

BAB II
TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Penelitian Terdahulu

Penelitian terdahulu dalam penelitian ini dapat dilihat pada tabel di bawah ini:

Tabel 2.1 Penelitian Terdahulu

No	Nama / Volume / No, Tahun	Judul	Hasil dan pembahasan
1	Usmana, Sofyan M. Salehb, Yuhanis Yunusc. Jurnal Arsip Rekayasa Sipil dan Perencanaan 2(1). 2019	Pemilihan Bahan Material Konstruksi Bahu Jalan Berdasarkan Jenis Kerusakan Dan Analisa Ekonominya (Studi Kasus Jalan Batas Kota Takengon - Uwak)	Berdasarkan Perhitungan Rencana Biaya untuk masing-masing konstruksi bahu jalan yaitu kontruksi menggunakan Material Kelas B dengan biaya Rp. 5.493.388.958, kontruksi bahu jalan material kelas B dengan Geocel adalah Rp. 4.946.201.289,00. Dan konstruksi bahu jalan menggunakan beton adalah Rp. 6.162.438.275,00. Apabila dilakukan penanganan konstruksi bahu jalan dapat lebih dihemat Biaya Operasional Kendaraan (BOK) sebesar adalah Rp. 23.006,- ini disebabkan kecepatan kendaraan pada jalan yang dilakukan penanganan bahu jalan akan lebih cepat dari pada jalan tanpa penanganan pada bahu jalan. Konstruksi yang paling layak untuk dilaksanakan adalah konstruksi bahu jalan kelas B dan Geocell dengan Nilai NPV paling tinggi adalah Rp. 1.808.869.588,71, Nilai BCR > 1 yaitu 1,49, dan Nilai IRR yang diperoleh lebih besar dari Discount Rate yang digunakan dalam perhitungan kelayakan yaitu 6,75%..
2	Akhmad Zadhi Nashruddin dan Cahya Buana. Jurnal Teknik ITS	Analisis Penilaian Kerusakan Jalan dan Perbaikan Perkerasan pada Jalan Raya	Kerusakan jalan tersebut dianalisa menggunakan 3 (tiga) metode, yaitu metode Bina Marga yang dilakukan per segmen 100 meter dengan hasil akhir berupa urutan prioritas, metode PCI (Pavement Condition Index) yang

	Vol. 10, No. 1, (2021)	Roomo, Kecamatan Manyar, Kabupaten Gresik	dilakukan per segmen 100 meter dengan hasil akhir berupa nilai PCI, dan metode Indrasurya dan Dirgolaksono (1990) yang dilakukan per segmen 250 meter dengan hasil akhir berupa nilai kondisi jalan. Ketiga metode tersebut dilakukan dengan cara survei visual langsung ke lapangan. Kemudian dilakukan perbandingan yang selanjutnya dapat diketahui penanganan kerusakannya. Selanjutnya dilakukan juga perbaikan perkerasan dengan dipilih tipikal perkerasan lentur, dengan menggunakan metode Bina Marga 2017 dan digunakan usia rencana 40 tahun. Dari hasil analisis diatas, didapatkan bahwa terjadi perbedaan hasil antara ketiga metode penilaian kerusakan jalan. Kemudian didapatkan jenis penanganan kerusakannya berupa pemeliharaan rutin, pemeliharaan berkala, serta peningkatan jalan. Untuk peningkatan jalan, dilakukan dengan 2 cara. Yang pertama, penambahan tebal lapis tambah (overlay) dengan tebal lapis AC-BC 90 mm dan AC-WC 50 mm. Yang kedua, perbaikan perkerasan dengan didapatkan perkerasan lentur dengan tebal lapis agregat kelas A 150 mm, CTB 150 mm, AC Base 160 mm, AC-BC 60 mm, dan AC-WC 50 mm. Kemudian didapatkan total rencana anggaran biaya dengan penanganan overlay sebesar Rp. 914.990.000,- dan dengan perencanaan ulang perkerasan lentur sebesar Rp. 4.318.144.000,-
3	Hillman Yunardhi, M.Jazir Alkas, Heri Sutanto. Jurnal Ilmu Pengetahuan dan teknologi sipil. Volume 2, Nomor 2 November 2018	Analisa Kerusakan Jalan Dengan Metode Pci Dan Alternatif Penyelesaiannya (Studi Kasus: Ruas Jalan D.I. Panjaitan)	Hasil analisis diperoleh kondisi ruas jalan D.I. Panjaitan dengan metode Pavement Condition Index (PCI) didapat nilai PCI rata-rata ruas jalan D.I. Panjaitan menuju Bontang adalah 79 %. Klasifikasi perkerasaan berdasarkan rating kondisi jalan metode PCI = Very Good. Artinya kondisi jalan masih dalam keadaan sangat baik, namun diperbolehkan untuk dilakukan pemeliharaan demi peningkatan kualitas jalan itu sendiri. Dan nilai PCI rata-rata ruas jalan D.I. Panjaitan menuju Samarinda adalah 98 %. Klasifikasi

			perkerasaan jalur Samarinda – Bontang berdasarkan rating kondisi jalan metode PCI = Excelent. Artinya kondisi jalan keseluruhannya masih dalam keadaan sangat baik
--	--	--	--

