

BAB II

LANDASAN TEORI

2.1 Pengertian Umum

Jalan adalah prasarana transportasi darat yang meliputi segala bagian jalan, termasuk bangunan pelengkap dan perlengkapannya yang diperuntukan bagi lalu lintas, yang berada pada permukaan tanah, di atas permukaan tanah, di bawah permukaan tanah, di bawah permukaan tanah dan/atau air, serta di atas permukaan air, kecuali jalan kereta api, jalan lori dan jalan kabel. (UU No. 38 Tahun 2004).

Lapis perkerasan berfungsi untuk menerima dan menyebarkan beban lalu lintas tanpamenimbulkan kerusakan yang berarti pada konstruksi jalan itu sendiri, sehingga akan memberikan kenyamanan kepada si pengemudi selama masa pelayanan jalan tersebut (Sukirman. S, 1999).

2.2 Beban Berlebih (Overloading)

Wartadinata dan Situmorang (2012) menyatakan apabila beban muatan dibiarkan terus menerus terjadi, maka pada umur tahun pelayanan akan dimungkinkan terjadi kerusakan, hal ini dapat menimbulkan kerugian ekonomi.

Saleh, dkk (2009) menyampaikan bahwa truk bermuatan lebih sangat berpengaruh terhadap daya rusak jalan. Kerusakan jalan berbanding lurus terhadap persentase kelebihan muatan bila dibandingkan dengan muatan sesuai jumlah beban ijin (JBI).

Muatan berlebih akan meningkatkan kerusakan jalan dan memperpendek umur layanan jalan sehingga perlu pengendalian terhadap muatan berlebih berupa pengendalian terhadap muatan sumbu terberat (MST) (Ditjen Perhubungan Darat, 2005).

2.3 Kerusakan Jalan

Kerusakan jalan ditunjukkan dengan bentuk permukaan jalan bisa terjadi sebagai dampak dari ketidakpatuhan terhadap regulasi yang ditetapkan pemerintah akan sebabkan kerusakan struktural jalan daerah (Mulyono, 2009).

Mulyono (2010) menjelaskan bahwa penyebab kerusakan awal konstruksi jalan daerah terutama :

1. Mutu konstruksi tidak sesuai dengan standar;

2. Beban gandar kendaraan tidak sesuai kelas jalan daerah;
3. Disfungsi drainase.

Kerusakan jalan akibat beban volume kendaraan muatan overloading menyebabkan umur layanan jalan menjadi pendek dan menyebabkan kerugian ekonomi.

2.4 Jenis-jenis Kerusakan Perkerasan Jalan

Seiring dengan bertambahnya umur, perkerasan akan mengalami penurunan kondisi. Penurunan kondisi akan lebih cepat terjadi apabila beban kendaraan yang cenderung jauh melampaui batas dan disertai dengan kondisi cuaca yang kurang bersahabat. Akibat beban kendaraan, pada lapis-lapis perkerasan terjadi tegangan dan regangan yang besarnya tergantung pada kekakuan dan tebal lapisan. Pengulangan beban mengakibatkan terjadinya retak 21 lelah pada lapisan beraspal . Bila sudah mulai terjadinya retak, luas dan keparahan retak akan berkembang cepat sehingga terjadi gompal dan akhirnya terjadinya lubang. Retak memungkinkan air masuk ke dalam perkerasan sehingga mempercepat deformasi dan memungkinkan terjadinya penurunan kekuatan geser dan perubahan volume . (Sjahdanulirwan, 2003).

Disamping beban lalu-lintas, kemungkinan penyebab kerusakan secara umum dapat dikelompokkan menjadi:

1. Konstruksi perkerasan, termasuk tanah dasar yang lemah
2. Perbedaan kekuatan dua bagian perkerasan
3. Sistem drainase yang jelek (memperlemah konstruksi perkerasan)
4. Umur (mengakibatkan penuaan/pelapukan aspal)
5. Kemarau (mengakibatkan penyusutan tanah sehingga terjadi retak memanjang)
6. Gaya horizontal pada saat kendaraan direm (menimbulkan patah slip)
7. Keterlambatan pemeliharaan.

