

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Konstruksi Perkerasan Jalan

Perkerasan jalan adalah suatu sistem yang terdiri dari beberapa lapis material yang diletakkan pada tanah-dasar (*subgrade*). Tujuan utama dari dibangunnya perkerasan adalah untuk memberikan permukaan yang rata dengan kekesatan tertentu, dengan umur layanan cukup Panjang, serta pemeliharaan yang minnumun.

Tanah dalam kondisi alam jarang sekali dalam kondisi mampu mendukung beban berulang dari kendaraan tanpa mengalami deformasi yang besar. Karena itu, dibutuhkan struktur yang dapat melindungi tanah dari beban roda kendaraan. Struktur ini disebut perkerasan (*pavement*). Jadi, perkerasan adalah lapisan kulit (permukaan) keras yang diletakkan pada formasi tanah setelah selesainya pekerjaan tanah, atau dapat pula didefinisikan, perkerasan adalah struktur yang memisahkan antara roda/ban kendaraan dengan tanah-dasar dibawahnya.

Perkerasan diatas tanah biasanya dibentuk dari beberapa lapisan yang relative lemah dibagian bawah, dan berangsur-angsur lebih kuat bagian yang lebih atas. Susunan yang demikian ini memungkinkan penggunaan secara lebih ekonomis dari material yang tersedia.

Perkerasan berfungsi untuk melindungi tanah-dasar dan lapisan-lapisan pembentuk perkerasakn supaya tidak mengalami tegangan dan regangan yang berlebihan oleh akibat beban lalu lintas (Hary Christady Hardiyanto, Pemeliharaan Jalan Raya, 2007).

Penyebaran beban ini ditentukan berdasarkan jenis konstruksi perkerasan yang digunakan. Jenis konstruksi perkerasan pada prinsipnya dapat dibedakan menjadi tiga jenis, yaitu:

1. Konstruksi perkerasan lentur (*flexible pavement*), yaitu perkerasan yang menggunakan aspal sebagai bahan pengikat. Lapisan-lapisan perkerasannya bersifat memikul dan menyebarkan beban lalu lintas ke tanah dasar. Perkerasan lentur (*flexibel pavement*) merupakan perkerasan yang terdiri atas beberapa lapis perkerasan. Susunan lapisan perkerasan lentur secara ideal antara lain

lapis tanah dasar (*subgrade*), lapisan pondasi bawah (*subbase course*), lapisan pondasi atas (*base course*), dan lapisan permukaan (*surface course*).

Susunan perkerasan jalan yang digunakan pada umumnya terdiri dari 3 (tiga) lapisan diatas tanah dasar (*sub grade*) seperti pada gambar dibawah ini:



(Sumber : Bina Marga No.03/M/N/B/1983)

Gambar 2. 1 Susunan perkerasan lentur

a. Lapisan Permukaan (*Surface Course*)

Lapisan permukaan adalah bagian perkerasan yang terletak pada bagian paling atas dari struktur perkerasan lentur. Lapisan permukaan terdiri dari dua lapisan yakni:

- Lapisan teratas disebut lapisan penutup (*Wearing course*).
- Lapisan kedua disebut lapisan pengikat (*Blinder Course*).

Perbedaan antara lapisan penutup dan lapisan pengikat hanyalah terletak pada komposisi campuran aspalnya, dimana mutu campuran pada lapisan penutup lebih baik daripada lapisan pengikat. Lapisan aspal merupakan lapisan yang tipis tetapi kuat dan bersifat kedap air. Adapun fungsi dari lapisan permukaan tersebut adalah:

- Sebagai bagian dari perkerasan. yang menahan gaya. lintang dari, beban-beban roda kendaraan yang melintas diatasnya.
- Sebagai lapisan kedap air untuk melindungi badan jalan dari kerusakan akibat cuaca.
- Sebagai lapisan aus (*Wearing Course*).
- Sebagai lapisan yang menyebarkan beban kebagian bawah (*structural*) sehingga dapat dipikul oleh lapisan yang mempunyai daya dukung lebih jelek.

Bahan untuk lapis permukaan umumnya sama dengan bahan untuk lapis pondasi dengan persyaratan yang lebih tinggi. Penggunaan bahan aspal diperlukan agar lapisan dapat bersifat kedap air, disamping itu bahan aspal sendiri memberikan bantuan tegangan tarik, yang berarti mempertinggi daya dukung lapisan terhadap beban roda. Pemilihan bahan untuk lapis permukaan perlu mempertimbangkan kegunaan, umur rencana serta pentahapan konstruksi agar dicapai manfaat sebesar-besarnya dari biaya yang dikeluarkan.

b. Lapisan Pondasi Atas (*Base Course*)

Lapisan pondasi atas adalah bagian dari perkerasan terletak antara lapisan permukaan dan lapisan pondasi bawah. Adapun fungsi dari lapisan pondasi atas adalah :

- Sebagai bagian perkerasan yang menahan, gaya lintang, dari beban roda dan menyebarkan. beban ke lapisan dibawahnya.
- Sebagai lapisan peresapan untuk lapisan pondasi bawah.
- Sebagai bantalan terhadap lapisan permukaan.

c. Lapisan Pondasi Bawah (*Sub Base Course*).

Lapisan pondasi bawah adalah bagian perkerasan yang terletak antara lapisan pondasi atas dan lapisan tanah dasar (*sub grade*). Adapun fungsi dari lapisan pondasi bawah adalah :

- Sebagai bagian dari perkerasan untuk menyebarkan beban roda ke tanah dasar.
- Untuk mencapai efisiensi penggunaan material yang relatif murah agar lapisan diatasnya dapat dikurangi ketebalannya, untuk menghemat biaya.
- Sebagai lapisan peresapan, agar air tanah tidak mengumpul pada pondasi.
- Sebagai lapisan pertama agar pekerjaan dapat berjalan lancar.
- Sebagai lapisan untuk mencegah partikel-partikel halus dari tanah dasar naik kelapisan pondasi atas.

d. Lapisan Tanah Dasar (*Sub Grade*).

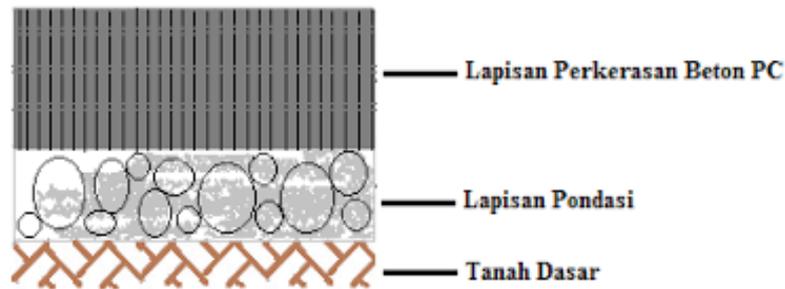
Lapisan tanah dasar adalah merupakan tanah asli, tanah galian atau tanah timbunan yang merupakan dasar untuk perletakan bagian-bagian perkerasan jalan. Kekuatan dan keawetan dari konstruksi perkerasan jalan sangat

tergantung dari sifat dan daya dukung tanah dasar. Umumnya persoalan tentang tanah dasar adalah:

- Perubahan bentuk tetap (deformasi) permanen dari macam tanah tertentu akibat beban lalu lintas.
- Sifat mengembang dan menyusut dari tanah tertentu akibat perubahan kadar air yang terkandung didalamnya.
- Daya dukung tanah dasar yang tidak merata dan sukar ditentukan secara pasti pada daerah dan macam tanah yang berbeda sifat dan kedudukannya atau akibat pelaksanaannya.
- Perbedaan penurunan akibat terdapatnya lapisan-lapisan tanah lunak dibawah tanah dasar akan mengakibatkan terjadinya perubahan bentuk tetap.

Kriteria tanah dasar (*sub grade*) yang perlu dipenuhi adalah:

- Kepadatan lapangan tidak boleh kurang dari 95% kepadatan kering maksimum dan 100% kepadatan kering maksimum untuk 30 cm langsung dibawah lapis perkerasan.
 - Air Voids setelah pemadatan tidak boleh lebih dari 10% untuk timbunan tanah dasar dan tidak boleh lebih dari 5% untuk lapisan 60 cm paling atas.
 - Pemadatan dilakukan bila kadar air tanah berada dalam rentang kurang 3% sampai lebih dari 1% dari kadar air optimum (Silvia Sukirman, Perkerasan Lentur Jalan raya, 1999).
2. Konstruksi perkerasan kaku (*rigid pavement*), yaitu perkerasan yang menggunakan semen (*Portland cement*) sebagai bahan pengikat. Pelat beton dengan atau tanpa tulangan diletakkan diatas tanah dasar dengan atau tanpa lapis pondasi bawah. Beban lalu lintas sebagian besar dipikul oleh pelat beton, mengingat biaya yang lebih mahal dibanding perkerasan lentur perkerasan kaku jarang digunakan, tetapi biasanya digunakan pada proyek-proyek jalan layang, apron bandara, dan jalan-jalan tol (Silvia Sukirman, Perkerasan Lentur Jalan raya, 1999).

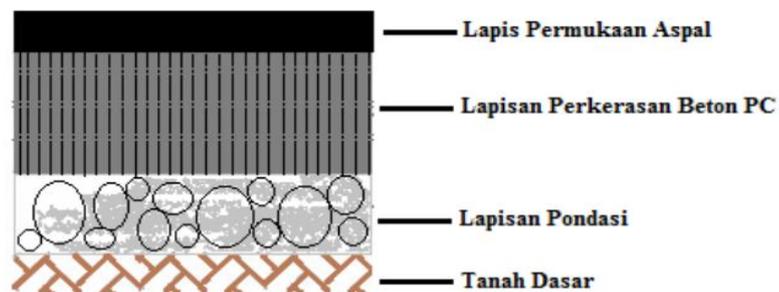


(Sumber : Bina Marga No.03/M/N/B/1983)

Gambar 2. 2 Lapisan perkerasan Kaku

Karena beton akan segera mengeras setelah dicor, dan pembuatan beton tidak dapat menerus, maka pada perkerasan ini terdapat sambungan-sambungan beton atau joint. Pada perkerasan ini juga slab beton akan ikut memikul beban roda, sehingga kualitas beton sangat menentukan kualitas pada rigid pavement (Silvia Sukirman, Perkerasan Lentur Jalan raya, 1999).

3. Konstruksi perkerasan komposit (*composite pavement*), yaitu perkerasan kaku yang dikombinasikan dengan perkerasan lentur dapat berupa perkerasan lentur diatas perkerasan kaku, atau perkerasan kaku diatas perkerasan lentur (Silvia Sukirman, Perkerasan Lentur Jalan raya, 1999)



(Sumber : Bina Marga No.03/M/N/B/1983)

Gambar 2. 3 Lapisan perkerasan Komposit

Perbedaan utama antara perkerasan kaku dan perkerasan lentur diberikan pada tabel 2.1 dibawah ini.

Tabel 2. 1 Perbedaan antara perkerasan lentur dan perkerasan kaku

		Perkerasan lentur	Perkerasan kaku
1	Bahan Pengikat	aspal	semen
2	repetisi beban	timbul rutting (lendutan pada jalur roda)	timbul retak-retak pada permukaan
3	penurunan tanah dasar	jalan bergeombang (mengikuti tanah dasar)	bersifat sebagai balok diatas perletakan
4	perubahan temperatur	Modulus kekakuan berubah	Modulus kekakuan tidak berubah
		Timbul tegangan dalam yang kecil	Timbul tegangan dalam yang besar

Sumber : Silvia Sukirman, Perkerasan Lentur Jalan Raya, 1999

2.2 Penyebab Kerusakan Jalan

Kerusakan jalan di sebabkan antara lain karena beban lalu lintas berulang yang berlebihan (*Overload*), panas atau suhu udara, air dan hujan, serta mutu awal produk jalan yang jelek. Oleh sebab itu di samping direncanakan secara tepat jalan harus dipelihara dengan baik agar dapat melayani pertumbuhan lalu lintas selama umur rencana. Pemeliharaan jalan rutin maupun berkala perlu dilakukan untuk mempertahankan keaamanan dan kenyamanan jalan bagi pengguna dan menjaga daya tahan atau keawetan sampai umur rencana (Suwardo dan Sugihorto, 2004).

Besarnya pengaruh kerusakan dan langkah penanganan selanjutnya tergantung dari hasil pengamatan di lapangan, dan dari hasil analisa tersebut akan diperoleh jenis dan penyebab serta tingkat penanganan yang diperlukan terhadap kerusakan tersebut.

Kerusakan konstruksi perkerasan jalan dapat disebabkan oleh hal-hal berikut:

1. Lalu lintas, yang dapat berupa peningkatan beban dan repetisi beban.
2. Air, yang dapat berasal dari air hujan sistem drainase jalan yang tidak baik dan naiknya air akibat kapilaritas.
3. Material konstruksi perkerasan, dalam hal ini dapat disebabkan oleh sifat material itu sendiri atau dapat pula disebabkan oleh sistem pengolahan bahan yang tidak baik.

4. Iklim, Indonesia beriklim tropis dimana suhu udara dan curah hujan umumnya tinggi yang dapat merupakan salah satu penyebab rusaknya jalan.
5. Kondisi tanah dasar yang tidak stabil, kemungkinan disebabkan oleh sistem pelaksanaan yang kurang baik atau dapat juga disebabkan oleh sifat tanah dasarnya yang memang kurang baik.
6. Proses pemadatan lapisan diatas tanah dasar yang kurang baik umumnya kerusakan-kerusakan yang timbul itu tidak disebabkan oleh satu faktor saja tetapi dapat merupakan gabungan penyebab yang saling berkaitan.

Umumnya kerusakan-kerusakan yang timbul itu tidak disebabkan oleh satu faktor saja, tetapi dapat merupakan gabungan dari penyebab yang saling berhubungan (Silvia Sukirman, 1999).