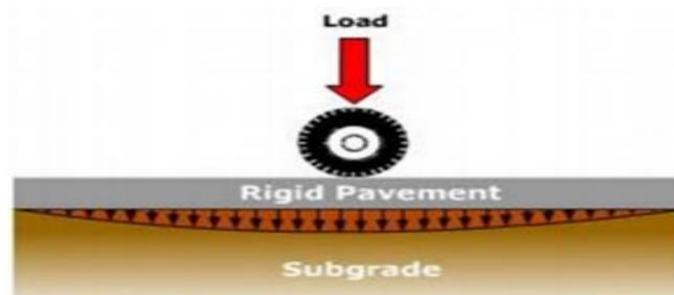
2.2 Perkerasan Jalan

Perkerasan jalan adalah suatu lapisan yang berada di atas tanah dasar yang diperkeras dengan lapis kontruksi tertentu, yang memiliki ketebalan, kekuatan, dan kekakuan, serta kestabilan tertentu yang sudah direncanakan supaya mampu menyalurkan beban lalu lintas di atasnya ke tanah dasar secara aman. Fungsi utama dari perkerasan sendiri yaitu untuk meneruskan atau mendistribusikan beban roda ke area permukaan tanah dasar (subgrade) yang lebih luas dibandingkan dengan luas kontak roda dengan perkerasan, sehingga mereduksi tegangan maksimum yang terjadi pada tanah dasar (Buku Perancangan Perkerasan Jalan). Ada tiga macam konstruksi perkerasan jalan berdasarkan bahan pengikatnya yaitu : konstruksi perkerasan lentur (*flexible pavement*), konstruksi perkerasan kaku (*rigid pavement*), konstruksi perkerasan komposit (*composite pavement*) (Nur dkk, 2021).

1. Perkerasan Kaku (*Rigid Pavement*)

Perkerasan kaku (beton semen) merupakan konstruksi perkerasan dengan bahan baku agregat dan menggunakan semen sebagai bahan pengikatnya, sehingga mempunyai tingkat kekakuan yang relatif cukup tinggi, sehingga dikenal dan disebut sebagai perkerasan kaku atau rigid pavement. Dengan kekakuan atau modulus elastisitas beton semen yang lebih besar, mengakibatkan konstruksi perkerasan kaku memiliki kemampuan penyebaran beban yang lebih tinggi,

sehingga lendutan menjadi lebih kecil serta tegangan yang bekerja pada tanah dasar juga rendah, karena itu perkerasan kaku tidak memerlukan daya dukung pondasi yang kuat. Keseragaman daya dukung tanah dasar sangat penting diperhatikan, dimana tidak boleh ada perubahan yang mencolok dari daya dukung tersebut. Ilustrasi distribusi beban pada perkerasan kaku dapat dilihat pada gambar 2.1 Dengan demikian perkerasan ini umumnya dipakai pada jalan yang memiliki kondisi lalu lintas yang cukup padat serta memiliki distribusi beban yang besar.



(Sumber : <http://wikipedia.org>, 2023)

Gambar 2.1 Ilustrasi Distribusi Beban pada perkerasan Kaku

Pada umumnya perkerasan kaku hanya terdiri dari 2 lapisan saja yaitu : pelat beton dan pondasi bawah. Namun terkadang lapisan beraspal masih digunakan untuk melapisi permukaan pelat beton. Pada konstruksi perkerasan beton semen, sebagai konstruksi utama adalah berupa satu lapis beton semen mutu tinggi. Sedangkan lapis pondasi bawah (subbase berupa cement treated subbase maupun granular subbase) berfungsi sebagai konstruksi pendukung atau pelengkap.

Adapun bagian konstruksi perkerasan kaku (rigid pavement) adalah sebagai berikut :

a. Tanah Dasar (Subgrade)

Tanah dasar merupakan bagian permukaan rangka jalan yang siap menerima konstruksi di atasnya, yaitu konstruksi perkerasan. Tanah dasar ini memiliki fungsi sebagai penerima beban lalu lintas yang didistribusikan/disebarkan oleh struktur perkerasan. Persyaratan yang harus dipenuhi selama persiapan lapisan tanah dasar (subgrade) adalah lebar, kerataan, kemiringan melintang kapasitas beban dan keseragaman kepadatan (Alfajrizal, 2018).

b. Lapis Pondasi Bawah (Subbase Course)