Kerusakan berdasarkan Manual Pemeliharaan Jalan Direktorat Jenderal Bina Marga No. 03/MN/B/1983, kerusakan jalan dapat dibedakan kedalam 19 (sembilan belas) jenis kerusakan. Adapun dari ke-19 (sembilan belas) kerusakan perkerasan tersebut 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. Retak ini disebabkan oleh kelelahan akibat beban lalu lintas yang berulang-ulang. Adapun penyebab dari retak ruit buaya (alligator cracking) yaitu:

- a) Bahan perkerasan atau kualitas material yang kurang baik sehingga menyebabkan perkerasan lemah atau lapis beraspal yang rapuh (*brittle*)
- b) Pelapukan aspal
- c) Penggunaan aspal yang kurang
- d) Tingginya air tanah pada beban pekerasan jalan.
- e) Lapis pondasi bawah kurang stabil.

Tabel 2.1 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 2.1 Retak kulit buaya (*Alligator Cracking*)
 Sumber : Bina marga no. 03/MN/B/1983

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 ban kendaraan yang melewatinya. Hal ini akan membahayakan keselamatan lalu lintas karena jalan akan menjadi licin. Adapun penyebab dari kegemukan (*bleeding*) yaitu:

- a) Penggunaan aspal yang tidak merata atau berlebihan.
- b) Tidak menggunakan binder (aspal) yang sesuai.
- c) Akibat dari keluarnya aspal dari lapisan bawah yang mengalami kelebihan aspal.

Tabel 2.2 Identifikasi Tingkat Kerusakan Retak 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 2.2 Kegemukan (Bleeding)

Sumber : Bina marga no.03/MN/B/1983

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

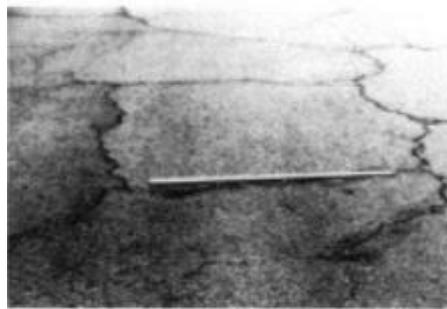
Retak kotak-kotak ini berbentuk blok atau kotak pada perkerasan jalan. Retak ini terjadi umumnya pada lapisan tambahan (*overlay*), yang menggambarkan pola retakan perkerasan di bawahnya. Ukuran blok umumnya lebih dari 200 mm × 200 mm. Adapun penyebab dari retak kotak-kotak (*block cracking*) yaitu:

- a) Perambatan retak susut yang terjadi pada lapisan perkerasan di bawahnya.
- b) Retak pada lapis perkerasan yang lama tidak diperbaiki secara benar sebelum pekerjaan lapisan tambahan (*overlay*) dilakukan.
- c) Perbedaan penurunan dari timbunan atau pemotongan badan jalan dengan struktur perkerasan.
- d) Perubahan volume pada lapis pondasi dan tanah dasar.
- e. Adanya akar pohon atau utilitas lainnya di bawah lapis perkerasan.

Tabel 2.3 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 2.3 Retak Kotak-kotak (*Block Cracking*)

Sumber : *Bina marga no.03/MN/B/1983*

4. Cekung (*Bumps and Sags*)

Bendul kecil yang menonjol keatas, pemindahan pada lapisan perkerasan itu disebabkan perkerasan tidak stabil. Adapun penyebab dari cekungan (*bumps and sags*) juga dapat disebabkan oleh beberapa faktor yaitu :

- a) Bendul atau tonjolan yang dibawah PCC slab pada lapisan AC.
- b) Lapisan aspal bergelombang (membentuk lapisan lensa cembung).
- c) Perkerasan yang menjumbul keatas pada material disertai retakan yang ditambah dengan beban lalu lintas (kadang-kadang disebut tenda).

Longsor kecil dan retak kebawah atau pemindahan pada lapisan perkerasan mebuat cekungan. Longsor itupun terjadi pada area yang lebih

luas dengan banyaknya cekungan dan cembungan pada permukaan perkerasan biasa disebut gelombang.

Tabel 2.4 Identifikasi 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 2.4 Cekungan (*Bump and Sags*)

Sumber : *Bina marga no.03/MN/B/1983*

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. Adapun penyebab dari keriting (*corrugation*) juga dapat disebabkan oleh beberapa faktor yaitu :

- a) Stabilitas lapis permukaan yang rendah.
- b) Penggunaan material atau agregat yang tidak tepat, seperti digunakannya agregat yang berbentuk bulat licin.
- c) Terlalu banyak menggunakan agregat halus.
- d) Lapis pondasi yang memang sudah bergelombang.