2.3 Jenis-Jenis Kerusakan

Berbagai jenis kerusakan pada konstruksi perkerasan jalan yang terjadi bisa disebabkan oleh berbagai faktor. Menurut Direktorat Jendral Bina Marga dalam Manual Pemeliharaan Jalan Nomor 03/MN/B/1983, jenis kerusakan jalan dapat dibedakan atas :

1. Retak (*Cracking*).
2. Distorsi (*Distortion*).
3. Cacat permukaan (*Disintegration*).
4. Pengausan (*Polished Aggregate*).
5. Kegemukan (*Bleeding of Flushing*).
6. Penurunan pada bekas penanaman utilitas

2.3.1 Retak (*Cracking*) dan Penanganannya

Retak yang terjadi pada lapisan permukaan jalan dapat dibedakan atas:

a. Retak halus (*hair Cracking*)

Retak halus terjadi dengan lebar celah lebih kecil atau sama dengan 3 mm, penyebabnya adalah bahan perkerasan yang kurang baik, tanah dasar bagian perkerasan di bawah lapisan permukaan kurang stabil. Retak halus ini dapat meresapkan air ke dalam lapis permukaan. Untuk pemeliharaan dapat dipergunakan lapisan latasir atau buras.

Dalam tahap perbaikan sebaiknya dilengkapi dengan perbaikan sistem drainase. Retak rambut dapat berkembang menjadi retak kulit buaya (Silvia Sukirman, Perkerasan Lentur Raya, 1999 : 224).

b. Retak Kulit buaya (*Alligator Cracks*)

Retak kulit buaya terjadi dengan lebar celah lebih besar atau sama dengan 3 mm, saling membentuk serangkaian kotak-kotak kecil yang menyerupai kulit buaya. Retak ini disebabkan bahan perkerasan yang kurang baik, pelapukan permukaan, tanah dasar atau bagian perkerasan dibawah lapisan permukaan kurang stabil atau bahan lapisan pondasi dalam keadaan jenuh air (air tanah naik).

Umumnya daerah dimana terjadi retak kulit buaya tidak luas. Jika daerah dimana terjadi retak kulit buaya itu luas mungkin hal ini disebabkan oleh repetisi beban lalu lintas yang melampaui beban yang dapat dipikul oleh lapisan permukaan tersebut. Retak kulit buaya untuk sementara dapat dipelihara dengan mempergunakan lapisan Burda, Burtu, ataupun Lataston, jika celah ≤ 3 mm. Sebaiknya bagian perkerasan yang telah mengalami retak kulir buaya akibat air yang merembes masuk ke lapisan pondasi dan tanah dasar diperbaiki dengan cara dibongkar dan membuang bagian-bagian yang basah, kemudian dilapisan kembali dengan bahan yang sesuai.

Perbaikan harus disertai dengan perbaikan-perbaikan drainase disekitarnya. Kerusakan yang disebabkan oleh beban lalu lintas harus diperbaiki dengan memberi lapisan tambahan. Retak kulit buaya dapat diresapi oleh air sehingga lama kelamaan akan menimbulkan ubang-lubang akibat terlepasnya butir-butir (Silvia Sukirman, Perkerasan Lentur Jalan Raya, 1999 : 225).

c. Retak Pinggir (*Edge Cracks*)

Retak pinggir adalah retak memanjang jalan dengan atau tanpa cabang yang mengarah ke bahu jalan dan terletak dekat bahu. Retak ini disebabkan oleh tidak baiknya sokongan dari arah samping, drainase yang kurang baik, terjadinya penyusutan tanah, atau terjadinya settlement di bawah daerah tersebut.

Retak dapat diperbaiki dengan mengisi celah dengan campuran aspal cair dan pasir. Perbaikan drainase harus dilakukan, bahu diperlebar dan dipadatkan. Jika pinggir perkerasan mengalami penurunan, elevasi dapat diperbaiki dengan menggunakan hotmix. Retak ini lama kelamaan akan bertambah besar disertai

dengan terjadinya lubang-lubang (Silvia Sukirman, Perkerasan Lentur Jalan Raya, 1999 : 226).

d. Retak Sambungan Bahu dan Perkerasan (*Edge Joint Cracks*)

Retak sambungan memanjang, umumnya terjadi pada sambungan bahu dengan perkerasan. Retak ini dapat disebabkan oleh kondisi drainase di bawah bahu jalan lebih buruk dari pada di bawah perkerasan, terjadinya settlement di bahu jalan, penyusutan material bahu atau perkerasan jalan, atau akibat lintasan trus/kendaraan berat di bahu jalan, perbaikan dapat dilakukan seperti perbaikan retak refleksi. (Silvia Sukirman, Perkerasan Lentur Jalan Raya, 1999 : 227).

e. Retak Sambungan Jalan (*Lane Joint Cracks*)

Retak memanjang, yang terjadi pada sambungan 2 lajur lalu lintas. Hal ini disebabkan tidak baiknya ikatan sambungan kedua lajur. Perbaikan dapat dilakukan dengan memasukkan campuran aspal cair dan pasir kedalam celah-celah yang terjadi. Jika tidak diperbaiki, retak dapat berkembang menjadi lebar karena terlepas butir-butir pada tepi retak dan meresapnya air ke dalam lapisan (Silvia Sukirman, Perkerasan Lentur Jalan Raya, 1999 : 228).

f. Retak Sambungan pelebaran Jalan (*Widening Cracks*)

Retak ini adalah retak memanjang yang terjadi pada sambungan antara perkerasan lama dengan perkerasan pelebaran. Hal ini disebabkan oleh perbedaan daya dukung dibawah bagian pelebaran dan bagian jalan lama, dapat juga disebabkan oleh ikatan antara sambungan tidak baik. Perbaikan dilakukan dengan mengisi celah-celah yang timbul dengan campuran aspal cair dan pasir. Jika tidak diperbaiki, air dapat meresap masuk kedalam lapisan perkerasan melalui celah-celah, butir-butir dapat lepas dan retak bertambah besar (Silvia Sukirman, Perkerasan Lentur Jalan Raya, 1999 : 228).

g. Retak Refleksi (*Reflection*)

Retak ini terjadi memanjang, melintang, diagonal atau membentuk kotak. Terjadinya pada lapisan tambahan (overlay) yang menggambarkan pola retakan di bawahnya. Retak refleksi dapat terjadi jika retak pada perkerasan lama tidak diperbaiki secara baik sebelum pekerjaan overlay dilakukan. Retak refleksi dapat juga terjadi jika terjadi Gerakan vertikal/horizontal di bawah lapis tambahan sebagai akibat perubahan kadar air pada jenis tanah yang ekspansip.

Perbaikan untuk retak memanjang, melintang, dan diagonal dapat dilakukan dengan mengisi celah dengan campuran aspal cair dan pasir. Untuk retak berbentuk kotak perbaikan dilakukan dengan membongkar dan melapis Kembali dengan bahan yang sesuai (Silvia Sukirman, Perkerasan Lentur Jalan Raya, 1999 : 229).

h. Retak Susut (*Shrinkage cracks*)

Retak yang saling bersambungan membentuk kotak-kotak besar dengan sudut tajam. Retak disebabkan oleh perubahan volume pada lapisan permukaan yang memakai aspal dengan penetrasi rendah, atau perubahan volume pada lapisan pondasi dan tanah dasar. Perbaikan dapat dilakukan dengan mengisi celah dengan campuran aspal cair dan pasir dan dilapisi dengan burtu (Silvia Surkiman, Perkerasan Lentur Jalan Raya, 1999 : 230).

i. Retak Selip (*Slippage cracks*)

Retak yang bentuknya melengkung seperti bulan sabit. Hal ini terjadi disebabkan oleh kurang baiknya ikatan antara lapis permukaan dan lapis dibawahnya. Kurang baiknya ikatan dapat disebabkan oleh adanya debu, minyak, air , atau benda nonadhesif lainnya, atau akibat tidak diberikan tack coat sebagai bahan pengikat di antara kedua lapisan. Retak selippun dapat terjadi akibat terlalu banyaknya pasir dalam campuran lapisan permukaan, atau kurang baiknya pemadatan lapisan permukaan. Perbaikan dapat dilakukan dengan membongkar bagian yang rusak dan menggantikannya dengan lapisan yang lebih baik (Silvia Surkiman, Perkerasan Lentur Jalan Raya, 1999 : 231).

2.3.2 Distorsi (*Distorsion*)

Distorsi/perubahan bentuk dapat terjadi akibat lemahnya tanah dasar, pemadatan yang kurang pada lapisan pondasi, sehingga terjadi tambahan pemadatan akibat beban lalu lintas. Sebelum perbaikan dilakukan sewajarnya ditentukan terlebih dahulu jenis dan penyebab distorsi yang terjadi. Dengan demikian dapat ditentukan jenis penanganan yang tepat.

Distorsi (*distorsion*) dapat dibedakan atas:

a. Alur (*Ruts*)

Alur yang terjadi pada lintasan roda sejajar dengan as jalan. Alur dapat merupaka tempat menggenangnya air hujan yang jatuh di atas permukaan jalan, mengurangi tingkat kenyamanan, dan akibatnya dapat timbul retak-retak.

Terjadinya alur disebabkan oleh lapis perkerasan yang kurang padat, dengan demikian terjadi tambahan pemadatan akibat repetasi beban lalu lintas pada lintasan roda. Campuran aspal dengan stabilitas rendah dapat pula menimbulkan deformasi plastis. Perbaikan dapat dilakukan dengan memberi lapisan tambahan dari lapisan permukaan yang sesuai (Silvia Sukirman, Perkerasan Lentur Jalan Raya, 1999 : 231).

b. Keriting (*Corrugation*)

Alur yang terjadi melintang jalan. Dengan timbulnya lapisan permukaan yang berkeriting ini pengemudi akan merasakan ketidak nyamanan mengemudi. Penyebabnya kerusakan ini adalah rendahnya stabilitas campuran yang dapat berasal dari terlalu tingginya kadar aspal, terlalu banyak mempergunakan agregat halus, agregat berbentuk bulat dan berpermukaan licin, atau aspal yang dipergunakan mempunyai penetrasi yang tinggi. Keriting dapat juga terjadi jika lalu lintas dibuka sebelum perkerasan mantap (untuk perkerasan yang mempergunakan aspal cair).

Kerusakan dapat diperbaiki dengan:

- Jika lapisan permukaan yang berkeriting itu mempunyai lapis pondasi agregat, perbaikan yang tepat adalah dengan menggaruk Kembali, dicampur dengan lapis pondasi, dipadatkan Kembali dan diberikan lapis permukaan baru.
- Jika lapis permukaan dengan bahan pengikat mempunyai ketebalan > 5 cm, maka lapis tipis yang mengalami keriting tersebut diangkat dan diberi lapis permukaan yang baru (Silvia Sukirman, Perkerasan Lentur Jalan Raya, 1999 : 232).

c. Sungkur (*Shoving*)

Deformasi plastis yang terjadi setempat, ditempat kendaraan sering berhenti, kelandaian curam, dan tikungan tajam. Kerusakan dapat terjadi dengan/tanpa retak. Penyebab kerusakan sama dengan kerusakan keriting. Perbaikan dapat dilakukan dengan cara dibongkar dan dilapis Kembali (lihat juga retak kulit buaya). (Silvia Sukirman, Perkerasan Lentur Jalan Raya, 1999 : 233).

d. Amblas (*Grade Depressions*)

Amblas terjadi setempat, dengan atau tanpa retak. Amblas dapat terdeteksi dengan adanya air yang tergenang. Air yang tergenang ini dapat meresap kedalam lapisan perkerasan yang akhirnya menimbulkan lubang. Amblas adalah beban kendaraan yang melebihi apa yang direncanakan, pelaksanaan yang kurang baik, atau penurunan bagian perkerasan dikarenakan tanah dasar mengalami settlement. Perbaikan dapat dilakukan dengan :

- Untuk amblas yang ≤ 5 cm, bagian yang rendah diisi dengan bahan sesuai seperti lapen, lataston, laston.
- Untuk amblas yang ≥ 5 cm, bagian yang amblas dibongkar dan dilapis Kembali dengan lapisan yang sesuai (Silvia Sukirman, Perkerasan Lentur Jalan Raya, 1999 : 234).

e. Jembul (*Upheaval*)

Jembul terjadi setempat, dengan atau tanpa retak. Hal ini terjadi akibat adanya pengembangan tanah dasar pada tanah dasar ekspansip. Perbaikan dilakukan dengan membongkar bagian yang rusak dan melapisnya kembali (Silvia Sukirman, Perkerasan Lentur Jalan Raya, 1999 : 235).

2.3.3 Cacat Permukaan (*Desintegration*)

Cacat permukaan yang mengarah kepada kerusakan secara kimiawi dan mekanis dari lapisan perkerasan. Yang termasuk dalam cacat permukaan ini adalah :

a. Lubang (*Potholes*)

Lubang berupa mangkuk, ukuran bervariasi dari kecil sampai besar. Lubang-lubang ini menampung dan meresaikan air ke dalam lapis permukaan yang menyebabkan semakin parahnya kerusakan jalan. Lubang dapat terjadi akibat :

- Campuran material lapis permukaan jelek, seperti :
 - Kadar aspal rendah, sehingga film aspal tipis dan mudah lepas.
 - Agregat kotor sehingga ikatan antara aspal dan agregat tidak baik.
 - Temperatur campuran tidak memenuhi persyaratan.
- Lapis permukaan tipis sehingga ikatan aspal dan agregat mudah lepas akibat pengaruh cuaca.