Lapisan ini merupakan wearing surface dari perkerasan lama yang merupakan campuran aspal dan batu pecah. Dalam proyek ini, lapisan pondasi bawah merupakan lapisan perkerasan lama yang digunakan sebagai lapisan dasar yang dianggap cukup kuat, sedangkan perkerasan lama yang rusak diganti dengan batu pecah/kerikil yang memiliki persyaratan tertentu. Bahan untuk lapis pondasi atas memiliki persyaratan yang lebih ketat daripada lapisan dasar (subbase course), bahan yang digunakan harus kuat dan tahan lama untuk menahan tekanan dari roda. Sebelum menentukan bahan yang akan digunakan sebagai bahan pondasi atas, harus dilakukan penyelidikan dan pertimbangan sebaik mungkin sesuai dengan persyaratan teknis. Fungsi utama adalah pendukung structural, tapi juga dapat berupa:

- 1) Meminimalkan ambles pada jalan
- 2) Meningkatkan drainase subbase umumnya terdiri dari bahan bahan kualitas lebih rendah dari pada lapisan atas, tetapi lebih baik daripada tanah dasar. Bahan agregat yang baik secara keseluruhan dan berkualitas tinggi sebagai pengisi struktural. Sebuah subbase tidak selalu diperlukan atau digunakan.

c. Lapis Permukaan (Surface Course)

Lapis permukaan adalah bagian atas perkerasan, dan berfungsi :

- 1) Sebagai bahan penutup untuk menahan beban roda.
- 2) Sebagai lapisan kedap air untuk melindungi jalan dari kerusakan cuaca.
- 3) Sebagai lapisan aus (wearing surface)

Bahan lapisan permukaan biasanya sama dengan bahan lapisan pondasi atas yang komposisi bahannya lebih baik. Bahan bitumen mungkin diperlukan untuk membuat lapisan kedap air, dan bahan aspal itu sendiri mengurangi tegangan tarik, yang berarti meningkatkan daya dukung lapisan terhadap beban lalu lintas beroda.

Jenis perkerasan kaku atau perkerasan beton semen merupakan suatu konstruksi dengan bahan baku agregat dan menggunakan semen sebagai bahan pengikat. Pada saat ini dikenal 4 jenis perkerasan beton semen yaitu (Putra dkk, 2022):

- a. Perkerasan beton semen bersambung tanpa tulangan (jointed concrete pavement) Jenis perkerasan beton semen yang dibuat tanpa tulangan dan memiliki dimensi pelat seperti bujur sangkar dengan sambungan melintang

yang membatasi panjang pelat. Panjang pelat perkerasan jenis ini sekitar 4-5 meter.

- b. Perkerasan beton semen bertulang dengan sambungan (jointed reinforced concrete pavement) Jenis perkerasan beton semen dengan tulangan, dimensi pelat adalah 4 persegi panjang, dibatasi oleh panjang pelat dengan sambungan melintang. Panjang pelat beton semen tersebut sekitar 8-15 meter.
- c. Perkerasan beton semen tanpa tulangan (continuously reinforced concrete pavement) Jenis pelat beton semen ini terdiri dari tulangan panjang pelat menerus yang hanya dibatasi oleh sambungan melintang. Panjang pelat jenis perkerasan beton semen ini adalah 75 meter.
- d. Perkerasan beton semen prategang (prestressed concrete pavement) Jenis perkerasan beton semen tanpa tulangan menerus dengan kabel prategang untuk mengurangi susut, muai dan elastisitas akibat perubahan suhu dan kelembaban.

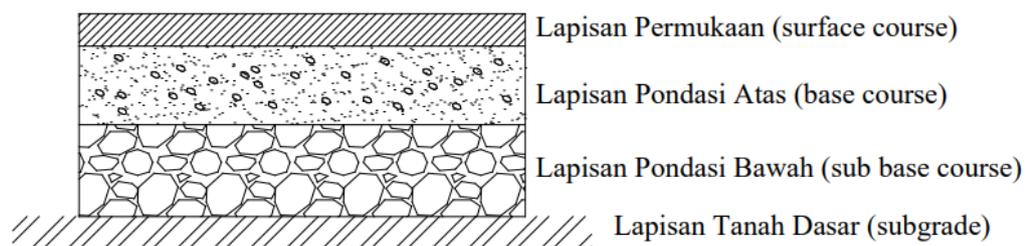
Daya dukung perkerasan biasanya didapat dari pelat beton. Sifat daya dukung perkerasan juga didapat dari pelat beton semen. Ada hal yang perlu dicermati, yaitu kandungan air pemadatan, kepadatan serta pergantian kandungan air sepanjang masa pelayanan.