- e) Lalu lintas dibuka sebelum perkerasan mantap (untuk perkerasan yang menggunakan aspal cair).

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

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



Gambar 2.5 Keriting (*Corrugation*)

Sumber : *Bina marga no.03/MN/B/1983*

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. Adapun penyebab dari amblas (*depression*) juga dapat disebabkan oleh beberapa faktor yaitu :

- a) Beban kendaraan yang berlebihan, sehingga kekuatan struktur bagian bawah perkerasan jalan itu sendiri tidak mampu memikulnya.
- b) Penurunan bagian perkerasan dikarenakan oleh turunnya tanah dasar.
- c) Pelaksanaan pemadatan tanah yang kurang baik.

Tabel 2.5 Identifikasi Tingkat Kerusakan Amblas (Depression)

Level	Identifikasi Kerusakan
L	Kedalaman maksimum ambles ½ - 1 in.(13 – 25 mm)
M	Kedalaman maksimum ambles 1 – 2 in. (25 – 51mm)
H	Kedalaman ambles > 2 in. (51 mm)

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



Gambar 2.6 Amblas (*Depression*)

Sumber : *Bina marga no.03/MN/B/1983*

7. Retak Pinggir (*Edge Cracking*)

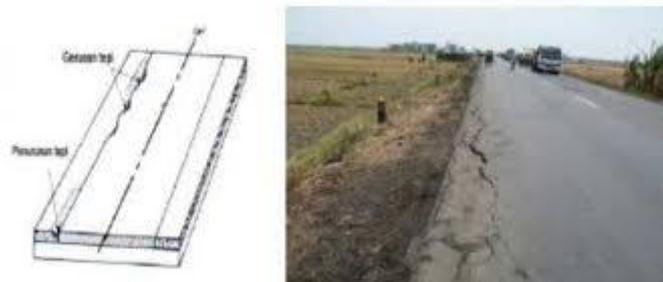
Retak pinggir adalah retak yang sejajar dengan jalur lalu lintas dan juga biasanya berukuran 1 sampai 2 kaki (0,3 – 0,6 m) dari pinggir perkerasan. Ini biasa disebabkan oleh beban lalu lintas atau cuaca yang memperlemah pondasi atas maupun pondasi bawah yang dekat dengan pinggir perkerasan. Diantara area retak pinggir perkerasan juga disebabkan oleh tingkat kualitas tanah yang lunak dan kadangkadang pondasi yang bergeser. Adapun penyebab dari retak pinggir (*edge cracking*) juga dapat disebabkan oleh beberapa faktor yaitu :

- a) Kurangnya dukungan dari arah lateral (dari bahu jalan).
- b) Drainase kurang baik.
- c) Bahu jalan turun terhadap permukaan perkerasan.
- d) Konsentrasi lalu lintas berat di dekat pinggir perkerasan.

Tabel 2.6 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 7 Retak Samping Jalan (*Edge Cracking*)

Sumber : Bina marga no.03/MN/B/1983

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. Adapun penyebab dari (joint reflection cracking) juga dapat disebabkan oleh beberapa faktor yaitu :

- a) Gerakan vertikal atau horisontal pada lapisan bawah lapis tambahan, yang timbul akibat ekspansi dan kontraksi saat terjadi perubahan temperatur atau kadar air.
- b) Gerakan tanah pondasi.

- c) Hilangnya kadar air dalam tanah dasar yang kadar lempungnya tinggi.

Tabel 2.7 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 2.8 Retak Sambung (*Joint Reflec Cracking*)

Sumber : Bina marga no.03/MN/B/1983

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. Penyebab dari pinggiran jalan turun vertikal (*lane/shoulder drop off*) juga dapat disebabkan oleh beberapa faktor yaitu :

- a) Lebar perkerasan yang kurang.
- b) Material bahu yang mengalami erosi atau penggerusan.
- c) Dilakukan pelapisan lapisan perkerasan, namun tidak dilaksanakan pembentukan bahu.