- Sistem drainase jelek, sehingga air banyak yang meresap dan mengumpul dalam lapis perkerasan.
- Retak-retak yang terjadi tidak segera ditangani sehingga air meresap masuk dan mengakibatkan terjadinya lubang-lubang kecil (Silvia Sukirman, Perkerasan Lentur Jalan Raya, 1999 : 235).

b. Pelepasan Butir (*Reveling*)

Pelepasan butir dapat terjadi secara meluas dan mempunyai efek serta disebabkan oleh hal yang sama dengan lubang. Dapat diperbaiki dengan memberi lapisan tambahan diatas lapisan yang mengalami pelepasan butir setelah lapisan tersebut dibersihkan dan dikeringkan (Silvia Sukirman, Perkerasan Lentur Jalan Raya, 1999 : 238).

c. Pengelupasan Lapisan Permukaan (*Stripping*)

Pengelupasan dapat disebabkan oleh kurangnya ikatan lapisan permukaan dan lapisan bawahnya, atau terlalu tipisnya lapisan permukaan. Dapat diperbaiki dengan cara digaruk, diratakan, dan dipadatkan. Setelah itu dilapis dengan buras (Silvia Sukirman, Perkerasan Lentur Jalan Raya, 1999 : 238).

2.3.4 Pengausan (*Polished Aggregate*)

Permukaan jalan menjadi licin, sehingga membahayakan kendaraan. Pengausan terjadi karena agregat berasal dari material yang tidak tahan aus terhadap roda kendaraan, atau agregat yang dipergunakan berbentuk bulat dan licin, tidak berbentuk cubical. Dapat diatasi dengan menutup lapisan dengan latasir, buras, atau latasbum (Silvia Sukirman, Perkerasan Lentur Jalan Raya, 1999 : 238).

2.3.5 Kegemukan (*Bleeding of Flushing*)

Permukaan jalan menjadi licin. Pada temperature tinggi aspal menjadi lunak dan akan terjadi jejak roda. Berbahaya bagi kendaraan. Kegemukan dapat disebabkan pemakaian kadar aspal yang tinggi pada campuran aspal, pemakaian terlalu banyak aspal pada pekerjaan prime coat atau tack coat. Dapat diatasi dengan menaburkan agregat panas dan kemudian dipadatkan atau lapis aspal diangkat dan kemudian diberi lapisan penutup (Silvia Sukirman, Perkerasan Lentur Jalan Raya, 1999 : 239).

2.3.6 Penurunan Pada Bekas Penanaman Utilitas (*Utilitas Depression*)

Penurunan yang terjadi di sepanjang bekas penanaman utilitas. Hal ini terjadi karena pemadatan yang tidak memenuhi syarat. Dapat diperbaiki dengan dibongkar kembali dan diganti dengan lapis yang sesuai (Silvia Sukirman, Perkerasan Lentur Jalan Raya, 1999 : 239).

2.4 Analisa Lalu Lintas

Tebal lapisan perkerasan jalan ditentukan dari beban yang akan dipikul, berarti dari arus lalu lintas yang hendak memakai jalan tersebut. Besarnya arus lalu lintas dapat diperoleh dari:

1. Analisa lalu-lintas saat ini, sehingga diperoleh data mengenai:
 - Jumlah kendaraan yang hendak memakai jalan.
 - Jenis kendaraan beserta jalan tiap jenisnya.
 - Konfigurasi sumbu dari setiap jenis kendaraan.
 - Beban masing-masing sumbu kendaraan.
2. Perkiraan faktor pertumbuhan lalu lintas selama umur rencana, antara lain berdasarkan atas analisa ekonomi dan sosial daerah tersebut (Silvia Sukirman, Perkerasan Lentur Jalan Raya, 1999 : 93).

2.4.1 Volume Lalu Lintas

Jumlah kendaraan yang hendak memakai jalan dinyatakan dalam volume lalu lintas. Volume lalu lintas didefinisikan sebagai jumlah kendaraan yang melewati satu titik pengamatan selama satu satuan waktu.

Untuk perencanaan tebal lapisan perkerasan, volume lalu lintas dinyatakan dalam kendaraan/hari/2 arah untuk jalan 2 arah tidak terpisah dan kendaraan/hari/1 arah untuk jalan satu arah atau dua arah terpisah.

Data volume lalu lintas dapat diperoleh dari pos-pos rutin yang ada disekitar lokasi. Jika tidak terdapat pos-pos rutin didekat lokasi atau untuk pengecekan data, perhitungan volume lalu lintas dapat dilakukan secara manual ditempat-tempat yang dianggap perlu. Perhitungan dapat dilakukan selama 3 x 24 jam atau 3 x 16 jam terus menerus. Dengan memperhatikan faktor hari, bulan, musim dimana perhitungan dilakukan, dapat diperoleh data Lalu-Lintas Harian Rata-rata (LHR) yang representatif.

Jika pada lokasi jalan yang hendak direncanakan tersebut sebelum tersebut belum terdapat pos-pos rutin atau jika dibutuhkan tambahan data, maka pos perhitungan volume lalu lintas hendaklah dipilih sedemikian rupa sehingga :

- a. Arus lalu lintas pada lokasi perhitungan tersebut tidak terganggu oleh lalu lintas lokal.
- b. Pos perhitungan terletak pada lokasi yang lurus, sehingga memudahkan melihat kendaraan yang akan dicatat/dihitung.
- c. Pos perhitungan jangan terletak didekat persimpangan (Silvia Sukirman, Perkerasan Lentur Jalan Raya, 1999 : 94).

2.4.2 Kelas Jalan

Menurut UU No 22 tahun 2009 Jalan dikelompokkan dalam beberapa kelas berdasarkan:

1. Jalan dikelompokkan dalam beberapa kelas berdasarkan:
 - a. fungsi dan intensitas Lalu Lintas guna kepentingan pengaturan penggunaan Jalan dan Kelancaran Lalu Lintas dan Angkutan Jalan; dan
 - b. daya dukung untuk menerima muatan sumbu terberat dan dimensi Kendaraan Bermotor.
2. Pengelompokan Jalan menurut kelas Jalan sebagaimana dimaksud pada ayat (1) terdiri atas:
 - a. Jalan kelas I, yaitu jalan arteri dan kolektor yang dapat dilalui Kendaraan Bermotor dengan ukuran lebar tidak melebihi 2.500 (dua ribu lima ratus) milimeter, ukuran panjang tidak melebihi 18.000 (delapan belas ribu) milimeter, ukuran paling tinggi 4.200 (empat ribu dua ratus) milimeter, dan muatan sumbu terberat 10 (sepuluh) ton.
 - b. Jalan kelas II, yaitu jalan arteri, kolektor, lokal, dan lingkungan yang dapat dilalui Kendaraan Bermotor dengan ukuran lebar tidak melebihi 2.500 (dua ribu lima ratus) milimeter, ukuran panjang tidak melebihi 12.000 (dua belas ribu) milimeter, ukuran paling tinggi 4.200 (empat ribu dua ratus) milimeter, dan muatan sumbu terberat 8 (delapan) ton.
 - c. Jalan kelas III, yaitu jalan arteri, kolektor, lokal, dan lingkungan yang dapat dilalui Kendaraan Bermotor dengan ukuran lebar tidak melebihi 2.100 (dua ribu seratus) milimeter, ukuran panjang tidak melebihi 9.000 (sembilan

ribu) milimeter, ukuran paling tinggi 3.500 (tiga ribu lima ratus) milimeter, dan muatan sumbu terberat 8 (delapan) ton

- d. Jalan kelas khusus, yaitu jalan arteri yang dapat dilalui Kendaraan Bermotor dengan ukuran lebar melebihi 2.500 (dua ribu lima ratus) milimeter, ukuran panjang melebihi 18.000 (delapan belas ribu) milimeter, ukuran paling tinggi 4.200 (empat ribu dua ratus) milimeter, dan muatan sumbu terberat lebih dari 10 (sepuluh) ton.

Kelas jalan berdasarkan spesifikasi penyediaan prasarana jalan diatur sesuai dengan ketentuan peraturan perundang-undangan di bidang Jalan. Ketentuan lebih lanjut mengenai jalan kelas khusus sebagaimana dimaksud pada ayat (2) huruf d diatur dengan peraturan pemerintah. Penetapan kelas jalan pada setiap ruas jalan dilakukan oleh:

- a. Pemerintah, untuk jalan nasional.
- b. Pemerintah provinsi, untuk jalan provinsi.
- c. Pemerintah kabupaten, untuk jalan kabupaten.
- d. Pemerintah kota, untuk jalan kota.

2.5 Daya Dukung Tanah Dasar

Sub grade atau lapisan tanah yang paling bawah, dimana diletakan lapisan dengan material yang baik, sifat tanah dasar ini mempengaruhi ketahanan lapisan di atasnya atau mutu jalan secara keseluruhan.

Di Indonesia daya dukung tanah dasar untuk kebutuhan perencanaan dan peningkatan tebal perkerasan ditentukan dengan mempergunakan CBR dengan contoh tanah yang ada di laboratorium atau langsung dilapangan.

CBR adalah nilai yang menyatakan kualitas tanah dasar dibandingkan dengan bahan standar berupa batu pecah yang mempunyai nilai CBR sebesar 100% dalam memikul beban lalu lintas (Silvia Sukirman,1999).

Dari hasil penyelidikan Working Group Direktorat Jendral Bina Marga khususnya Direktorat Jalan Raya, Direktorat Penyelidikan Tanah dan Jalan menyatakan bahwa dilapisan permukaan ada bahan lapisann lain, lapisan tersebut mungkin berupa lapisan pondasi macadam atau kerikil atau lapisan batu atau lapisan tanah. Pada tanah dasar yang lembek lapisan permukaan saja tidak akan

mampu menahan beban lalu lintas. Seringkali kerusakan-kerusakan dipermukaan berakar mulai dari lapisan lembek (lapisan pendukung).

2.6 Drainase

Drainase merupakan faktor yang paling penting dalam pemeliharaan perkerasan jalan. Tujuannya adalah untuk memotong dan memindahkan, mengalirkan dan mengeringkan air pada permukaan atau dibawah daerah perkerasan sehingga perkerasan terjamin tidak menjadi lemah atau rusak.

Drainase yang salah akan bisa menyebabkan kerusakan jalan seperti dibawah ini:

1. Pengausan bahu jalan dan saluran
2. Hilangnya bahan perkerasan dan bahu jalan
3. Menjadi lemahnya tanah dasar dan bahan perkerasan yang menyebabkan kerusakan jalan.

2.6.1 Drainase Permukaan (*Surface Drainage*)

Drainase permukaan adalah sistem drainase yang berkaitan dengan pengendalian aliran air permukaan. Sistem drainase permukaan berguna untuk mengendalikan limpasan air hujan di permukaan jalan, seperti kerusakan karena air banjir yang melimpas di atas perkerasan jalan atau kerusakan pada badan jalan akibat erosi. Sistem drainase permukaan pada jalan mempunyai fungsi, yaitu:

- a. Membawa air dari permukaan jalan ke pembuangan air.
- b. Menampung air tanah dan air permukaan yang mengalir menuju jalan.
- c. Membawa air menyeberang jalan melalui gorong-gorong dan bangunan lainnya secara terkendali (Tedi Santo/Suaryana, Kajian Pengaruh Drainase dan Muka Air tanah terhadap Perkerasan Jalan Lentur, 2011).

2.6.2 Drainase Bawah Permukaan (*Subsurface Drainage*)

Drainase bawah permukaan adalah adalah sistem drainase yang berkaitan dengan pengendalian aliran air di bawah permukaan tanah, bertujuan menjaga subgrade dan base agar tetap memiliki kandungan air yang diinginkan, dengan cara yang ditunjukkan berikut ini:

1. Menurunkan muka air tanah sampai kedalaman min 1,0 meter di bawah permukaan tanah.
2. Mencegah air rembesan dari daerah sekitarnya ke urugan tanah.

Adapun pengaruh air yang terperangkap di dalam struktur jalan antara lain:

- a. Air menurunkan kekuatan material butiran lepas dan tanah subgrade.
- b. Air menyebabkan penyedotan pada perkerasan beton yang dapat menyebabkan retakan dan kerusakan bahu jalan.
- c. Dengan tekanan hidrodinamik yang tinggi akibat pergerakan kendaraan, menyebabkan penyedotan material halus pada lapisan dasar perkerasan fleksibel yang mengakibatkan hilangnya daya dukung.
- d. Kontak dengan air yang menerus dapat menyebabkan penelanjangan campuran aspal dan daya tahan keretakan beton.
- e. Air menyebabkan perbedaan peranan pada tanah yang bergelombang (Tedi Santo/Suaryana, Kajian Pengaruh Drainase dan Muka Air tanah terhadap Perkerasan Jalan Lentur, 2011).

2.7 Metode PCI (*Pavement Condition Index*)

Metode PCI memberikan informasi kondisi perkerasan hanya pada saat survei dilakukan, tapi tidak dapat memberikan gambaran prediksi di masa datang. Namun demikian, dengan melakukan survei kondisi secara periodik, informasi kondisi perkerasan dapat berguna untuk prediksi kinerja di masa datang, selain juga dapat digunakan sebagai masukan pengukuran yang lebih detail.

Inspeksi visual permukaan perkerasan merupakan informasi yang sangat berguna, karena dapat digunakan untuk (Brotten dan Sombre, 2001):

1. Mengevaluasi kondisi perkerasan saat dilakukan inspeksi.
2. Menentukan prioritas pemeliharaan perkerasan dan kebutuhan rehabilitasi.
3. Mengestimasi kuantitas pemeliharaan.
4. Mengevaluasi kinerja cara pemeliharaan dan rehabilitasi yang berbeda.

Indeks Kondisi Perkerasan atau PCI (*Pavement Condition Index*) adalah tingkatan dari kondisi permukaan perkerasan dan ukurannya yang ditinjau dari fungsi daya guna yang mengacu pada kondisi dan kerusakan di permukaan perkerasan yang terjadi. PCI ini merupakan indeks numerik yang nilainya berkisar diantara 0 sampai 100. Nilai 0, menunjukkan perkerasan dalam kondisi sangat rusak, dan nilai 100 menunjukkan perkerasan masih sempurna. PCI ini didasarkan pada hasil survei kondisi visual. Tipe kerusakan, tingkat keparahan kerusakan, dan ukurannya diidentifikasi saat survey kondisi tersebut dengan kriteria sempurna

(*excellent*), sangat baik (*very good*), baik (*good*), sedang (*fair*), jelek (*poor*), sangat jelek (*very poor*), dan gagal (*failed*).