2. Perkerasan Lentur (*Flexible Pavement*)

Konstruksi perkerasan lentur (flexible pavement), adalah perkerasan yang menggunakan aspal sebagai bahan pengikat dan lapisan-lapisan perkerasannya bersifat memikul dan menyebarkan beban lalu lintas ke tanah dasar. Aspal itu sendiri adalah material berwarna hitam atau coklat tua, pada temperatur ruang

berbentuk padat sampai agak padat. Jika aspal dipanaskan sampai suatu temperatur tertentu, aspal dapat menjadi lunak / cair sehingga dapat membungkus partikel agregat pada waktu pembuatan aspal beton. Jika temperatur mulai turun, aspal akan mengeras dan mengikat agregat pada tempatnya (sifat termoplastis). Sifat aspal berubah akibat panas dan umur, aspal akan menjadi kaku dan rapuh sehingga daya adhesinya terhadap partikel agregat akan berkurang. Perubahan ini dapat diatasi / dikurangi jika sifat-sifat aspal dikuasai dan dilakukan langkah-langkah yang baik dalam proses pelaksanaan.

Konstruksi perkerasan lentur terdiri atas lapisan-lapisan yang diletakkan diatas tanah dasar yang telah dipadatkan. Lapisan-lapisan tersebut berfungsi untuk menerima beban lalu lintas dan menyebarkan ke lapisan yang ada dibawahnya, sehingga beban yang diterima oleh tanah dasar lebih kecil dari beban yang diterima oleh lapisan permukaan dan lebih kecil dari daya dukung tanah dasar. Konstruksi perkerasan lentur terdiri dari :



Gambar 2.2. Lapisan Konstruksi Perkerasan Lentur

a. Lapisan permukaan (Surface Course)

Lapis permukaan struktur pekerasan lentur terdiri atas campuran mineral agregat dan bahan pengikat yang ditempatkan sebagai lapisan paling atas dan biasanya terletak di atas lapis pondasi.

b. Lapisan pondasi atas (Base Course)

Lapis pondasi adalah bagian dari struktur perkerasan lentur yang terletak langsung di bawah lapis permukaan. Lapis pondasi dibangun di atas lapis pondasi bawah atau, jika tidak menggunakan lapis pondasi bawah, langsung di atas tanah dasar.

c. Lapisan pondasi bawah (Sub Base Course)

Lapis pondasi bawah adalah bagian dari struktur perkerasan lentur yang terletak antara tanah dasar dan lapis pondasi. Biasanya terdiri atas lapisan dari material berbutir (granular material) yang dipadatkan, distabilisasi ataupun tidak, atau lapisan tanah yang distabilisasi.

d. Lapisan tanah dasar (Subgrade)

Kekuatan dan keawetan konstruksi perkerasan jalan sangat tergantung pada sifatsifat dan daya dukung tanah dasar. Dalam pedoman ini diperkenalkan modulus resilien (MR) sebagai parameter tanah dasar yang digunakan dalam perencanaan Modulus resilien (MR) tanah dasar juga dapat diperkirakan dari CBR standar dan hasil atau nilai tes soil index. Korelasi Modulus Resilien dengan nilai CBR (Heukelom & Klomp) berikut ini dapat digunakan untuk tanah berbutir halus (fine-grained soil) dengan nilai CBR terendam 10 atau lebih kecil.

Aspal yang dipergunakan pada konstruksi perkerasan jalan berfungsi sebagai:

- a. Bahan pengikat, memberikan ikatan yang kuat antara aspal dengan agregat dan antara aspal itu sendiri.

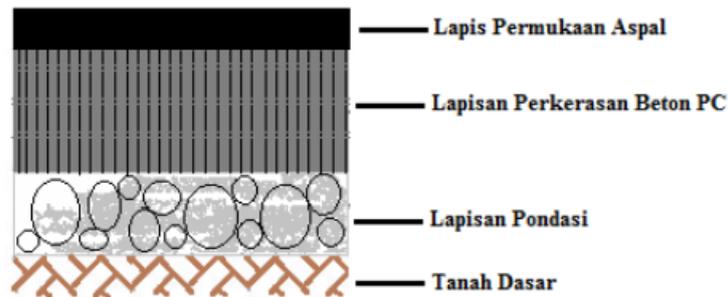
- b. Bahan pengisi, mengisi rongga antara butir-butir agregat dan pori-pori yang ada dari agregat itu sendiri.

3. Perkerasan Komposit (*Composite Pavement*)

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. Umumnya jenis konstruksi ini digunakan untuk tingkat pelayanan yang tinggi. Material yang digunakan pada jenis perkerasan ini berupa aspal dan beton. Biasanya lapisan beton berada dibawahnya yang kemudian lapisan aspal. Fungsi dari dua material ini adalah agar dapat menopang beban lalu lintas secara bersamasama. Adapun struktur lapisan pada perkerasan komposit ini adalah.

- a. Lapis permukaan aspal Pada lapis permukaan ini digunakan material berupa aspal. Fungsi dari lapis permukaan ini adalah sebagai lapisan kedap air sehingga air hujan tidak masuk kedalam lapisan yang berada dibawahnya, lapis aus sebagai penahan gesekan saat pengereman dan juga sebagai lapis penahan beban.
- b. Lapis perkerasan beton PC Lapisan ini terletak dibawah lapisan aspal. Material yang digunakan yaitu beton campuran antara agregat kasar, agregat halus, filler (jika dibuthkan), dan air. Fungsi dari lapisan ini adalah untuk menahan beban dan juga menyalurkan beban ke lapisan dibawahnya.
- c. Lapis pondasi Lapis pondasi adalah lapisan yang berfungsi untuk menyalurkan beban. Material yang digunakan pada lapisan ini biasanya adalah agregat dengan kelas A atau B yang sudah dipadatkan.