Tabel 2.8 Identifikasi 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 9 Pinggir Jalan Turun Vertikal
Sumber : Bina marga no.03/MN/B/1983

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

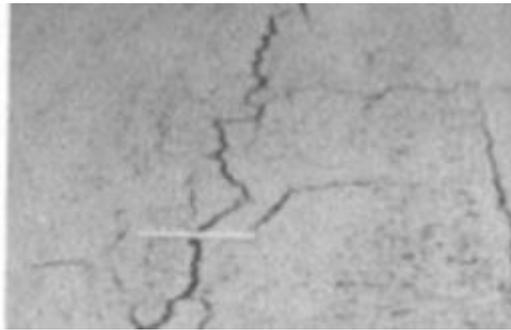
Jenis kerusakan ini terdiri dari macam kerusakan sesuai dengan namanya yaitu, retak memanjang dan melintang pada perkerasan. Retak ini terjadi berjajar yang terdiri dari beberapa celah. Adapun penyebab dari retak memanjang/melintang (*longitudinal/transverse cracking*) juga dapat disebabkan oleh beberapa faktor yaitu :

- a) Perambatan dari retak penyusutan lapisan perkerasan di bawahnya.
- b) Lemahnya sambungan perkerasan.
- c) Bahan pada pinggir perkerasan kurang baik atau terjadi perubahan volume akibat pemuaian lempung pada tanah dasar.
- d) Sokongan atau material bahu samping kurang baik.

Tabel 2.9 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 10 Retak Memanjang/Melintang
Sumber : Bina marga no.03/MN/B/1983

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. Adapun faktor dari tambalan (*patching and utility cut patching*) juga dapat disebabkan oleh beberapa faktor yaitu :

- a) Perbaikan akibat dari kerusakan permukaan perkerasan.
- b) Penggalan pemasangan saluran atau pipa.

Tabel 2.10 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 dan atau kenyamanan kendaraan agak terganggu.
H	Tambalan sangat rusak dan/atau kenyamanan kendaraan sangat terganggu.

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



Gambar 2.11 Tambalan (*Patching end Utiliti Cut Patching*)
Sumber : Bina marga no.03/MN/B/1983

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. Kerusakan ini dapat diindikasikan dimana pada nomor skid resistance test adalah rendah. Adapun penyebab dari pengausan agregat (*polished aggregate*) juga dapat disebabkan oleh beberapa faktor yaitu :

- a) Agregat tidak tahan aus terhadap roda kendaraan.
- b) Bentuk agregat yang digunakan memang sudah bulat dan licin (buakan hasil dari mesin pemecah batu).

Tabel 2.11 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 2.12 Pengausan Agregat (*Polised Agregat*)
 Sumber : *Bina marga no.03/MN/B/1983*

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). Adapun penyebab dari lubang (*potholes*) juga dapat disebabkan oleh beberapa faktor yaitu :

- a) Kadar aspal rendah.
- b) Pelapukan aspal.
- c) Penggunaan agregat kotor atau tidak baik.
- d) Suhu campuran tidak memenuhi persyaratan.
- e) Sistem drainase jelek.
- f) Merupakan kelanjutan dari kerusakan lain seperti retak dan pelepasan butir.

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

(> 50,8 mm)			
L : Belum perlu diperbaiki; penambalan parsial atau di seluruh kedalaman			
M : Penambalan parsial atau di seluruh kedalaman			
H : Penambalan di seluruh kedalaman			

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



Gambar 2.13 Lubang (*pothhole*)
Sumber : Bina marga no.03/MN/B/1983

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. Adapun faktor dari rusak perpotongan rel (*railroad crossing*) juga dapat disebabkan oleh beberapa faktor yaitu :

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

Tabel 2.12 Identifikasi Tingkat Kerusakan Akibat Perpotongan Rel
(*Railroad Crossing*)

Level	Identifikasi Kerusakan
L	Kedalaman 0,25 inch – 0,5 inch (6 mm – 13 mm).
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 2.14 Rusak Perpotongan Rel (*Railroad Crossing*)
Sumber : *Bina marga no.03/MN/B/1983*

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. Adapun penyebab dari Alur (*Rutting*) juga dapat disebabkan oleh beberapa faktor yaitu :

- a) Ketebalan lapisan permukaan yang tidak mencukupi untuk menahan beban lalu lintas.
- b) Lapisan perkerasan atau lapisan pondasi yang kurang padat.
- c) Lapisan permukaan atau lapisan pondasi memiliki stabilitas rendah sehingga terjadi deformasi plastis.

Tabel 2.13 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 2.15 Alur (*Rutting*)

Sumber : *Bina marga no.03/MN/B/1983*

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. Adapun penyebab dari sungkur (*shoving*) juga dapat disebabkan oleh beberapa faktor yaitu :

- a) Stabilitas tanah dan lapisan perkerasan yang rendah.
- b) Daya dukung lapis permukaan yang tidak memadai.
- c) Pemadatan yang kurang pada saat pelaksanaan.
- d) Beban kendaraan yang melalui perkerasan jalan terlalu berat.
- e) Lalu lintas dibuka sebelum perkerasan mantap.