Tabel 2. 2 PCI dan Nilai kondisi (FAA, 1982; Shahin, 1994)

NILAI PCI	KONDISI
0 – 10	Gagal (<i>Failed</i>)
11 – 25	Sangat buruk (<i>Very poor</i>)
26 – 40	Buruk (<i>Poor</i>)
41 – 55	Sedang (<i>Fair</i>)
56 – 70	Baik (<i>Good</i>)
71 – 85	Sangat baik (<i>Very good</i>)
86 – 100	Sempurna (<i>Excellent</i>)

Dalam metode PCI, tingkat keparahan kerusakan perkerasan merupakan fungsi dari 3 faktor utama, yaitu:

- 1) Tipe kerusakan
- 2) Tingkat keparahan kerusakan
- 3) Jumlah atau kerapatan kerusakan

Adapun tingkat kerusakan menurut metode PCI (*Severity Level*) adalah tingkat kerusakan pada tiap-tiap jenis kerusakan. Tingkat kerusakan yang digunakan dalam perhitungan PCI adalah *low severity level (L)*, *medium severity level (M)*, dan *high severity level (H)* (Hary Christady Hardiyanto, Pemeliharaan Jalan Raya, 2007).

Kerusakan jalan dapat dibedakan kedalam 19 (sembilan belas) jenis kerusakan yaitu sebagai berikut:

1. Retak Kulit Buaya (*Alligator Cracking*)

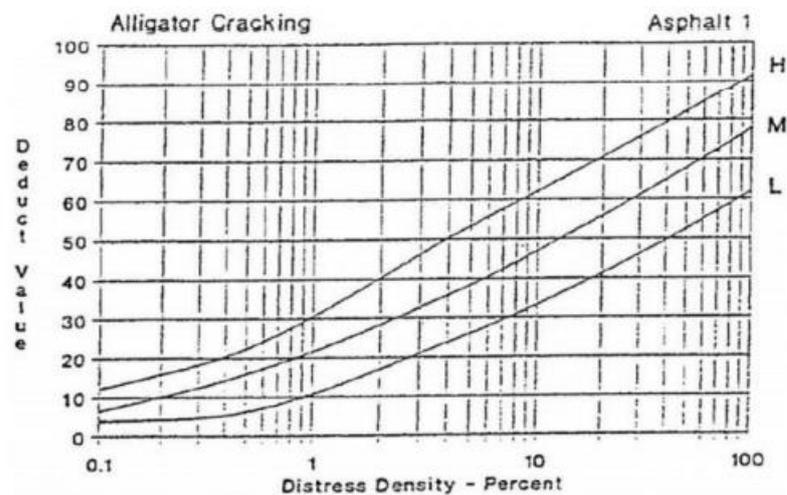
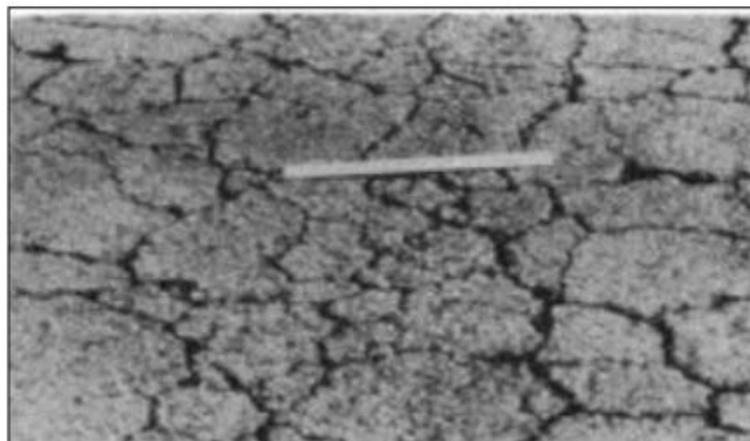
Retak yang berbentuk sebuah jaringan dari bidang persegi banyak (*polygon*) kecil menyerupai kulit buaya, dengan lebar celah lebih besar atau sama dengan 3 mm.

Pada penilaian metode PCI terdapat identifikasi kerusakan retak kulit buaya (*alligator cracking*) guna menentukan level atau tingkatan kerusakan, adapun tingkat kerusakan berdasarkan indentifikasi pada retak kulit buaya (*alligator cracking*) dapat dilihat pada Tabel 2.3

Tabel 2. 3 Identifikasi Tingkat kerusakan Retak Kulit Buaya (*Alligator Cracking*)

Level	Identifikasi Kerusakan
L	Halus, retak yang membentuk garis halus memanjang sejajar satu dengan yang lain, dengan atau tanpa berhubungan satu sama lain. Retakan tidak mengalami gompal
M	Retak kulit 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 dipinggir. Beberapa pecahan mengalami rocking akibat lalu lintas.

Sumber : Shahin(1994)/ Hardiyatmo, H.C, (2007)

**Gambar 2. 4** Deduct value Retak Kulit Buaya**Gambar 2. 5** Retak Kulit Buaya (*Aligator Cracking*)

2. Kegemukan (*Bleeding*)

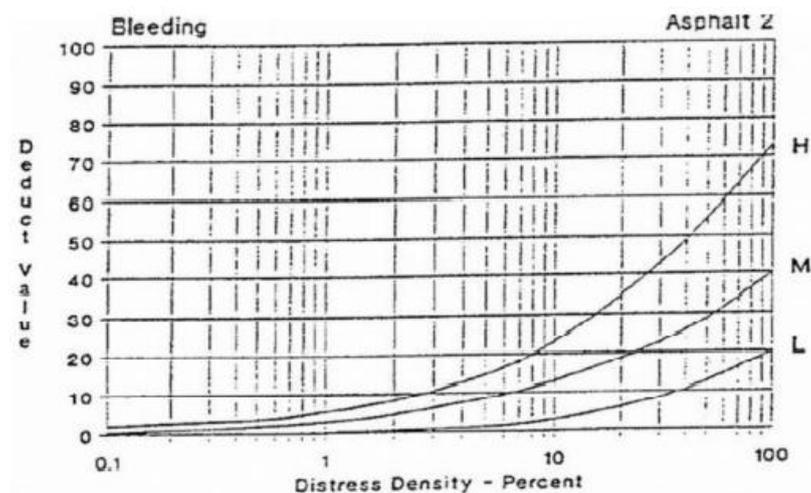
Bentuk fisik dari kerusakan ini dapat dikenali dengan terlihatnya lapisan tipis aspal (tanpa agregat) pada permukaan perkerasan dan jika pada kondisi temperatur permukaan perkerasan yang tinggi (terik matahari) atau pada lalu lintas yang berat, akan terlihat jejak bekas batik bunga ban kendaraan yang melewatinya.

Pada penilaian metode PCI terdapat identifikasi kegemukan (*bleeding*) guna menentukan level atau tingkatan kerusakan yang terjadi, adapun tingkat kerusakan berdasarkan indentifikasi pada kegemukan (*bleeding*) dapat dilihat pada Tabel 2.4

Tabel 2. 4 Identifikasi Tingkat Kerusakan Kegemukan (*Bleeding/Flushing*).

Level	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)/ Hardiyatmo, H.C, (2007)



Gambar 2. 6 Deduct Value Kegemukan



Gambar 2. 7 Kegemukan (*Bleeding*)

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

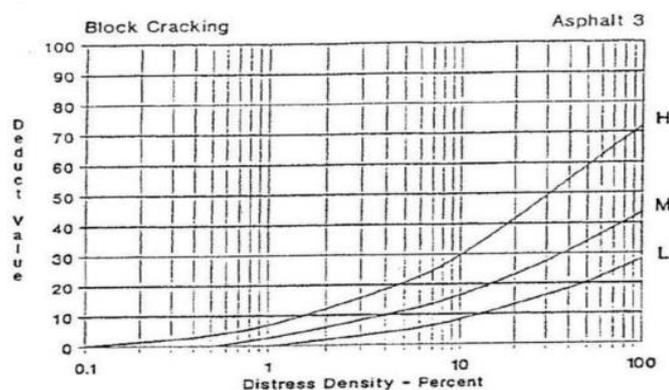
Retak kotak-kotak ini berbentuk blok atau kotak pada perkerasan jalan. Retak ini terjadi umumnya pada lapisan tambahan (*overlay*), yang menggambarkan pola retakan perkerasan di bawahnya. Ukuran blok umumnya lebih dari 200 mm × 200 mm.

Pada penilaian metode PCI terdapat identifikasi retak kotak-kotak (*block cracking*) guna menentukan level atau tingkatan kerusakan yang terjadi, adapun tingkat kerusakan berdasarkan indentifikasi pada retak kotak-kotak (*block cracking*) dapat dilihat pada Tabel 2.5

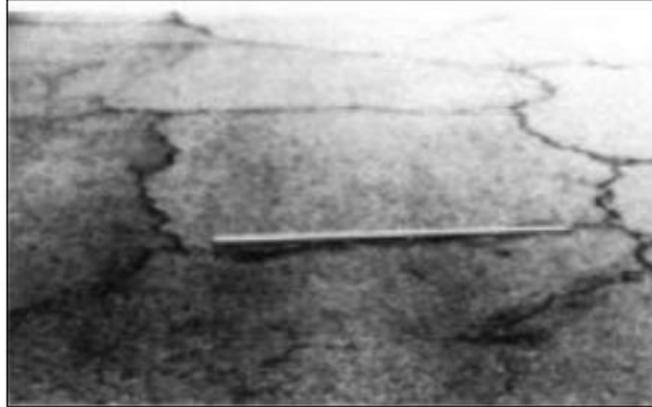
Tabel 2. 5 Identifikasi Tingkat Kerusakan Retak Kotak-kotak (*Block Cracking*)

Level	Identifikasi Kerusakan
L	Retak rambut yang membentuk kotak-kotak besar
M	Pengembangan lebih lanjut dari retak rambut
H	Retak sudah membentuk bagian-bagian kotak dengan celah besar

Sumber : Shahin(1994)/ Hardiyatmo, H.C, (2007)



Gambar 2. 8 Deduct value Retak Kotak-Kotak



Gambar 2. 9 Retak Kotak-kotak (*Block Cracking*)

4. Cekungan (*Bumps and Sags*)

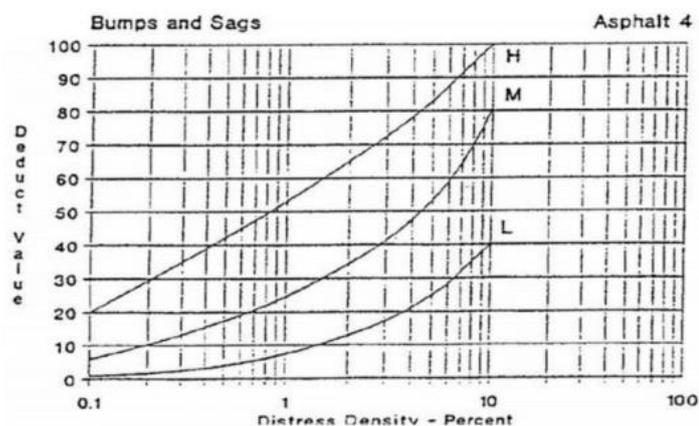
Bendul kecil yang menonjol keatas, pemindahan pada lapisan perkerasan itu disebabkan perkerasan tidak stabil.

Pada penilaian metode PCI terdapat identifikasi cekungan (*bumps and sags*) guna menentukan level atau tingkatan kerusakan yang terjadi, adapun tingkat kerusakan berdasarkan indentifikasi pada cekungan (*bumps and sags*) dapat dilihat pada Tabel 2.6

Tabel 2. 6 Indentifikasi Tingkat Kerusakan Cekungan (*Bumps and Sags*)

Level	Identifikasi Kerusakan
L	Cekungan dengan lembah yang kecil.
M	Cekungan dengan lembah yang kecil yang disertai dengan retak.
H	Cekungan dengan lembah yang agak dalam disertai dengan retakan dan celah yang agak lebar

Sumber : Shahin(1994)/ Hardiyatmo, H.C, (2007)



Gambar 2. 10 Deduct Value Cekungan



Gambar 2. 11 Cekungan (*Bumb and Sags*)

5. Keriting (*Corrugation*)

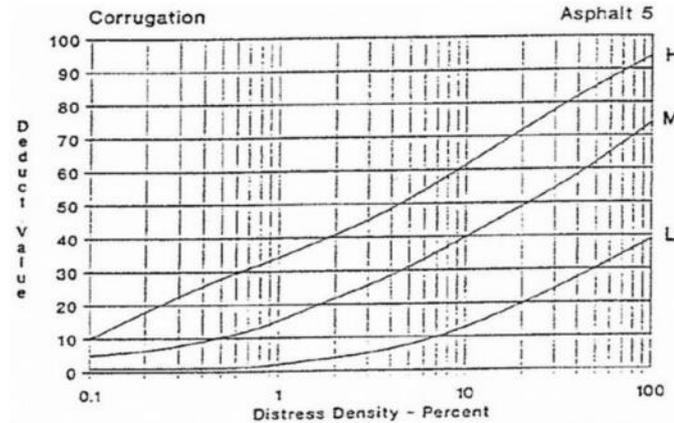
Kerusakan ini dikenal juga dengan istilah lain yaitu, Ripples. bentuk kerusakan ini berupa gelombang pada lapis permukaan, atau dapat dikatakan alur yang arahnya melintang jalan, dan sering disebut juga dengan Plastic Movement. Kerusakan ini umumnya terjadi pada tempat berhentinya kendaraan, akibat pengereman kendaraan.

Pada penilaian metode PCI terdapat identifikasi keriting (*corrugation*) guna menentukan level atau tingkatan kerusakan yang terjadi, adapun tingkat kerusakan berdasarkan indentifikasi keriting (*corrugation*) dapat dilihat pada Tabel 2.7

Tabel 2. 7 Identifikasi Tingkat Kerusakan Keriting (*Corrugation*)

Level	Identifikasi Kerusakan
L	Lembah dan bukit gelombang yang kecil
M	gelombang dengan lembah gelombang yang agak dalam
H	gelombang dengan lembah yang agak dalam disertai dengan retakan dan celah yang agak lebar.