- d. Tanah Dasar Tanah dasar adalah lapisan terbawah dari perkerasan. Lapisan ini biasanya menggunakan tanah asli jika memungkinkan yang selanjutnya dipadatkan dengan kepadatan tertentu.



Gambar 2.3 Struktur Perkerasan Komposit

2.3 Kerusakan Jalan

2.3.1 Faktor-Faktor Penyebab Kerusakan Jalan

Menurut Sukirman (1991), kerusakan pada konstruksi perkerasan jalan dapat disebabkan oleh beberapa faktor sebagai 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 serta naiknya air akibat sifat kapilaritas.
3. Material konstruksi perkerasan, faktor ini dapat disebabkan oleh sifat material itu sendiri atau dapat pula disebabkan oleh sistem pengolahan yang tidak baik
4. Iklim, Indonesia beriklim tropis dimana suhu udara dan curah hujan umumnya tinggi yang merupakan salah satu penyebab kerusakan jalan.
5. Kondisi tanah dasar yang tidak stabil, faktor ini kemungkinan disebabkan oleh sistem pelaksanaan kurang baik atau dapat juga disebabkan oleh sifat tanah dasarnya yang tidak bagus.

6. Proses pemadatan lapisan di atas tanah dasar yang kurang baik.

2.3.2 Jenis Kerusakan Perkerasan Lentur

1. Deformasi

Deformasi adalah perubahan permukaan jalan dari profil aslinya. Deformasi merupakan kerusakan penting dari kondisi perkerasan. Karena mempengaruhi kualitas kenyamanan lalu lintas. Berikut ini beberapa tipe deformasi perkerasan lentur:

a. Bergelombang (*Corrugation*)

Bergelombang atau keriting adalah kerusakan akibat terjadinya deformasi plastis yang menghasilkan gelombang-gelombang melintang arah tegak lurus arah perkerasan. Keriting sering terjadi pada titik-titik yang banyak mengalami tegangan horizontal tinggi, dimana lalu lintas mulai bergerak dan berhenti.

Perbaikan yang paling baik dilakukan adalah dengan menambal di seluruh kedalaman. Jika perkerasan mempunyai agregat fondasi (*base*) dengan lapisan tipis perawatan permukaan maka permukaan dikasarkannya kemudian dicampur dengan material fondasi, dan dipadatkan lagi sebelum meletakkan lapisan permukaan kembali (*resurfacing*).

Tabel 2.2 Tingkat kerusakan gelombang (*corrugation*)

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

Sumber: Shahim, 1994

b. Alur (*Rutting*)

Alur adalah deformasi permukaan aspal dalam bentuk turunnya perkerasan ke arah memanjang pada lintasan roda kendaraan. Distorsi permukaan jalan yang membentuk alur-alur terjadi akibat beban lalu lintas yang berulang-ulang pada lintasan roda sejajar dengan as jalan. Alur biasanya baru nampak jelas ketika hujan dan terjadi genangan. Perbaikan dapat dilakukan dengan memberi lapisan tambalan dari lapis permukaan yang sesuai.

Tabel 2.3 Tingkat kerusakan alur (*rutting*)

Tingkat Kerusakan	Keterangan
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. (> 25.5 mm).

Sumber: Shahim, 1994

c. Ambles (*Depression*)

Ambles adalah penurunan perkerasan yang terjadi pada area terbatas yang mungkin dapat diikuti dengan retakan. Penurunan ditandai dengan adanya genangan air pada permukaan perkerasan. Perbaikan yang dapat dilakukan :

1. Untuk ambles yang ≤ 5 cm, bagian yang rendah diisi dengan bahan sesuai seperti lapen, lataston, laston.
2. Untuk ambles yang ≥ 5 cm, bagian yang ambles dibongkar dan lapis kembali dengan lapis yang sesuai.

Tabel 2.4 Tingkat kerusakan ambles (*despression*)

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

Sumber: Shahim, 1994

d. Sungkur (Shoving)

Sungkur adalah perpindahan permanen secara lokal dan memanjang dari permukaan perkerasan yang disebabkan oleh lalu lintas. Perbaikan dapat dilakukan dengan cara dibongkar dan dilapis kembali dengan burda, burtu, ataupun lataston.

Tabel 2.5 Tingkat kerusakan sungkur (*shoving*)

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

Sumber: Shahim, 1994

e. Mengembang (Swell)

Mengembang adalah gerakan ke atas lokal 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. Perbaikan dilakukan dengan membongkar bagian yang rusak dan melapisinya kembali.