Tabel 2.14 Identifikasi Sungkur (*Shoving*)

Level	Identifikasi Kerusakan
L	Sungkur menyebabkan sedikit gangguan kenyamanan kendaraan
M	Sungkur menyebabkan cukup gangguan kenyamanan kendaraan.
H	Kedalaman alur rata-rata 1 in. (25,4 mm)

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



Gambar 2.16 Sungkur (*Shoving*)
 Sumber : *Bina marga no.03/MN/B/1983*

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. Adapun penyebab dari patah slip (*slippage cracking*) juga dapat disebabkan oleh beberapa faktor yaitu :

- a) Lapisan perekat kurang merata.
- b) Penggunaan lapis perekat kurang.
- c) Penggunaan agregat halus terlalu banyak.
- d) Lapis permukaan kurang padat

Tabel 2.15 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 2.17 Patah Slip (*Slippage Cracking*)

Sumber : *Bina marga no.03/MN/B/1983*

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. Adapun penyebab dari mengembang jembul (*swell*) Menurut Hary Christady Hardiyatmo (2005) yaitu :

- a) Mengembangnya material lapisan di bawah perkerasan atau tanah dasar.

- b) Tanah das perkerasan mengembang, bila kadar air naik. Umumnya, hal ini terjadi bila tanah pondasi berupa lempung yang mudah mengembang (lempung mentmorillonite) oleh kenaikan kadar air.

Tabel 2.16 Identifikasi 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 18 Mengembang Jembul (*Swell*)

Sumber : *Bina marga no.03/MN/B/1983*

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. Hal ini dapat disebabkan oleh tipe lalu lintas tertentu, melemahnya aspal pengikat lapisan perkerasan dan tercabutnya agregat yang sudah lemah karena terkena tumpahan minyak bahan bakar. Adapun penyebab dari pelepasan

butir (weathering/raveling) juga dapat disebabkan oleh beberapa faktor yaitu:

- a) Pelapukan material pengikat atau agregat.
- b) Pemadatan yang kurang.
- c) Pemadatan yang kurang.
- d) Penggunaan aspal yang kurang memadai.
- e) Suhu pemadatan kurang.

Tabel 2.17 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 19 Pelepasan Butir (*Weathering/Raveling*)

Sumber : *Bina marga no.03/MN/B/1983*

2.5 Klasifikasi Jalan

Klasifikasi jalan menurut Bina Marga dalam Tata Cara Perencanaan Geometrik Jalan Antar Kota (TPGJAK) No. 038/T/BM/1997, disusun pada Tabel

Tabel 2.18 Ketentuan Klasifikasi Jalan

FUNGSI JALAN	ARTERI			KOLEKTOR			LOKAL		
KELAS JALAN	IA	IIA		IIIA	IIIB		IIIC		
Muatan Sumbu Terberat, (ton)	>10	10		8			Tidak ditentukan		
TIPE MEDAN	D	B	G	D	B	G	D	B	G
Kemiringan Medan, (%)	< 3	3-25	>25	< 3	3-25	>25	< 3	3-25	>25
Klasifikasi menurut wewenang pembinaan jalan (administratif) sesuai PP. No. 26/1985 : Jalan Nasional, Jalan Provinsi, Jalan Kabupaten/Kotamadya, Jalan Desa dan Jalan Khusus. Keterangan : Datar (D), Perbukitan (B) dan Pegunungan (G).									

Sumber : Tata Cara Perencanaan Geometrik Jalan Antar Kota (TPGJAK)

Menurut Pasal 8 Undang-Undang No. 38/2004 jalan umum menurut fungsinya dikelompokkan kedalam jalan arteri, jalan kolektor, dan jalan lingkungan. Tabel 2.2 meringkas karakteristik dari setiap jalan fungsional jalan umum tersebut.