Sumber : Shahin(1994)/ Hardiyatmo, H.C, (2007)



Gambar 2. 12 Deduct Value Keriting



Gambar 2. 13 Keriting (*Corrugation*)

6. Amblas (*Depression*)

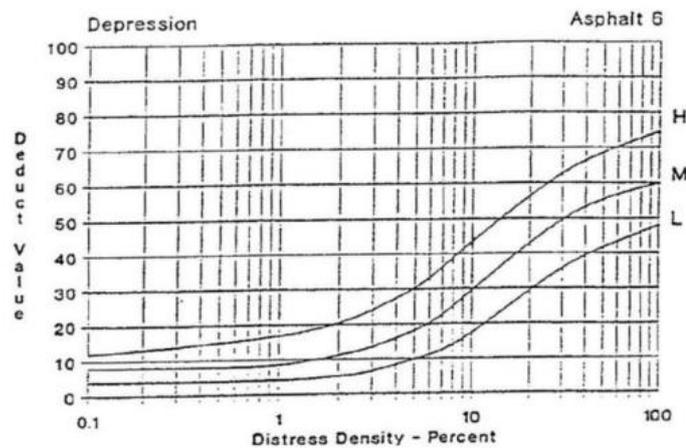
Bentuk kerusakan yang terjadi ini berupa amblas atau turunnya permukaan lapisan permukaan perkerasan pada lokasi-lokasi tertentu (setempat) dengan atau tanpa retak. Kedalaman kerusakan ini umumnya lebih dari 2 cm dan akan menampung atau meresapkan air

Pada penilaian metode PCI terdapat identifikasi amblas (*depression*) guna menentukan level atau tingkatan kerusakan yang terjadi, adapun tingkat kerusakan berdasarkan indentifikasi amblas (*depression*) dapat dilihat pada Tabel 2.8

Tabel 2. 8 Identifikasi Tingkat Kerusakan Amblas (*Depression*)

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

Sumber : Shahin(1994)/ Hardiyatmo, H.C, (2007)



Gambar 2. 14 Deduct Value Amblas



Gambar 2. 15 Amblas (*Depression*)

7. Retak Pinggir (*Edge Cracking*)

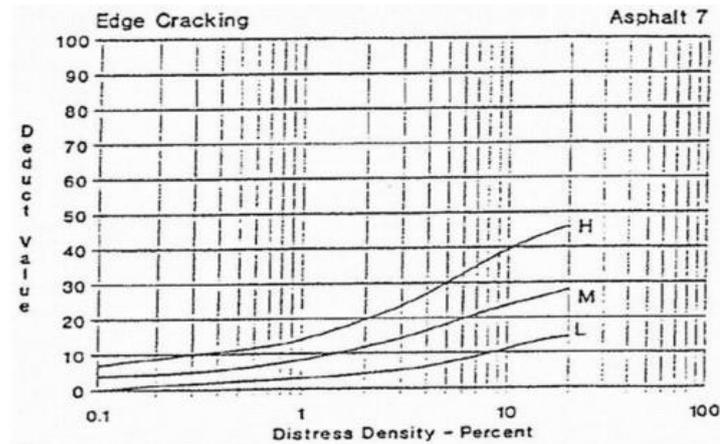
Retak pinggir adalah retak yang sejajar dengan jalur lalu lintas dan juga biasanya berukuran 1 sampai 2 kaki (0,3–0,6 m) dari pinggir perkerasan.

Pada penilaian metode PCI terdapat identifikasi retak pinggir (*edge cracking*) guna menentukan level atau tingkatan kerusakan yang terjadi, adapun tingkat kerusakan berdasarkan indentifikasi retak pinggir (*edge cracking*) dapat dilihat pada Tabel 2.9

Tabel 2. 9 Identifikasi Tingkat Kerusakan Retak Pinggir (*Edge Cracking*)

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

Sumber : Shahin(1994)/ Hardiyatmo, H.C, (2007)



Gambar 2. 16 Deduct Value Retak Samping Jalan



Gambar 2. 17 Retak Samping Jalan (*Edge Cracking*)

8. Retak Sambung (*Joint Reflection Cracking*)

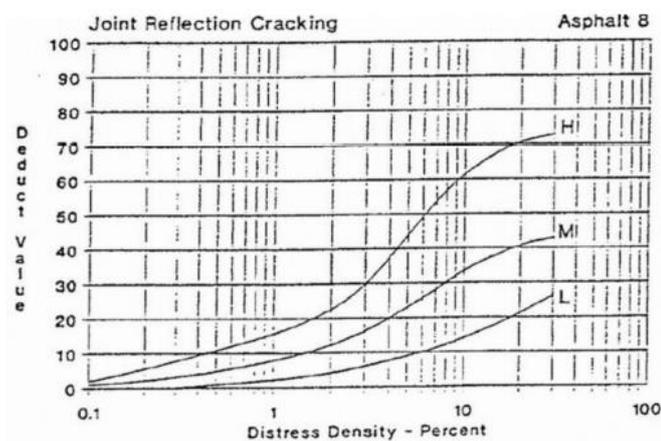
Kerusakan ini umumnya terjadi pada perkerasan aspal yang telah dihamparkan di atas perkerasan beton semen portland. Retak terjadi pada lapis tambahan (*overlay*) aspal yang mencerminkan pola retak dalam perkerasan beton lama yang berbeda di bawahnya. Pola retak dapat kearah memanjang, melintang, diagonal atau membentuk blok.

Pada penilaian metode PCI terdapat identifikasi retak sambung menentukan level atau tingkatan kerusakan yang terjadi, adapun tingkat kerusakan berdasarkan indentifikasi retak sambung (*joint reflection cracking*) dapat dilihat pada Tabel 2.10

Tabel 2. 10 Identifikasi Tingkat Kerusakan Retak Sambung (*Joint Reflection Cracking*)

Level	Identifikasi Kerusakan
L	Satu dari kondisi berikut yang terjadi : 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 : 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 yang dikelilingi retak acak ringan
H	Satu dari kondisi berikut yang terjadi: 1. Sembarang retak terisi atau tak terisi dikelilingi oleh 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)/ Hardiyatmo, H.C, (2007)



Gambar 2. 18 Deduct Value Retak Sambung



Gambar 2. 19 Retak Sambung (*Joint Reflec Cracking*)

9. Pinggiran Jalan Turun Vertikal (*Lane/Shoulder Drop Off*)

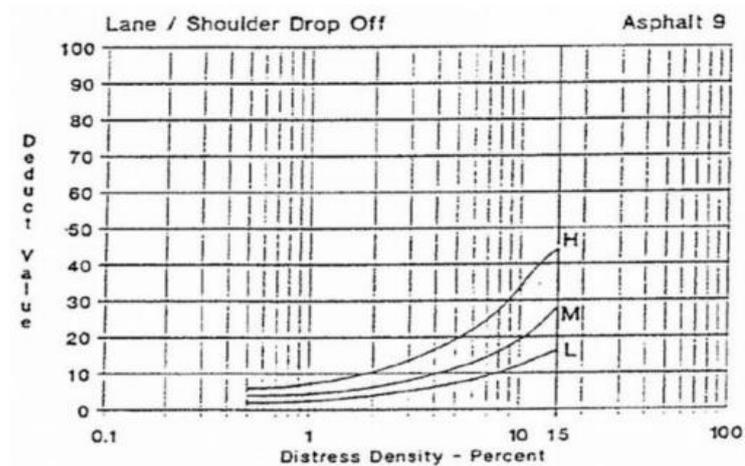
Bentuk kerusakan ini terjadi akibat terdapatnya beda ketinggian antara permukaan perkerasan dengan permukaan bahu atau tanah sekitarnya, dimana permukaan bahu lebih rendah terhadap permukaan perkerasan.

Pada penilaian metode PCI terdapat identifikasi pinggiran jalan turun vertikal (*lane/shoulder drop off*) guna menentukan level atau tingkatan kerusakan yang terjadi, adapun tingkat kerusakan berdasarkan indentifikasi pinggiran jalan turun vertikal (*lane/shoulder drop off*) dapat dilihat pada Tabel 2.11

Tabel 2. 11 Indentifikasi Tingkat Kerusakan Pinggiran Jalan Turun Vertikal (*Lane/Shoulder Dropp Off*)

Level	Identifikasi Kerusakan
L	Beda elevasi antara 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)/ Hardiyatmo, H.C, (2007)*



Gambar 2. 20 Deduct Value Pinggiran Jalan Turun Vertikal



Gambar 2. 21 Pinggiran Jalan Turun Vertikal

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

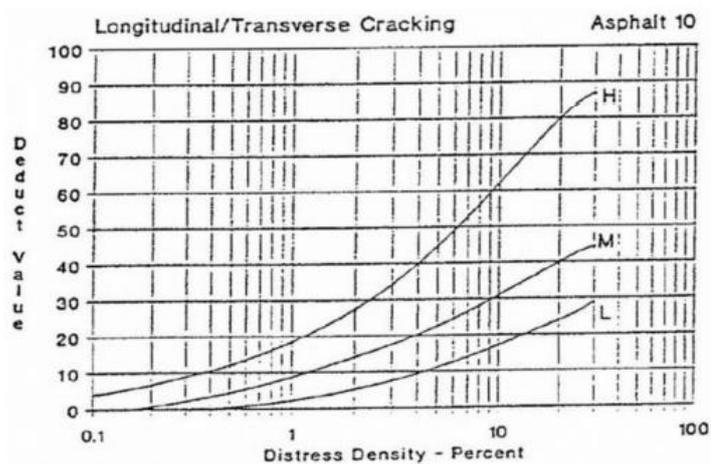
Jenis kerusakan ini terdiri dari macam kerusakan sesuai dengan namanya yaitu, retak memanjang dan melintang pada perkerasan. Retak ini terjadi berjajar yang terdiri dari beberapa celah.

Pada penilaian metode PCI terdapat identifikasi retak memanjang/melintang (*longitudinal/transverse cracking*) guna menentukan level atau tingkatan kerusakan yang terjadi, adapun tingkat kerusakan berdasarkan indentifikasi retak memanjang/melintang (*longitudinal/trasverse cracking*) dapat dilihat pada Tabel 2.12

Tabel 2.12 Identifikasi Tingkat Kerusakan Retak Memanjang/Melintang (*Longitudinal/Trasverse Cracking*)

Level	Identifikasi Kerusakan
L	Satu dari kondisi berikut yang terjadi: 1. Retak tak terisi, lebar 3/8 in. (10 mm), atau 2. Retak terisi sembarang lebar (pengisi kondisi bagus).
M	Satu dari kondisi berikut yang terjadi : 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: 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 di sekitar retakan, pecah.

Sumber : *Shahin(1994)/ Hardiyatmo, H.C, (2007)*



Gambar 2. 22 Deduct Value Retak Memanjang/Melintang



Gambar 2. 23 Retak Memanjang/Melintang

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

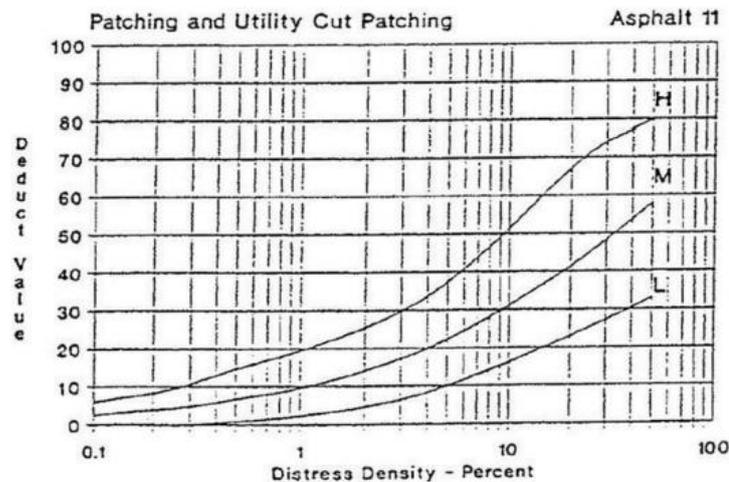
Tambalan adalah suatu bidang pada perkerasan dengan tujuan untuk mengembalikan perkerasan yang rusak dengan material yang baru untuk memperbaiki perkerasan yang ada. Tambalan adalah pertimbangan kerusakan diganti dengan bahan yang baru dan lebih bagus untuk perbaikan dari perkerasan sebelumnya. Tambalan dilaksanakan pada seluruh atau beberapa keadaan yang rusak pada badan jalan tersebut.

Pada penilaian metode PCI terdapat identifikasi tambalan (*patching and utility cut patching*) guna menentukan level atau tingkatan kerusakan yang terjadi, adapun tingkat kerusakan berdasarkan indentifikasi *tambalan (patching and utility cut patching)* dapat dilihat pada Tabel 2.13

Tabel 2. 13 Identifikasi Tingkat Kerusakan Jalan Berupa Tambalan (*Patching and Utility Cut Patching*)

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

Sumber : Shahin(1994)/ Hardiyatmo, H.C, (2007)



Gambar 2. 24 Deduct Value Tambalan



Gambar 2. 25 Tambalan (*Patching end Utiliti Cut Patching*)

12. Pengausan Agregat (*Polished Aggregate*)

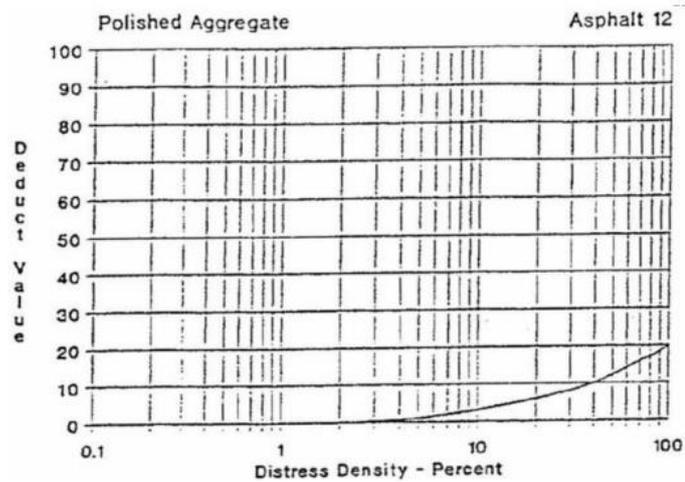
Kerusakan ini disebabkan oleh penerapan lalu lintas yang berulang-ulang dimana agregat pada perkerasan menjadi licin dan perekatan dengan permukaan roda pada tekstur perkerasan yang mendistribusikannya tidak sempurna. Pada pengurangan kecepatan roda atau gaya pengereman, jumlah pelepasan butiran dimana pemeriksaan masih menyatakan agregat itu dapat dipertahankan kekuatan dibawah aspal, permukaan agregat yang licin.

