) dan Shahin (1994) dalam (Hardiyatmo, 2015) ditunjukkan pada Tabel 3.20.

Tabel 3.20 *PCI* dan Nilai Kondisi

Nilai <i>PCI</i>	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 : (FAA, 1982; Shahin, 1994) dalam (Hardiyatmo, 2015)

C. Metode Analisis Kecepatan *Spot Speed*

Untuk mencari nilai kecepatan dapat didefinisikan sebagai berikut :

$$v = \frac{s}{t} \dots\dots\dots (3.6)$$

v = Kecepatan

s = Jarak tempuh

t = Waktu tempuh

Untuk mencari nilai kecepatan rata-rata dapat didefinisikan sebagai berikut :

$$V_{\text{rata-rata}} = \frac{\text{Jumlah Kecepatan}}{\text{Jumlah Unit Kendaraan}} \dots\dots\dots (3.7)$$

Untuk mencari nilai kecepatan rata-rata akhir dapat didefinisikan sebagai berikut :

$$V_{\text{akhir}} = \frac{V_{\text{rata-rata 1}} + V_{\text{rata-rata 2}}}{2} \dots\dots\dots (3.8)$$

D. Metode Perbaikan

Sesuai dengan penjelasan Pemeliharaan Rutin Jalan dan Jembatan UPR.02.1 Tahun 1992 ada beberapa tipe metode perbaikan jalan yang dilaksanakan seperti, metode perbaikan P1 (penebaran pasir), P2 (laburan aspal setempat), P3 (melapis retakan), P4 (mengisi retakan), P5 (penambalan lubang), P6 (peralatan).

1. P1 Penebaran pasir (*Sanding*)

Jenis kerusakan :

- a. Kegemukan.

Penanganan :

- a. Tetapkan daerah yang akan ditangani.
- b. Tebarkan pasir kasar (ukuran lebih besar dari 5 mm).
- c. Ratakan dengan sapu.

2. P2 Laburan Aspal Setempat (*Local Sealing*)

Jenis kerusakan :

- a. Retak garis atau retak memanjang/melintang untuk retak halus (< 2 mm) dan jarak antara retakan renggang.
- b. Retak rambut.

Penanganan :

- a. Bersihkan bagian yang akan ditangani. Permukaan jalan harus bersih dan kering.
- b. Beri tanda persegi pada daerah yang akan ditangani, dengan cat atau kapur.
- c. Semprotkan aspal emulasi sebanyak 1,5 kg/m² pada bagian yang sudah diberi tanda sehingga merata.
- d. Tebarkan pasir kasar atau agregat halus, dan ratakan hingga menutup seluruh daerah yang ditangani.
- e. Bila digunakan agregat halus, padatkan dengan alat pemadat ringan.

3. P3 Melapis Retakan (*Crack Sealing*)

Jenis kerusakan :

- a. Retak garis atau retak memanjang/melintang untuk retak halus (< 2 mm) dan jarak antara retakan rapat.

Penanganan :

- a. Bersihkan bagian yang akan ditangani. Permukaan jalan harus bersih dan kering.
- b. Beri tanda daerah yang akan ditangani, dengan cat atau kapur.
- c. Buat campuran aspal emulasi dengan pasir, dengan perbandingan :
 - 1) Pasir : 20 liter
 - 2) Aspal emulasi : 6 liter
 Aduk campuran tersebut hingga merata.
- d. Tebar dan ratakan campuran tersebut pada seluruh daerah yang sudah diberi tanda.

4. P4 Mengisi Retakan (*Crack Filling*)**Jenis kerusakan :**

- a. Retak garis atau retak memanjang/melintang untuk retak lebar (> 2 mm).

Penanganan :

- a. Bersihkan yang akan ditangani. Permukaan jalan harus bersih dan kering.
- b. Isi retakan dengan aspal minyak panas.
- c. Tutup retakan yang sudah diisi aspal dengan pasir kasar.

5. P5 Penambalan Lubang (*Patching*)**Jenis kerusakan :**

- a. Lubang dengan kedalaman > 20 mm.
- b. Retak kulit buaya > 2 mm.
- c. Alur dengan kondisi cukup parah.
- d. Retak penggir.
- e. Keriting dengan kondisi sudah parah.
- f. Mengembang jembul dengan kondisi parah.
- g. Amblas dengan kedalaman > 50 mm.

Penanganan :

- a. Buat tanda persegi pada daerah yang akan ditangani dengan cat atau kapur. Tanda persegi tersebut harus mencakup bagian jalan yang baik.
- b. Gali lapisan jalan pada daerah yang sudah diberi tanda persegi ,hingga mencapai lapisan yang padat.
- c. Tepi galian harus tegak, dasar galian harus rata dan mendatar.

- d. Padatkan dasar galian.
- e. Isi lubang galian dengan bahan pengganti, yaitu :
 - 1) Bahan lapis pondasi agregat.
 - 2) Atau campuran aspal dingin
- f. Padatkan lapis demi lapis. Pada lapis terakhir, lebihkan tebal bahan pengganti sehingga diperoleh permukaan akhir yang padat dan rata dengan permukaan jalan.
- g. Lakukan laburan aspal setempat di atas lapisan terakhir.

6. P6 Perataan (*Levelling*)

Jenis kerusakan :

- a. Alur dengan kondisi ringan.
- b. Keritingan dengan kondisi ringan.
- c. Lubang dengan kedalaman < 20 mm.
- d. Mengambang jembul dengan kondisi ringan.
- e. Amblas dengan kedalaman < 50 mm.

Penanganan :

- a. Bersihkan bagian yang akan ditangani. Permukaan jalan harus bersih dan kering.
- b. Beri tanda daerah yang akan ditangani, dengan cat atau kapur.
- c. Siapkan campuran aspal dingin (*cold mix*).
- d. Semprotkan lapis perekat (*tack coat*) dengan takaran $0,5$ kg/m².
- e. Tebarkan campuran aspal dingin pada daerah yang udah ditandai. Retakan dan lebihkan ketebalan hamparan kira-kira $1/3$ dalam cekungan.
- f. Padatkan dengan mesin penggilas hingga rata.