Tabel 2.19 Karakteristik Kelas Fungsional Jalan Umum

Kelas Fungsi Jalan	Arteri	Kolektor	Lokal	Lingkungan
Jarak	Jauh	Sedang	Dekat	Dekat
Kecepatan Rata-Rata	Tinggi	Sedang	Rendah	Rendah
Jalan Masuk	Dibatasi	Dibatasi	Tidak Dibatasi	

Menurut Pasal 10 (1) Peraturan Pemerintah No.43/1993 tentang Prasarana dan Lalu Lintas Jalan untuk keperluan pengaturan penggunaan dan pemenuhan kebutuhan angkutan jalan dibagi dalam beberapa kelas sebagaimana dirinci pada Pasal 11 PP No.43/1993 yang ringkasannya disajikan pada Tabel 2.3 sebagai berikut.

Tabel 2.20 Ukuran Kendaraan Maksimum untuk Tiap Kelas Jalan

Kelas Jalan	Fungsi Jalan	Lebar Kendaraan Maksimum (m)	Panjang Kendaraan Maksimum (m)
I	Arteri	2.5	18
II	Arteri	2.5	18
IIIA	Arteri / Kolektor	2.5	18
IIIB	Kolektor	2.5	12
IIIC	Lokal	2.1	9

Berdasarkan Undang – Undang No. 38 tahun 2004 mengenai jalan, maka jalan dapat diklasifikasikan menjadi 3 klasifikasi jalan, yaitu :

1. Klasifikasi jalan menurut peran dan fungsi,
2. Klasifikasi jalan menurut wewenang, dan
3. Klasifikasi jalan berdasarkan muatan sumbu.

2.5.1 Klasifikasi Jalan Menurut Peran dan Fungsi

Klasifikasi jalan umum menurut peran dan fungsinya, terdiri atas :

2.5.1.1 Jalan Arteri

Jalan arteri menurut Ditjen Bina Marga (1997) merupakan jalan yang melayani angkutan utama dengan ciri perjalanan jarak jauh, kecepatan rata-rata tinggi, dan jumlah jalan masuk (akses) dibatasi secara efisien.

Jalan arteri dibagi menjadi dua yaitu jalan arteri primer dan jalan arteri sekunder:

2.5.1.2 Jalan Arteri Primer

Jalan arteri primer menurut Ditjen Bina Marga (1997) menghubungkan secara berdaya guna antarpusat kegiatan nasional atau antarpusat kegiatan nasional dengan pusat kegiatan wilayah

Karakteristik jalan arteri primer menurut Ditjen Bina Marga (1990) adalah sebagai berikut :

1. Jalan arteri primer didesain berdasarkan kecepatan rencana paling rendah 60 km/jam.
2. Lebar daerah manfaat jalan minimal 11 meter.
3. Persimpangan pada jalan arteri primer diatur dengan pengaturan tertentu yang sesuai dengan volume lalu lintas dan karakteristiknya.
4. Harus mempunyai perlengkapan jalan yang cukup seperti rambu lalu lintas, marka jalan, lampu lalu lintas, lampu penerangan jalan, dan lain-lain.
5. Jalur khusus seharusnya disediakan, yang dapat digunakan untuk sepeda dan kendaraan lambat lainnya.

6. Jalan arteri primer mempunyai 4 lajur lalu lintas atau lebih dan seharusnya dilengkapi dengan median (sesuai dengan ketentuan geometrik).
7. Apabila persyaratan jarak akses jalan atau akses lahan tidak dapat dipenuhi, maka pada jalan arteri primer harus disediakan jalur lambat (frontage road) dan juga jalur khusus untuk kendaraan tidak bermotor (sepeda, becak, dll).

2.5.1.3 Jalan Arteri Sekunder

Jalan arteri sekunder menurut Ditjen Bina Marga (1997) adalah jalan yang melayani angkutan utama dengan ciri-ciri perjalanan jarak jauh kecepatan rata-rata tinggi, dan jumlah jalan masuk dibatasi secara efisien mungkin, dengan peranan pelayanan jasa distribusi untuk masyarakat dalam kota. Daerah perkotaan juga disebut sebagai jalan protocol

Karakteristik jalan arteri sekunder menurut Ditjen Bina Marga (1990) adalah sebagai berikut

1. Jalan arteri sekunder menghubungkan : kawasan primer, dengan kawasan sekunder kesatu, antarkawasan sekunder kesatu, kawasan sekunder kesatu dengan kawasan sekunder kedua, dan jalan arteri atau kolektor dengan kawasan sekunder satu.
2. Jalan arteri sekunder dirancang berdasarkan kecepatan rencana paling rendah 30 km/jam.
3. Akses langsung dibatasi tidak boleh lebih pendek dari 250 meter.
4. Kendaraan angkutan barang ringan dan bus untuk pelayanan kota dapat diizinkan melalui jalan ini.