Pada penilaian metode PCI terdapat identifikasi pengausan agregat (*polished aggregate*) guna menentukan level atau tingkatan kerusakan yang terjadi, adapun tingkat kerusakan berdasarkan indentifikasi pengausan agregat (*polished aggregate*) dapat dilihat pada Tabel 2.14

Tabel 2. 14 Identifikasi Tingkat Pengausan Agregat (*polished aggregate*)

Level	Identifikasi Kerusakan
L	Agregat masih menunjukkan kekuatan
M	Agregat sedikit mempunyai kekuatan.
H	Pengausan tanpa menunjukkan kekuatan

Sumber : Shahin(1994)/ Hardiyatmo, H.C, (2007)

**Gambar 2. 26** Deduct Value Pengausan Agregat**Gambar 2. 27** Pengausan Agregat (*Polised Agregat*)

13. Lubang (*Potholes*)

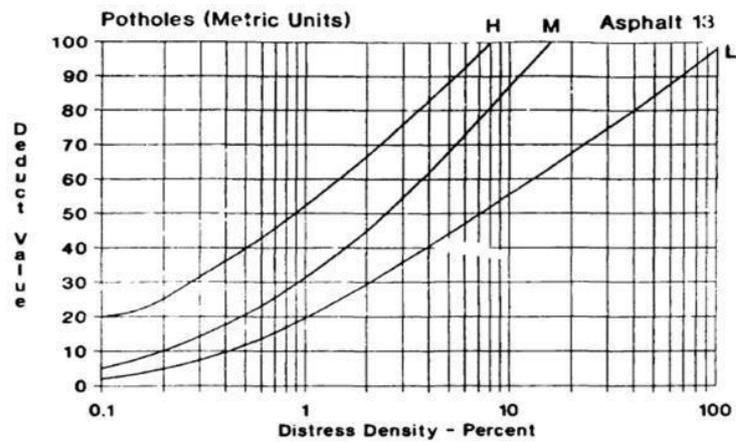
Kerusakan ini berbentuk seperti mangkok yang dapat menampung dan meresapkan air pada badan jalan. Kerusakan ini terkadang terjadi di dekat retakan, atau di daerah yang drainasenya kurang baik (sehingga perkerasan tergenang oleh air).

Pada penilaian metode PCI terdapat identifikasi lubang (*potholes*) guna menentukan level atau tingkatan kerusakan yang terjadi, adapun tingkat kerusakan berdasarkan identifikasi lubang (*potholes*) dapat dilihat pada Tabel 2.15

Tabel 2. 15 Identifikasi Tingkat Kerusakan Lubang (*Potholes*)

Kedalaman maksimum	Diameter rata-rata lubang		
	100 – 200 mm (4 – 8 inci)	200 – 450 mm (8 – 18 inci)	450 – 750 mm (18 – 30 inci)
13 mm – 25 mm ($\frac{1}{2}$ – 1 inci)	L	L	M
>25 mm - \leq 50 mm (1 – 2 inci)	L	M	H
\geq 50 mm (2 inci)	M	M	H

Sumber : Shahin(1994)/ Hardiyatmo, H.C, (2007)



Gambar 2. 28 Deduct Value Lubang



Gambar 2. 29 Lubang (*Pothole*)

14. Rusak Perpotongan Rel (*Railroad Crossing*)

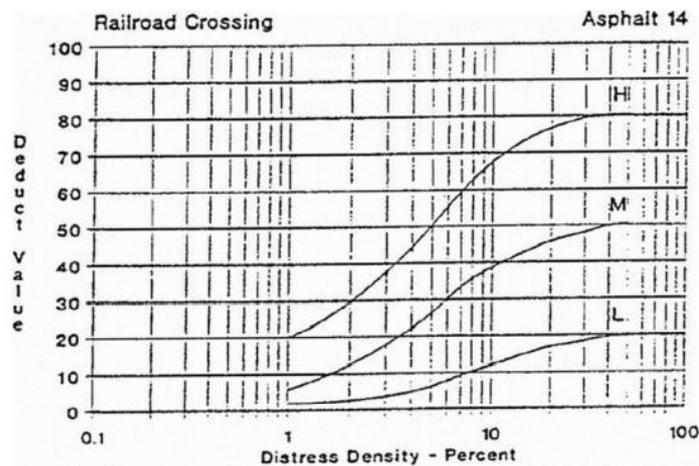
Jalan rel atau persilangan rel dan jalan raya, kerusakan pada perpotongan rel adalah penurunan atau benjol sekeliling atau diantara rel yang disebabkan oleh perbedaan karakteristik bahan. Tidak bisanya menyatu antara rel dengan lapisan perkerasan dan juga bisa disebabkan oleh lalu lintas yang melintasi antara rel dan perkerasan.

Pada penilaian metode PCI terdapat identifikasi rusak perpotongan rel (*railroad crossing*) guna menentukan level atau tingkatan kerusakan yang terjadi, adapun tingkat kerusakan berdasarkan indentifikasi rusak perpotongan rel (*railroad crossing*) dapat dilihat pada Tabel 2.16

Tabel 2. 16 Identifikasi Tingkat Kerusakan Akibat Perpotongan Rel (*Railroad Crossing*)

Level	Identifikasi Kerusakan
L	Kedalaman 0,25 inch – 0,5 inch (6 mm – 13 mm).
M	M Kedalaman 0,5 inch – 1 inch (13 mm – 25 mm).
H	Kedalaman >1 inch (>25 mm).

Sumber : Shahin(1994)/ Hardiyatmo, H.C, (2007)



Gambar 2. 30 Deduct Value Rusak Perpotongan Rel



Gambar 2. 31 Rusak Perpotongan Rel (*Railroad Crossing*)

15. Alur (*Rutting*)

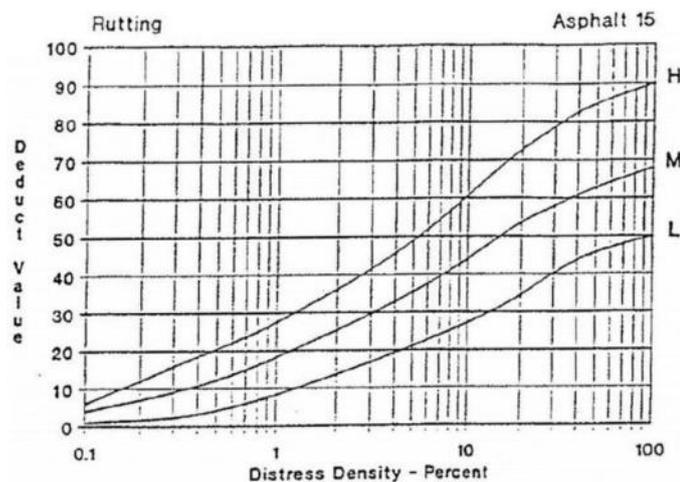
Istilah lain yang digunakan untuk menyebutkan jenis kerusakan ini adalah longitudinal ruts, atau channel/rutting. Bentuk kerusakan ini terjadi pada lintasan roda sejajar dengan as jalan dan berbentuk alur.

Pada penilaian metode PCI terdapat identifikasi alur (*rutting*) guna menentukan level atau tingkatan kerusakan yang terjadi, adapun tingkat kerusakan berdasarkan indentifikasi alur (*rutting*) dapat dilihat pada Tabel 2.17

Tabel 2. 17 Identifikasi Tingkat Kerusakan Alur (*Rutting*)

Level	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 – 25,5 mm)
H	Kedalaman alur rata-rata 1 in. (25,4 mm)

Sumber : *Shahin(1994)/ Hardiyatmo, H.C, (2007)*



Gambar 2. 32 Deduct Value Alur



Gambar 2. 33 Alur (*Rutting*)

16. Sungkur (*Shoving*)

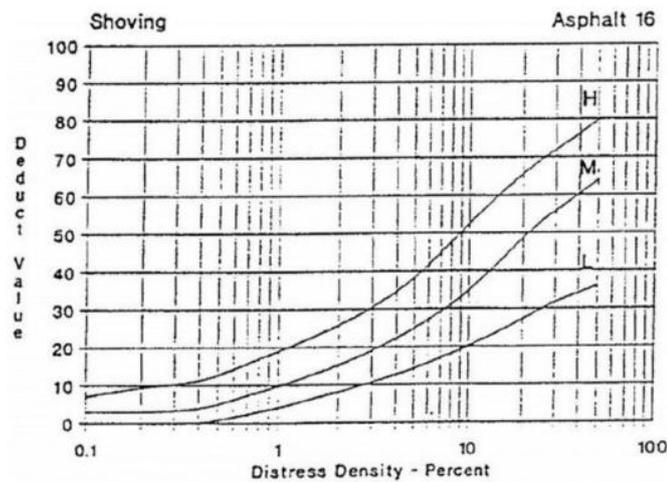
Sungkur adalah perpindahan lapisan perkerasan pada bagian tertentu yang disebabkan oleh beban lalu lintas. Beban lalu lintas akan mendorong berlawanan dengan perkerasan dan akan menghasilkan ombak pada lapisan perkerasan. Kerusakan ini biasanya disebabkan oleh aspal yang tidak stabil dan terangkat ketika menerima beban dari kendaraan.

Pada penilaian metode PCI terdapat identifikasi sungkur (*shoving*) guna menentukan level atau tingkatan kerusakan yang terjadi, adapun tingkat kerusakan berdasarkan indentifikasi sungkur (*shoving*) dapat dilihat pada Tabel 2.18

Tabel 2. 18 Indentifikasi Sungkur (*Shoving*)

Level	Identifikasi Kerusakan
L	Sungkur menyebabkan sedikit gangguan kenyamanan kendaraan
M	Sungkur menyebabkan cukup gangguan kenyamanan kendaraan.
H	Sungkur menyebabkan sangat gangguan kenyamanan kendaraan.

Sumber : Shahin(1994)/ Hardiyatmo, H.C, (2007)



Gambar 2. 34 Deduct Value Sungkur



Gambar 2. 35 Sungkur (*Shoving*)

17. Patah Slip (*Slippage Cracking*)

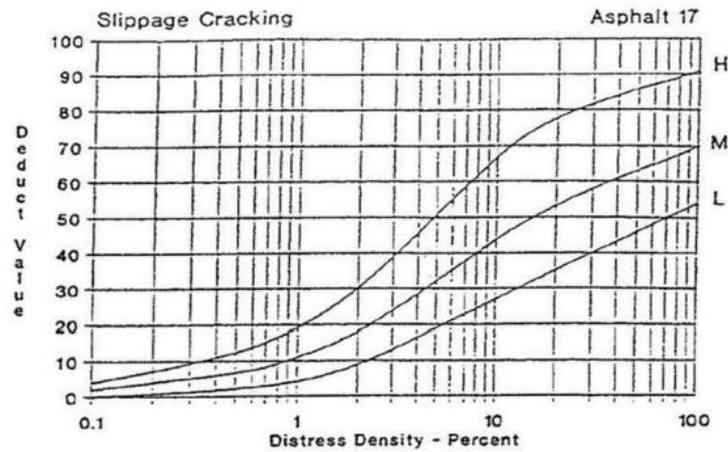
Patah slip adalah retak yang seperti bulan sabit atau setengah bulan yang disebabkan lapisan perkerasan terdorong atau meluncur merusak bentuk lapisan perkerasan. Kerusakan ini biasanya disebabkan oleh kekuatan dan pencampuran lapisan perkerasan yang rendah dan jelek.

Pada penilaian metode PCI terdapat identifikasi patah slip (*slippage cracking*) guna menentukan level atau tingkatan kerusakan yang terjadi, adapun tingkat kerusakan berdasarkan indentifikasi patah slip (*slippage cracking*) dapat dilihat pada Tabel 2.19

Tabel 2. 19 Identifikasi Tingkat Patah Slip (*Slippage Cracking*)

Level	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 di sekitar 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 di sekitar retakan, pecah ke dalam pecahan-pecahan mudah terbongkar.

Sumber : Shahin(1994)/ Hardiyatmo, H.C, (2007)

**Gambar 2. 36** Deduct Value Patah Slip**Gambar 2. 37** Patah Slip (*Slippage Cracking*)

18. Mengembang Jembul (*Swell*)

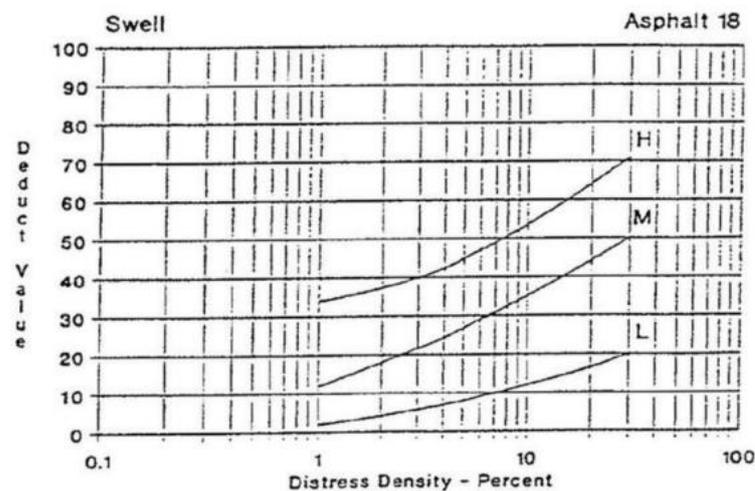
Mengembang jembul mempunyai ciri menonjol keluar sepanjang lapisan perkerasan yang berangsur-angsur mengombak kira-kira panjangnya 10 kaki (10m). Mengembang jembul dapat disertai dengan retak lapisan perkerasan dan biasanya disebabkan oleh perubahan cuaca atau tanah yang menjembul keatas.