Tabel 2.6 Tingkat kerusakan mengembang (*swell*)

Tingkat Kerusakan	Keterangan
L	Pengembangan menyebabkan sedikit gangguan kenyamanan kendaraan. Kerusakan ini sulit dilihat, tapi dapat dideteksi dengan berkendara.
M	Pengembangan menyebabkan cukup gangguan kenyamanan kendaraan.
H	Pengembangan menyebabkan gangguan besar pada kenyamanan kendaraan.

Sumber: Shahim, 1994

f. Benjol dan penurunan (Bump 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 ke bawah dari permukaan perkerasan (Shahin, 1994). Tindakan perbaikan dapat dilakukan dengan penambalan dangkal, parsial atau seluruh kedalaman.

Tabel 2.7 Tingkat kerusakan benjol dan turun (*bump & sags*)

Tingkat Kerusakan	Keterangan
L	Benjol dan melengkung mengakibatkan sedikit gangguan kenyamanan kendaraan.
M	Benjol dan melengkung mengakibatkan cukup gangguan kenyamanan kendaraan.
H	Benjol dan melengkung mengakibatkan gangguan besar pada kenyamanan kendaraan.

Sumber: Shahin, 1994

2. Retak (*crack*)

Retak dapat terjadi dalam berbagai bentuk. Hal ini dapat disebabkan oleh beberapa faktor dan melibatkan mekanisme yang kompleks. Secara teoritis, retak dapat terjadi bila tegangan tarik yang terjadi pada lapisan aspal melampaui tegangan tarik maksimum yang dapat ditahan oleh perkerasan tersebut. Retak pada perkerasan lentur dapat dibedakan menurut bentuknya yaitu (Austroads, 1987) :

a. Retak memanjang (*longitudinal crack*)

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

perkerasan. Perbaikan yang dapat dilakukan dengan cara memasukkan campuran aspal cair dan pasir ke dalam celah yang retak.

Tabel 2.8 Tingkat kerusakan retak memanjang (*longitudinal cracks*)

Tingkat Kerusakan	Keterangan
L	Satu dari kondisi berikut terjadi: 1) Retak tak berisi, lebar < 3/8 in. (10 mm), atau 2) Retak terisi sembarang lebar (pengisi kondisi bagus).
M	Satu dari kondisi berikut terjadi : 1) Retak tak berisi, lebar < 3/8 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 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: Shahim, 1994

b. Retak melintang (*transverse crack*)

Retak melintang merupakan retak tunggal (tidak bersambung satu sama lain) yang melintang perkerasan. Perkerasan retak ketika temperature atau lalu lintas menimbulkan tegangan dan regangan yang melampui kuat tarik atas kelelahan dari campuran aspal padat. Perbaikan yang dapat dilakukan dengan cara memasukkan campuran aspal cair dan pasir ke dalam celah yang retak.

Tabel 2.9 Tingkat kerusakan retak melintang (*transverse cracks*)

Tingkat Kerusakan	Keterangan
L	Satu dari kondisi berikut terjadi : 1) Retak tak berisi, lebar < 3/8 in. (10 mm), atau 2) Retak terisi sembarang lebar (pengisi kondisi bagus).
M	Satu dari kondisi berikut terjadi : 1) Retak tak berisi, lebar < 3/8 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 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: Shahim, 1994

c. Retak diagonal (*diagonal crack*)

Kerusakan ini umumnya terjadi pada permukaan perkerasan aspal yang dihamparkan di atas perkerasan beton semen Portland. Retak terjadi pada lapis tambahan aspal yang mencerminkan pola retak dalam perkerasan beton lama yang berada dibawahnya. Pola retak dapat kearah memanjang, melintang, diagonal, atau membentuk blok. Perbaikan yang dapat dilakukan dengan cara memasukkan campuran aspal cair dan pasir ke dalam celah yang retak.

Tabel 2.10 Tingkat kerusakan reflektif sambungan (*join reflective cracks*)

Tingkat Kerusakan	Keterangan
L	Satu dari kondisi berikut terjadi : 1) Retak tak berisi, lebar < 3/8 in. (10 mm), atau 2) Retak terisi sembarang lebar (pengisi kondisi bagus).
M	Satu dari kondisi berikut terjadi : 1) Retak tak berisi, 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 terjadi: 1) Sembarang retak terisi atau tak terisi dikelilingi oleh retak acak, kerusakan sedang sampai 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 pecah).

Sumber: Shahim, 1994

d. Retak blok (*block crack*)

Retak blok ini membentuk blok-blok besar yang saling bersambungan dengan ukuran sisi blok 0,2-3 meter, dan dapat membentuk sudut atau pojokan yang tajam. Kerusakan ini bukan karena beban lalu lintas. Retak blok biasanya terjadi pada area yang luas pada perkerasan aspal, tapi kadang-kadang hanya terjadi pada area yang jarang dilalui lalu lintas. Perbaikan dapat dilakukan dengan mengisi celah dengan campuran aspal cair dan pasir dan melapisi dengan burtu.