2.5.1.4 Jalan Kolektor Primer

Jalan kolektor primer menurut Ditjen Bina Marga (1997) adalah jalan yang dikembangkan untuk melayani dan menghubungkan kota-kota antar pusat kegiatan wilayah dan pusat kegiatan lokal atau kawasan-kawasan berskala kecil atau pelabuhan pengumpan regional dan pelabuhan pengumpan lokal.

Karakteristik jalan kolektor primer menurut Ditjen Bina Marga (1990) adalah sebagai berikut :

1. Jalan kolektor primer dalam kota merupakan terusan jalan kolektor primer luar kota.
2. Jalan kolektor primer melalui atau menuju kawasan primer atau jalan arteri primer.
3. Jalan kolektor primer dirancang berdasarkan kecepatan rencana paling rendah 40 km/jam.
4. Lebar badan jalan kolektor primer tidak kurang dari 7 meter.

2.5.1.5 Jalan Kolektor Sekunder

Jalan kolektor sekunder menurut Ditjen Bina Marga (1997) adalah jalan yang melayani angkutan pengumpulan atau pembagian dengan ciri-ciri perjalanan jarak sedang, kecepatan rata-rata sedang, dan jumlah jalan masuk dibatasi, dengan peranan pelayanan jasa distribusi untuk masyarakat di dalam kota.

2.5.1.6 Jalan Lingkungan

Jalan lingkungan, merupakan jalan umum yang berfungsi melayani angkutan lingkungan dengan ciri perjalanan jarak dekat, dan kecepatan rata-rata rendah. Dengan ciri-ciri seperti berikut :

1. Perjalanan jarak dekat.
2. Kecepatan rata-rata rendah.

2.5.2 Klasifikasi Jalan Menurut Wewenang

Tujuan pengelompokan jalan dimaksudkan untuk mewujudkan kepastian hukum penyelenggaraan jalan sesuai dengan kewenangan pemerintah pusat dan pemerintah daerah.

Klasifikasi jalan umum menurut wewenang, terdiri atas :

2.5.2.1. Jalan Nasional

Jalan nasional, merupakan jalan arteri dan jalan kolektor dalam sistem jaringan jalan primer yang menghubungkan antaribukota provinsi, dan jalan strategis nasional, serta jalan tol.

2.5.2.2. Jalan Provinsi

Jalan provinsi, merupakan jalan kolektor dalam sistem jaringan jalan primer yang menghubungkan ibukota provinsi dengan ibukota kabupaten/kota, atau antar ibukota kabupaten/kota, dan jalan strategis provinsi.

2.5.2.3. Jalan Kabupaten

Jalan kabupaten, merupakan jalan lokal dalam sistem jaringan jalan primer yang tidak termasuk jalan yang menghubungkan ibukota kabupaten dengan ibukota kecamatan, antaribukota kecamatan, ibukota kabupaten dengan pusat kegiatan lokal, antarpusat kegiatan lokal, serta jalan umum dalam sistem jaringan jalan sekunder dalam wilayah kabupaten, dan jalan strategis kabupaten.

2.5.2.4. Jalan Kota

Jalan kota, merupakan jalan umum dalam sistem jaringan jalan sekunder yang menghubungkan antarpusat pelayanan dalam kota, menghubungkan pusat pelayanan dengan persil, menghubungkan antarpersil, serta menghubungkan antarpusat permukiman yang berada di dalam kota.

2.5.2.5. Jalan Desa

Jalan desa, merupakan jalan umum yang menghubungkan kawasan atau antarpermukiman di dalam desa, serta jalan lingkungan.

2.5.3 Klasifikasi Jalan Menurut Mutu Sumbu

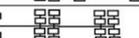
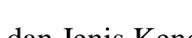
Tujuan klasifikasi jalan berdasarkan muatan sumbu adalah untuk keperluan pengaturan penggunaan dan pemenuhan kebutuhan angkutan, jalan dibagi dalam beberapa kelas yang didasarkan pada kebutuhan transportasi, pemilihan moda secara tepat dengan mempertimbangkan keunggulan karakteristik masing-masing moda, perkembangan teknologi kendaraan bermotor, muatan sumbu terberat kendaraan bermotor serta konstruksi jalan.