Pada penilaian metode PCI terdapat identifikasi mengembang jembul (*swell*) guna menentukan level atau tingkatan kerusakan yang terjadi, adapun tingkat kerusakan berdasarkan indentifikasi mengembang jembul (*swell*) dapat dilihat pada Tabel 2.20

Tabel 2. 20 Indentifikasi Tingkat Mengembang Jembul (*Swell*)

Level	Identifikasi Kerusakan
L	Pengembangan menyebabkan sedikit gangguan kenyamanan kendaraan. Kerusakan ini sulit dilihat, tapi dapat dideteksi dengan berkendara cepat. Gerakan ke atas terjadi bila ada pengembangan
M	Perkerasan mengembang dengan adanya gelombang yang kecil.
H	Perkerasan mengembang dengan adanya gelombang besar

Sumber : Shahin(1994)/ Hardiyatmo, H.C, (2007)



Gambar 2. 38 Deduct Value Mengembang Jembul



Gambar 2. 39 Mengembang Jambul (*Swell*)

19. Pelepasan Butir (*Weathering/Raveling*)

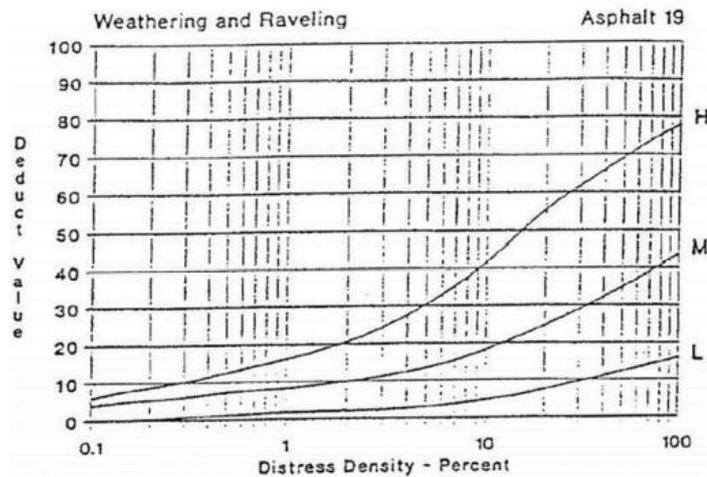
Pelepasan butiran disebabkan lapisan perkerasan yang kehilangan aspal atau tar pengikat dan tercabutnya partikel-partikel agregat. Kerusakan ini menunjukkan salah satu pada aspal pengikat tidak kuat untuk menahan gaya dorong roda kendaraan atau presentasi kualitas campuran jelek.

Pada penilaian metode PCI terdapat identifikasi pelepasan butir (*weathering/raveling*) guna menentukan level atau tingkatan kerusakan yang terjadi, adapun tingkat kerusakan berdasarkan indentifikasi pelepasan butir (*weathering/raveling*) dapat dilihat pada Tabel 2.21

Tabel 2. 21 Identifikasi Tingkat Pelepasan Butir (*Weathering/Raveling*)

Level	Identifikasi Kerusakan
L	Pelepasan butiran yang ditandai lapisan kelihatan agregat.
M	Pelepasan agregat dengan butiran-butiran yang lepas
H	Pelepasan butiran dengan ditandai dengan agregat lepas dengan membentuk lubang-lubang kecil

Sumber : *Shahin(1994)/ Hardiyatmo, H.C, (2007)*



Gambar 2. 40 Deduct Value Pelepasan Butir



Gambar 2. 41 Pelepasan Butir (*Weathering/Raveling*)

2.7.1 Istilah-istilah dalam hitungan PCI

- a. Nilai pengurang (*Deduct Value*) adalah suatu nilai pengurang untuk setiap jenis kerusakan yang diperoleh dari kurva hubungan kerapatan (*density*) dan tingkat keparahan (*severity level*) kerusakan. Karena banyaknya kemungkinan kondisi perkerasan, untuk menghasilkan satu indeks yang memperhitungkan ke tiga faktor tersebut umumnya menjadi masalah. Untuk mengatasi hal ini nilai pengurang dipakai sebagai tipe faktor pemberat yang mengindikasikan derajat pengaruh kombinasi tiap-tiap tipe kerusakan, tingkat perkerasan, dan kerapatannya.
- b. 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,

Menghitung kadar kerusakan (*density*) yang merupakan persentase luasan kerusakan terhadap luasan unit penelitian.

$$\text{Density} = \frac{Ad}{As} \times 100\% \quad \text{atau} \quad \text{Density} = \frac{Ld}{As} \times 100\%$$

Dengan :

Ad = Luas total dari satu jenis kerusakan untuk setiap tingkat keparahan kerusakan (ft² atau m²)

As = Luas total unit segmen (ft² atau m²)

Ld = Panjang total jenis kerusakan untuk tiap tingkat keparahan kerusakan (ft atau m)

Digunakan untuk kerusakan yang bisa diukur, misalnya: retak pinggir, retak memanjang, melintang, *bump*, retak refleksi sambungan, *lane shoulder drop off*.

Untuk kerusakan tertentu, seperti lubang, maka dihitung dengan:

$$\text{Kerapatan (Density)} = \frac{\text{Jumlah lubang}}{As} \times 100\%$$

- c. Menghitung nilai pengurangan (*deduct value*) untuk masing-masing unit penelitian. *Deduct Value* adalah nilai pengurangan untuk tiap jenis kerusakan yang diperoleh dari kurva hubungan antara *density* dan *deduct value*. *Deduct value* juga dibedakan atas tingkat kerusakan untuk tiap-tiap jenis kerusakan.
- d. Menghitung nilai total pengurangan (*total deduct value/TDV*) untuk masing-masing unit penelitian. *Total Deduct Value (TDV)* adalah nilai total dari *individual deduct value* untuk tiap jenis kerusakan dan tingkat kerusakan yang ada pada suatu unit penelitian.
- e. Menghitung nilai koreksi nilai pengurangan (*corrected deduct value/CDV*) untuk masing-masing unit penelitian. *Corrected Deduct Value (CDV)* diperoleh dari kurva hubungan antara nilai *TDV* dengan

nilai *CDV* dengan pemilihan lengkung kurva sesuai dengan jumlah nilai *Individual Deduct Value* yang mempunyai nilai lebih besar dari 2.

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

Menghitung nilai *pavement condition index* (*PCI*) untuk masing - masing unit penelitian.

Rumus:

$$PCI_s = 100 - CDV$$

Dengan :

PCI_s = *Pavement Condition Index* untuk tiap unit sampel

CDV = *Corrected Deduct Value* untuk tiap unit sampel

Untuk nilai *PCI* secara keseluruhan :

$$PCI_f = \frac{\sum PCI(s)}{N}$$

dengan :

PCI_f = Nilai *PCI* rata-rata dari seluruh area penelitian

$PCI(s)$ = Nilai *PCI* untuk tiap unit sampel

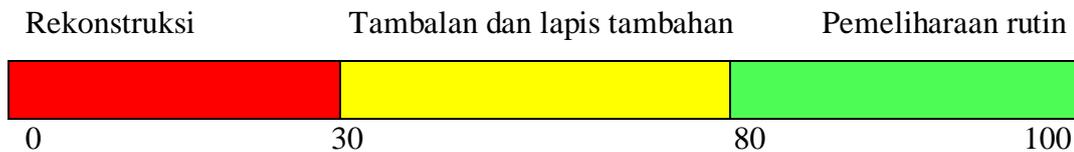
N = Jumlah unit sampel

- f. Menghitung nilai rata-rata *PCI* dari semua unit sampel penelitian pada suatu jalan yang diteliti untuk mendapatkan nilai *PCI* dari jalan tersebut.

2.8 Tindakan Pemeliharaan

Setelah kondisi kerusakan jalan dianalisa, maka tindakan perbaikan dan perawatan dapat dilakukan sesuai dengan jenis dan tingkat kerusakan yang terjadi. Ada juga tindakan pemeliharaan dan perawatan yang disarankan oleh Methode Asphalt Institute yang ditentukan berdasarkan nilai kondisi jalan yang diperoleh dari hasil analisa data yang dipakai sebagai indikator dari tipe dan tingkat besarnya pekerjaan perbaikan yang akan dilakukan seperti ditunjukkan dalam tabel 2.22 dibawah ini.

Tabel 2. 22 Nilai Kondisi Sebagai Indikator Tipe Pemeliharaan (*Asphalt Institute MS - 17*)



Sebagai aturan umum, jika nilai kondisi diantara 80 sampai 100, maka hanya diperlukan operasi pemeliharaan normal, seperti: pengisian retakan, menutupi lubang, atau mungkin hanya pemberian seal-coat saja. Jika nilai kondisi dibawah 80, maka diperlukan Tambalan dan lapis tambahan. Dan jika nilai kondisi dibawah 30, maka diperlukannya pembangunan Kembali (*rekonstruksi*).

2.8.1 Jenis Bentuk Pemeliharaan

Macam-macam pemeliharaan untuk perbaikan kerusakan perkerasan aspal meliputi pekerjaan-pekerjaan:

1. Penutupan retakan
2. Perawatan permukaan
3. penambalan permukaan
4. lapis tambahan (*overlay*)

Berikut ini masing-masing cara pemeliharaan tersebut.

1. Penutupan Retak

Penutupan retak (*crack sealing*) adalah proses pembersihan dan penutupan atau penutupan ulang retakan dalam perkerasan aspal. Cara ini digunakan untuk mengisi retakan memanjang dan melintang.

Penutupan retakan dimaksudkan untuk dua alasan pokok, yaitu:

- 1) Untuk mencegah intrusi material keras (tidak mudah mempat) ke dalam retakan.
- 2) Untuk mencegah intrusi air ke dalam lapisan di bawah lapisan perkerasan.

Bila drainase terjamin, maka penutupan retakan merupakan pekerjaan pemeliharaan yang sangat penting. Banyak kerusakan terkait dengan masalah infiltrasi air. Jika air dijauhkan dari sistem perkerasan, maka dapat diharapkan kerusakan perkerasan tidak akan berkembang lebih luas.

Perbaikan kerusakan dengan penutupan retakan secara individual meliputi: retak memanjang, retak melintang retak diagonal, retak reflektif, retak sambungan pelaksanaan, pelebaran retakan dan retak pinggir.

Berikut ini beberapa petunjuk yang di sarankan oleh Asphalt Institute mengenai penutupan retak. Cara yang disarankan masih tergantung pada kebiasaan atau pengalaman lokal.

- **Retak Rambut (*hairline crack*).** Retak rambut didefinisikan sebagai retakan yang lebar celahnya kurang dari 6 mm dan terlalu kecil untuk diisi secara efektif. Oleh sebab itu, area retakan biasanya dibiarkan saja kecuali kalau retakan sudah meluas.
- **Retak Kecil (*small crack*).** Retak kecil didefinisikan sebagai retak yang lebar celahnya antara 6-20 mm dan biasanya perbaikan dibuat kira-kira 3 mm lebih besar dari lebar rata-rata retakan kemudian dibersihkan dan ditutup. Jika kedalaman retakan lebih besar dari 20 mm, material penyangga (*backer rod*) dapat dipasang untuk mengawetkan penutup.
- **Retak sedang (*medium crack*).** Retak sedang didefinisikan sebagai retak yang lebar celahnya 20-25 mm biasanya hanya membuat pembersihan dan penutupan dengan material penyangga (*backer rod*) yang dipasang untuk retakan yang kedalamannya lebih dari 20 mm.
- **Retak besar (*large crack*).** Retak besar didefinisikan sebagai retakan yang lebih besar celahnya lebih dari 25 mm. Perbaikan dilakukan dengan larutan aspal emulsi atau campuran aspal panas (HMA) bergradasi halus.

2. Perawatan Permukaan (*Surface Treatment*)

Banyak macam seal coat yang dapat digunakan dalam perawatan permukaan jalan seperti:

- 1) Penutup asap (fog seal)
- 2) Penutup larutan (slurry seal)
- 3) Perawatan permukaan (surface treatment)
- 4) Penutup pasir (sand seal)
- 5) Micro-surfacing

Seal coat cocok untuk penanganan berbagai kerusakan seperti;

- 1) Area luas dengan retakan kecil yang rapat.

- 2) Pelapukan (*weathering*)/butiran lepas (*raveling*)
- 3) *Stripping*
- 4) Agregat licin (*polished aggregate*)
- 5) Area tersegregasi (*segregated areas*)
- 6) Retak blok (*block crack*)

Penutupan permukaan dapat digunakan untuk perbaikan sementara pada retak buaya, jika tidak ada kerusakan pada lapisan pondasi.