Tabel 2.11 Tingkat kerusakan retak melintang (*transverse cracks*)

Tingkat Kerusakan	Keterangan
L	Blok didefenisikan oleh retak dengan tingkat kerusakan rendah.
M	Blok didefenisikan oleh retak dengan tingkat kerusakan sedang.
H	Blok didefenisikan oleh retak dengan tingkat kerusakan tinggi.

Sumber: Shahim, 1994

e. Retak kulit buaya (*alligator crack*)

Retak kulit buaya adalah retak yang berbentuk sebuah jaringan dari bidang bersegi banyak kecil-kecil menyerupai kulit buaya, dengan lebar celah ≥ 3 mm, retak ini disebabkan oleh kelelahan akibat beban lalu lintas berulang-ulang. Retak kulit buaya untuk sementara dapat dipelihara dengan mempergunakan lapis burda, burtu, ataupun lataston jika celah ≤ 3 mm.

Sebaiknya bagian perkerasan yang telah mengalami retak kulit buaya akibat air yang merembes masuk bagian – bagian yang basah, kemudian dilapis kembali dengan bahan yang sesuai. Perbaikan harus disertai dengan perbaikan drainase di sekitarnya. Kerusakan yang disebabkan oleh beban lalu lintas harus diperbaiki dengan memberi lapis tambalan. Retak kulit buaya dapat diresepi oleh

air sehingga lama kelamaan akan menimbulkan lubang – lubang akibat terlepasnya butir – butir.

Tabel 2.12 Tingkat kerusakan retak kulit buaya (*alligator cracks*)

Tingkat Kerusakan	Keterangan
L	Halus, retak rambut/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	Retak kulit buaya ringan terus berkembang ke dalam pola atau jaringan retakan yang diikuti gompal ringan.

* Retak gompal adalah pecahan material di sepanjang sisi retakan.

Sumber: Shahim, 1994

f. Retak slip (slippage crack)

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 dibawahnya, sehingga terjadi penggelinciran. Jarak retakan sering berdekatan dan berkelompok secara paralel.

Perbaikan dapat dilakukan dengan membongkar bagian yang rusak dan menggantinya dengan lapisan yang lebih baik.

Tabel 2.13 Tingkat kerusakan slip (*slippage cracks*)

Tingkat Kerusakan	Keterangan
L	Retak rata-rata lebar $>3/8$ in. (10 mm).
M	Satu dari kondisi berikut 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 terjadi : 1) Retak rata-rata $> 1/2$ in. (>38 mm). 2) Area di sekitar retakan, pecah ke dalam pecahan-pecahan mudah terbongkar.

Sumber: Shahim, 1994

3. Kerusakan Teksur Permukaan

Kerusakan tekstur permukaan merupakan kehilangan material perkerasan secara berangsur-angsur dari lapisan permukaan ke arah bawah. Perkerasan nampak seakan pecah menjadi bagian-bagian kecil, seperti pengelupasan akibat terbakar sinar matahari, atau mempunyai garis-garis goresan yang sejajar. Butiran lepas dapat terjadi di atas seluruh permukaan, dengan lokasi terburuk di jalur lalu lintas. Kerusakan tekstur permukaan aspal dapat dibedakan menjadi:

a. Butiran lepas (raveling)

Pelapukan dan butiran lepas 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. Tindakan perbaikan dapat dilakukan dengan memberikan lapisan tambahan di atas lapisan yang mengalami pelepasan butir setelah lapisan tersebut dibersihkan, dan dikeringkan.

Tabel 2.14 Tingkat kerusakan pelapukan dan butiran lepas (*weathering and raveling*)

Tingkat Kerusakan	Keterangan
L	Agregat atau bahan pengikat mulai lepas. Di beberapa tempat, permukaan mulai berlubang. Jika ada tumpahan oli; genangan oli dapat terlihat, tapi permukaannya keras, tak dapat ditembus mata uang logam.
M	Agregat atau pengikat telah lepas. Tekstur permukaan agak kasar dan berluang. Jika ada tumpahan oli permukaannya lunak, dan dapat ditembus mata uang logam.
H	Agregat atau pengikat telah banyak lepas. Tekstur permukaan sangat kasar dan mengakibatkan banyak lubang. Diameter luasan lubang < 4 in. (10 mm) dan kedalaman ½ in. (13 mm). Luas lubang lebih

	besar dari ukuran ini, dihitung sebagai kerusakan lubang (photole). Jika ada tumpahan oli permukaan lunak, pengikat aspal telah hilang ikatannya sehingga agregat menjadi longgar.
--	--

Sumber: Shahim, 1994

b. Kegemukan (bleeding)

Kegemukan adalah hasil dari aspal pengikat yang berlebihan yang bermigrasi ke atas permukaan perkerasan. Kelebihan kadar aspal atau terlalu rendahnya kadar udara dalam campuran, dapat menyebabkan tenggelamnya agregat ke dalam pengikat aspal yang menyebabkan berkurangnya kontak antara ban kendaraan dan batuan. Kerusakan ini menyebabkan permukaan jalan menjadi licin. Pada temperature tinggi aspal menjadi lubak dan akan terjadi jejak roda. Dapat diatasi dengan menaburkan agregat panas dan kemudian dipadatkan, atau lapis aspal diangkat dan kemudian diberi lapisan penutup.