2.5.4 Karakteristik Arus Lalu Lintas

Data lalu lintas adalah data utama yang diperlukan untuk mengetahui kapasitas dan penyebab terjadinya kerusakan jalan. Kapasitas jalan tergantung dari komposisi lalu lintas yang akan menggunakan jalan pada suatu segmen jalan yang ditinjau. Besarnya volume atau arus lalu lintas diperlukan untuk menentukan jumlah dan lebar lajur pada satu jalur jalan, sedangkan jenis kendaraan akan menentukan kelas beban atau MST (Muatan Sumbu Terberat) yang berpengaruh langsung pada konstruksi perkerasanjalan.

2.5.5 Jenis-Jenis Kendaraan

Mengacu pada Pd. T-19-2004-B Pedoman Departemen Permukiman dan Prasarana Wilayah tentang “Survai Pencacahan Lalu Lintas dengan Cara Manual” jenis kendaraan di bagai berdasarkan gambar tabel 2.20 berikut :

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

Gambar 2 20 Golongan dan Jenis Kendaraan

2.5.6 Penyebab Kerusakan Jalan Raya

Menurut Departemen Pekerjaan Umum (2007), kerusakan pada konstruksi jalan (demikian juga dengan bahu beraspal) dapat disebabkan oleh beberapa faktor yaitu:

1. Lalu lintas, yang diakibatkan dari peningkatan beban (sumbu kendaraan) yang melebihi beban rencana, atau juga repetisi beban (volume kendaraan) yang melebihi volume rencana sehingga umur rencana jalan tersebut tidak tercapai
2. Air, yang dapat berasal dari air hujan, sistem drainase jalan yang tidak baik, naiknya air akibat sifat kapiler.
3. Material perkerasan. Hal ini dapat disebabkan oleh sifat material itu sendiri atau dapat pula disebabkan oleh sistem pengolahan bahan yang tidak baik.
4. Iklim. Suhu udara dan curah hujan yang tinggi dapat merusak perkerasan jalan.
5. Kondisi tanah dasar yang tidak stabil, karena sifatnya memang jelek atau karena system pelaksanaannya yang kurang baik.
6. Proses pemadatan lapisan-lapisan selain tanah dasar kurang baik.
7. Kelelahan (fatigue) dari perkerasan, pemadatan, atau geser yang berkembang pada tanah dasar, lapis pondasi bawah (subbase), lapis pondasi (base) dan lapis permukaan.

2.5.7 Tipe-Tipe Perkerasan Lentur

Jenis - jenis kerusakan perkerasan lentur, umumnya dapat diklasifikasikan sebagai berikut:

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

2.5.8 Angka Ekuivalen

Angka Ekuivalen (E) masing-masing golongan (setiap kendaraan) dapat dilihat pada Tabel 2.4 dibawah ini.

Tabel 2.21 Angka Ekuivalen setiap Kendaraan

Beban Sumbu		Angka Ekuivalen	
Kg	Lb	Sumbu Tunggal	Sumbu Ganda
1000	2205	0,0002	-
2000	4409	0,0036	0,0003
3000	6614	0,0183	0,0016
4000	8818	0,0577	0,005
5000	11023	0,141	0,0121
6000	13228	0,2923	0,0251
7000	15432	0,5415	0,0466
8000	17637	0,9238	0,0794
8160	18000	1	860
9000	19841	1,4789	0,1273
10000	22046	2,2555	0,194
11000	24251	3,3.22	0,284
12000	26455	4,677	0,4022
13000	28660	6,4419	0,554
14000	30863	8,6647	0,7452
15000	33069	11,4184	0,982
16000	35276	14,7815	1,2712

Sumber: Bina Marga, 1987

2.5.9 Umur Rencana

Tabel 2 22 Umur Rencana Perkerasan Baru (UR)

Jenis Perkerasan	Elemen Perkerasan	Umur Rencana (tahun)
Perkerasan lentur	Lapisan aspal dan lapisan berbutir.	20
	Fondasi jalan	40
	Semua perkerasan untuk daerah yang tidak dimungkinkan pelapisan ulang (<i>overlay</i>), seperti: jalan perkotaan, <i>underpass</i> , jembatan, terowongan. <i>Cement Treated Based (CTB)</i>	
Perkerasan kaku	Lapis fondasi atas, lapis fondasi bawah, lapis beton semen, dan fondasi jalan.	
Jalan tanpa penutup	Semua elemen (termasuk fondasi jalan)	Minimum 10

Sumber: MDP 2017