3. Penambalan (*patching*)

Penambalan merupakan perbaikan yang bersifat lokal untuk menambah keamanan dan menjaga kerataan permukaan perkerasan. Penambalan juga dapat mereduksi kecepatan meluasnya kerusakan. Terdapat tiga jenis tipe pekerjaan tambalan:

- 1) Tambalan semi permanen, dilakukan di musim kemarau untuk menutup lubang, memperbaiki tambalan yang buruk dan menggantikan tambalan mendesak. Kualitas tambalan harus dibuat sama atau mendekati sama dengan kekuatan perkerasan disekitarnya. Tambalan semi permanen biasanya berupa pekerjaan penghamparan aspal panas dengan skala kecil, dengan cara memperhatikan seperti kondisi cuaca, bahan dan cara pelaksanaannya.
- 2) Tambalan semprotan (*spray patching*), dilakukan dengan alat khusus yaitu dengan kendaraan yang dilengkapi dengan alat semprot. Dengan menggunakan alat ini, penambalan ini dapat dilakukan pada sembarang waktu, namun akan lebih berhasil jika dilakukan pada musim kemarau. Penambalan semprotan dilakukan dengan cara:
 - Bersihkan lubang (dengan disemprot) dari kotoran-kotoran.
 - Semprotkan tack coat sebagai pengikat pada sisi-sisi daengan dasar lubang.
 - Hamparkan campuran agregat dan bahan pengikat ke dalam lubang
 - Haluskan/ratakan permukaan tambalan dengan permukaan sekitarnya.
- 3) Tambalan mendesak (*demand patching*), dilakukan dengan tanpa perencanaan dulu karena kebutuhan perbaikannya mendesak. Jadi penambalan dilakukan secepat mungkin dengan tidak memperhatikan musim hujan atau kemarau. Penambalan dilakukan dengan bantuan truk pengangkut material tambalan. Penambalan

mendesak tidak memperbaiki kerusakan dari lapis perkerasan yang di lapisan bawah. Terdapat 3 macam material tambalan mendesak, yaitu:

- Standar tambalan dingin (cold patch) atau campuran dari pabrik (plant mix)
- Bahan tambalan diperkuat dengan fiber.
- Tambalan dingin khusus.

Hal-hal yang perlu diperhatikan saat melakukan penambalan antara lain:

1. Tipe material untuk penambalan seperti contohnya material campuran aspal panas, campuran aspal dingin atau aspal dingin dimodifikasi.
2. Cara pemasangan material tambalan.
3. Peralatan seperti: gergaji perkerasaan, pemanas campuran dan pematat.

Penambalan umumnya cocok untuk memperbaiki kerusakan-kerusakan seperti berikut:

- 1) Retak kulit buaya
- 2) Lubang
- 3) Tambalan
- 4) Kerusakan akibat pengembangan tanah dasar
- 5) Keriting
- 6) Sungkur
- 7) Amblas
- 8) Retak gelicir
- 9) Alur

Tambalan di seluruh kedalaman cocok untuk perbaikan permanen, sedang perbaikan sementara cukup ditambal dikulit permukaan perkerasan saja.

a. Penambalan permukaan

Perbaikan dengan cara penambalan dipermukaan umumnya hanya bersifat sementara dan sebaiknya hanya digunakan untuk perkerasan dengan tebal minimum 10 cm. perbaikan tipe ini dapat digunakan untuk memperbaiki:

- 1) Sungkur
- 2) Retak alur kecil atau keriting
- 3) Amblas
- 4) Pelapukan dan butiran lepas
- 5) Retak kulit buaya

Penambalan permukaan dapat dilakukan dengan tanpa melakukan penggalian/pemotongan untuk menyamakan elevasinya dengan permukaan yang telah ada atau cara lain. Hal yang penting adalah elevasi permukaan tambalan harus sama dengan perkerasan yang tidak ditambal.

Penambalan di permukaan dilakukan sebagai berikut:

- 1) Tandai area yang akan diperbaiki. Jika yang diperbaiki berupa ambles atau alur, perbaikan harus dikerjakan sedemikian hingga elevasi area perbaikan sama dengan perkerasan disekitarnya.
- 2) Jika penambalan dilakukan dengan cara membongkar perkerasan, kupas sampai kedalaman yang cukup untuk membongkar material yang rusak. Sesudah pembongkaran perkerasan, bersihkan area ini dengan semprotan udara bertekanan tinggi. Sesudah area tambalan bersih dan kering gunakan *tack coat* pada bagian pinggir dan dasar dari area tambalan.
- 3) Sesudah pekerjaan *tack coat* dilakukan, segera letakkan aspal panas dalam area yang dibongkar atau ke seluruh area yang ditambal. Untuk pekerjaan tambalan permukaan lebih baik dipakai campuran aspal dan pasir halus.

4. Lapis tambahan (*overlay*)

Lapis tambahan dengan campuran aspal panas dikategorikan menjadi:

- Lapis tambahan structural dilakukan untuk meyakinkan kapasitas dukung perkerasan yang cukup tinggi. Hal ini diperlukan misalnya sebagai akibat dari kenaikan volume lalu lintas atau kenaikan beban gandar kendaraan yang harus dilayani.
- Lapis tambahan fungsional dibutuhkan jika kapasitas struktural perkerasan masih cukup untuk melayani beban kendaraan tapi perkerasan telah menjadi sedemikian kasar dan tidak beraturan atau telah terjadi kerusakan permukaannya. Butiran lepas, deformasi permanen, kekasaran, kekesatan rendah, dan retak-retak adalah kerusakan utama yang harus diperbaiki lebih dahulu sebelum dilakukan lapis tambahan campuran aspal panas (HMA).

2.9 Penelitian Yang Telah Di Lakukan

Tabel 2. 23 Penelitian Terdahulu

No	Penulis	Judul Penelitian	Metode Analisa	Hasil Penelitian
1.	Alexander Tuahta Sihombing (2021)	Analisa kondisi kerusakan jalan pada lapisan permukaan jalan dengan metode pavement condition index (PCI) (studi kasus : jalan gatot subroto, kel. Sentang, kec. Kota kisaran timur)	Metode analisa yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode PCI (<i>Pavement Condition Index</i>).	Penelitian ini akan dilakukan dengan cara survei langsung kelapangan dan mengukur luas kerusakan dan menentukan jenis kerusakan. Luas kerusakan yang terjadi adalah 337,313 m ² . Jenis kerusakan yang ditemukan pada penelitian ini adalah retak kulit buaya, amblas, terkelupas, tambalan, berlubang, sungkur, retak memanjang, kegemukan, dan retak kotak-kotak. Berdasarkan analisa yang dilakukan kondisi jalan Gatot Subroto tergolong sangat baik (<i>very good</i>) dengan nilai PCI yaitu 72,13. Maka alternatif perbaikan jalan yang sesuai dilakukan pada rusa jalan tersebut adalah penambahan lapisan (overlay)

2.	Muhammad Rifaludin (2019)	Analisa Kondisi Kerusakan Jalan Pada Lapisan Permukaan (Studi Kasus : Ruas Jalan Gadog - Cikopo selatan)	Metode PCI (<i>Pavement Condition Index</i>), tingkat keparahan kerusakan perkerasan merupakan fungsi dari 3 faktor utama, yaitu: tipe/jenis kerusakan, tingkat kerusakan, mengukur dimensi kerusakan yang meliputi panjang, lebar, dan dalam kerusakan yang terjadi. PCI ini merupakan indeks numerik yang nilainya berkisar diantara 0 sampai 100. Metode PCI digunakan untuk mengevaluasi kinerja perkerasaan serta menentukan upaya pemeliharaan dan perbaikan.	Hasil penelitian menunjukkan nilai kondisi perkerasan (PCI) rata-rata ruas jalan Gadog–Cikopo Selatan, adalah 73,22% yang termasuk dalam kategori sangat baik (<i>very good</i>). Nilai kondisi perkerasan tertinggi, nilai PCI 100 terdapat pada 0+000 s/d 1+000, 3+000 s/d 4+000. Sedangkan nilai kondisi perkerasan terendah terdapat pada STA 4+100 s/d 4+200 nilai PCI 9, 4+200 s/d 4+300 nilai PCI 4, 4+300 s/d 4+400 nilai PCI 5, 4+400 s/d 4+500 nilai PCI 9, 4+600 s/d 4+700 nilai PCI 2, 4+700 s/d 4+800 nilai PCI 9, 5+400 s/d 5+500 nilai PCI 6, 5+500 s/d 5+600 nilai PCI 5, 5+600 s/d 5+700 nilai PCI 7 dengan klasifikasi gagal/buruk (<i>failed</i>). Alternatif yang sesuai adalah laburan aspal setempat, melapisi retak, pengisian retak, penambalan lubang.
----	---------------------------	--	---	---

3.	Samsul Rian Hidayat (2018)	Kajian Tingkat Kerusakan Menggunakan Metode PCI Pada Ruas Jalan Ir. Sutami Kota Probolinggo	Metode yang digunakan dalam penelitian ini yaitu metode PCI (<i>Pavement Condition Index</i>). PCI (<i>Pavement Condition Index</i>) adalah sistem penilaian kondisi perkerasan jalan berdasarkan jenis, tingkat dan luas kerusakan yang terjadi, dan dapat digunakan sebagai acuan dalam usaha pemeliharaan. Jalan Ir. Sutami Kecamatan Wonoasih Kota Probolinggo dengan panjang 2.4 km dibagi menjadi beberapa segmen dengan ukuran 200 x 7 m per segmennya	Hasil Penelitian Menunjukkan terdapat 7 macam kerusakan yang terjadi pada ruas Jalan Ir. Sutami Kecamatan Wonoasih Kota Probolinggo. Jenis kerusakannya adalah Alur (Rutting) sebesar 50,03%, Tambalan (Patching) sebesar 26,34%, Retak Kulit Buaya (Alligator Cracking) sebesar 20,37%, Pelapukan dan Butiran Lepas (Weathering and Raveling) sebesar 2,2%, Persilangan Jalan Rel (Railroad Crossing) sebesar 0,69%, Lubang (Pothole) sebesar 0,17%, dan yang terakhir Ambblas (Depression) sebesar 0,02%. Nilai rata – rata PCI sebesar 51,5 yang menunjukkan kondisi perkerasan jalan dalam kondisi Sedang/Fair, sehingga perlu suatu penanganan serius dari pemerintah untuk segera melakukan perbaikan sebelum kerusakan menjadi lebih parah.
----	----------------------------	---	---	--

4.	Ray Bernad A. Sirait (2017)	Analisa kondisi kerusakan jalan raya pada lapisan permukaan (studi kasus: jalan raya desa kapur, desa kapur, kecamatan sungai raya, kabupaten kubu raya, provinsi kalimantan barat)	Metode yang digunakan dalam penelitian ini yaitu metode PCI (Pavement Condition Index). PCI (Pavement Condition Index) adalah sistem penilaian kondisi perkerasan jalan berdasarkan jenis, tingkat dan luas kerusakan yang terjadi, dan dapat digunakan sebagai acuan dalam usaha pemeliharaan. Setelah melakukan analisa kondisi permukaan perkerasan jalan menggunakan metode PCI (Pavement Condition Index),	Setelah melakukan analisa kondisi permukaan perkerasan jalan menggunakan metode PCI (Pavement Condition Index), maka didapat nilai PCI tiap-tiap unit sampel yang menunjukkan hasil kondisi perkerasan jalan yang terjadi pada ruas jalan Raya Desa Kapur mulai dari STA 0 + 000 s/d STA 3 + 000, setelah dirata – ratakan didapat nilai PCI sebesar 37,47 dan tergolong dalam tingkat kerusakan buruk (Poor). Alternatif perbaikan yang sesuai adalah program tambalan (patching), dilapisi ulang (overlay) dan selanjutnya dilakukan pemeliharaan rutin
----	-----------------------------	---	---	---

5.	Andini Pratiwi Putri (2017)	Analisa kondisi kerusakan jalan pada lapis permukaan jalan menggunakan metode PCI (studi kasus: ruas jalan blora – cepu)	Metode Pavement Condition Index (PCI) dikembangkan untuk mengidentifikasi kerusakan permukaan jalan berdasarkan hasil survey kondisi jalan, sehingga dapat diketahui penanganan perbaikan yang tepat dan efisien pada studi kasus ruas jalan Blora-Cepu. Pengumpulan data dilakukan dengan cara pengamatan secara langsung dengan pengukuran kerusakan jalan seperti panjang, lebar, serta kedalaman untuk selanjutnya dilakukan identifikasi jenis dan tingkat kerusakannya.	Metode PCI menghasilkan nilai berdasarkan perhitungan untuk setiap unit kerusakan jalan sehingga dapat diputuskan jenis penanganan dan pemeliharannya. Berdasarkan hasil pengamatan diperoleh kerusakan jalan pada ruas jalan Blora – Cepu sta.144+500 s/d 148+500 antara lain retak kulit buaya, retak kotak-kotak, cekungan, keritin, amblas, retak pinggir, pinggir turun vertikal, retak memanjang/ melintang, tambalan, pengausan agregat, lubang, mengembang/ jembul dan pelepasan butiran. Pada sta.144+500 s/d sta.145+500 mempunyai indeks PCI sebesar 35,83 % yang tergolong jelek (poor), sta.145+500 s/d sta.146+500 sebesar 73,69 % tergolong sangat bagus (very good), sta.146+500 s/d sta.147+500 sebesar 72,62 % tergolong sangat bagus (very good), dan untuk sta.147+500 s/d sta.148+500 sebesar 56,89 % yang berarti dalam keadaan baik (good).
----	-----------------------------	---	---	--

6.	Aris Munandar (2014)	Analisa kondisi kerusakan jalan pada lapisan permukaan (studi kasus: jalan adi sucipto sungai raya kubu raya)	Tahapan analisa dalam penulisan skripsi ini adalah dengan melakukan survei visual di lokasi penelitian, menentukan jenis dan tingkat kerusakan dan mengukur dimensi kerusakan yang meliputi panjang, lebar dan dalam kerusakan yang terjadi, menghitung luas kerusakan, analisa kondisi kerusakan permukaan Jalan Adi Sucipto dengan cara menghitung nilai PCI secara keseluruhan menggunakan metode Pavement Condition Index (PCI)	Berdasarkan hasil analisa, permukaan Jalan Adi Sucipto Sungai Raya Kubu Raya tergolong dalam tingkat kerusakan buruk (poor) dengan nilai PCI sebesar 35,65. alternatif perbaikan yang sesuai adalah program tambalan (patching), dilapisi ulang (overlay) dan selanjutnya dilakukan pemeliharaan rutin.
----	----------------------	---	---	---