Tabel 2.15 Tingkat kerusakan kegemukan (*bleeding/flushing*)

Tingkat Kerusakan	Keterangan
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: Shahim, 1994

c. Agregat licin (polished aggregate)

Agregat licin adalah licinnya permukaan bagian atas perkerasan, akibat ausnya agregat di permukaan. Kecenderungan perkerasan menjadi licin dipengaruhi oleh sifat-sifat geologi dari agregat. Akibat pelicinan agregat oleh lalu

lintas, aspal pengikat akan hilang dan permukaan jalan menjadi licin, terutama sesudah hujan.

d. Lubang (potholes)

Lubang adalah lekukan permukaan perkerasan akibat hilangnya lapisan aus dan material lapis pondasi (base). Lubang merupakan kerusakan yang paling dominan dan merata di seluruh segmen jalan. Tindakan perbaikannya adalah dengan melakukan penambalan lubang (*patching*) dan penambahan lapisan perkerasan (*overlay*).

Tabel 2.16 Tingkat kerusakan kegemukan (*bleeding/flushing*)

Kedalaman Maksimum	Diameter 4 – 8 in. (102 – 203 mm)	Diameter 8 – 18 in. (203 – 457 mm)	Diameter 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: Shahim, 1994

4. Tambalan dan Tambalan Galian Utilitas (*patching* dan *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.

Tabel 2.17 Tingkat kerusakan kegemukan (*bleeding/flushing*)

Tingkat Kerusakan	Keterangan
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: Shahim, 1994

2.4 Metode PCI (*Pavement Condition Index*)

Menurut Shahin (1994) dan Hardiatmo (2007), indeks kondisi perkerasan adalah tingkatan dari kondisi permukaan perkerasan dan ukuran yang ditinjau mengacu pada kondisi dan kerusakan di permukaan perkerasan yang terjadi. PCI (*Pavement Condition Index*) ini merupakan indeks numerik yang nilainya berkisar antara 0-100. Nilai PCI dapat dilihat pada Tabel 2.2 berikut ini:

Tabel 2.18 Nilai PCI (*Pavement Condition Index*)

No	Nilai PCI	Kondisi
1	0 – 10	Gagal (Failed)
2	11 – 25	Sangat Buruk (Very Poor)
3	26 – 40	Buruk (Poor)
4	41 – 55	Sedang (Fair)
5	56 – 70	Baik (Good)
6	71 – 85	Sangat Baik (Very Good)
7	86 – 100	Sempurna (Excellent)

Sumber: Shahin (1994)

Tingkat Kerusakan (*Severity Level*)

Menurut Hardiatmo (2007), 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).

Kerapatan (Density)

Menurut Hardiatmo (2007), kerapatan adalah persentase luas atau panjang total dari satu jenis kerusakan terhadap luas atau panjang total bagian jalan yang diukur untuk dijadikan sampel. Kerapatan dapat dinyatakan dengan persamaan berikut:

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

Dimana:

Ad = Luas total jenis kerusakan untuk tiap tingkat kerusakan (m²)

As = Luas total unit segmen (m²)

Nilai Pengurangan (Deduct Value)

Nilai pengurangan DV (deduct value) adalah suatu nilai pengurangan untuk setiap jenis kerusakan yang diperoleh dari kurva hubungan kerapatan (density) dan tingkat keparahan kerusakan (severity level). (Hardiatmo, 2007). Nilai Pengurangan Total (Total deduct value, TDV) Menurut Hardiatmo (2007), nilai pengurangan total adalah jumlah total dari nilai pengurangan pada masing-masing unit sampel atau nilai total dari individual deduct value untuk tiap jenis kerusakan dan tingkat kerusakan yang ada pada suatu unit segmen.

Nilai pengurangan terkoreksi (corrected deduct value, CDV)

Menurut Hardiatmo (2007), 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.

Nilai PCI

Menurut Hardiatmo (2007), setelah nilai CDV diperoleh maka nilai PCI untuk setiap unit sampel dihitung dengan menggunakan persamaan berikut:

$$PCI (s) = 100 - CDV$$

Dimana:

PCI (s)= Pavement Condition Index untuk setiap unit sampel

CDV = Corrected Deduct Value dari setiap unit sampel.

Untuk nilai PCI secara keseluruhan pada ruas jalan tertentu ditunjukkan oleh persamaan sebagai berikut:

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

Dimana:

PCI = nilai PCI rata-rata dari keseluruhan area penelitian

PCI (s) = nilai PCI untuk setiap unit sampel

N = jumlah unit sampel