

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 DEFINISI JALAN

Menurut UU RI no. 38 Tahun 2004 pasal 1 ayat (4) jalan adalah prasarana transportasi darat yang meliputi segala bagian jalan, termasuk bangunan pelengkap dan perlengkapannya yang diperuntukkan bagi lalu lintas yang berada pada permukaan tanah dan atau air, serta di atas permukaan air, kecuali jalan kereta api, jalan lori, dan jalan kabel. Jalan raya pada umumnya dapat digolongkan dalam tiga klasifikasi, yaitu:

2.1.1. Klasifikasi menurut Fungsinya

Klasifikasi menurut fungsinya terdiri atas empat golongan yaitu:

1. Jalan arteri, yaitu jalan yang melayani angkutan utama dengan ciri-ciri perjalanan jarak jauh, kecepatan tinggi dan jumlah jalan masuk dibatasi secara efisien.
2. Jalan kolektor, yaitu jalan yang melayani angkutan pengumpul atau pembagi dengan ciri-ciri perjalanan jarak sedang, kecepatan rata-rata sedang, dan jumlah jalan masuk dibatasi.
3. Jalan lokal, yaitu jalan yang melayani angkutan setempat dengan ciri-ciri perjalanan jarak dekat, kecepatan rata-rata rendah, dan jumlah jalan masuk tidak dibatasi.
4. Jalan lingkungan, merupakan jalan umum yang berfungsi melayani angkutan lingkungan dengan ciri perjalanan jarak dekat dan kecepatan rata-rata rendah.

Dalam pasal 6 dan pasal 9 Peraturan Pemerintah No. 34 tahun 2006 tentang jalan dijelaskan bahwa, fungsi jalan terdapat pada sistem jaringan jalan primer dan sistem jaringan jalan sekunder yang merupakan bagian dari sistem jaringan jalan yang terjalin dalam hubungan hierarki.

Sistem jaringan jalan primer, merupakan sistem jaringan jalan yang menghubungkan antar kawasan perkotaan, yang diatur secara berjenjang sesuai dengan peran perkotaan yang dihubungkannya. Untuk melayani lalulintas terus-menerus maka ruas-ruas jalan dalam sistem jaringan jalan primer tidak terputus walaupun memasuki kawasan perkotaan, sedangkan sistem jaringan jalan sekunder, merupakan sistem jaringan jalan yang menghubungkan antar kawasan di dalam perkotaan yang diatur secara berjenjang sesuai dengan fungsi kawasan yang dihubungkannya.

2.1.2. Klasifikasi menurut Wewenang Pembinaan Jalan

Klasifikasi jalan menurut wewenang pembinaannya terdiri atas:

1. Jalan nasional, merupakan jalan arteri dan jalan kolektor dalam sistem primer yang menghubungkan antar ibukota provinsi dan jalan strategis nasional, serta jalan tol.
2. Jalan provinsi, merupakan jalan kolektor dalam sistem jaringan jalan primer yang menghubungkan ibukota provinsi dengan ibukota kabupaten/kota, antar ibukota kabupaten/kota, dan jalan strategis nasional.
3. Jalan kabupaten, merupakan jalan lokal dalam sistem jaringan jalan primer yang tidak termasuk jalan yang menghubungkan ibukota kabupaten dengan ibukota kecamatan, antar ibukota kecamatan, ibukota kabupaten dengan pusat kegiatan lokal, serta jalan umum dalam sistem jaringan jalan sekunder dalam wilayah kabupaten, dan jalan strategis kabupaten.
4. Jalan kota/kotamadya, merupakan jalan umum dalam sistem jaringan jalan sekunder yang menghubungkan antar pusat pelayanan dalam kota, menghubungkan pusat pelayanan dengan persil, menghubungkan antar persil, serta menghubungkan antar pusat pemukiman yang berada di dalam kota.
5. Jalan desa, merupakan jalan umum yang menghubungkan kawasan dan atau antar pemukiman di dalam desa, serta jalan lingkungan. (UU RI No. 38, 2004).

2.1.3. Klasifikasi menurut Muatan Sumbu

Klasifikasi menurut muatan sumbu terdiri atas:

1. Jalan Kelas I

Jalan Kelas I merupakan jalan arteri yang dapat dilewati kendaraan angkut berukuran lebar maksimal 2.500 milimeter (2,5 meter), dan panjang maksimal adalah 18.000 milimeter (18 meter). Sementara di Indonesia ini untuk muatan sumbu terberat yang diizinkan lebih dari 10 ton.

2. Jalan Kelas II

Untuk jalan kelas II merupakan jalan arteri yang bisa dilewati kendaraan bermotor dengan ukuran lebar maksimal adalah 2.500 milimeter (2,5 meter), sementara untuk ukuran panjang maksimalnya adalah 18.000 milimeter (18 meter). Untuk muatan sumbu terberat yang diizinkan adalah 10 ton, dimana jalan kelas ini biasanya merupakan jalan yang digunakan untuk angkutan peti kemas.

3. Jalan Kelas III A

Jalan kelas III A adalah jalan raya yang dapat dilalui angkutan berukuran lebar maksimal 2.500 milimeter (2,5 meter), dan panjang maksimalnya adalah 18.000 milimeter (18 meter). Sementara muatan sumbu terberat yang diizinkan adalah 8 ton.

4. Jalan Kelas III B

Jalan kelas III B adalah jalan kolektor yang dapat dilalui kendaraan bermotor termasuk muatan dengan ukuran lebar tidak melebihi 2.500 milimeter, ukuran panjang tidak melebihi 12.000 milimeter, dan muatan sumbu terberat yang diizinkan 8 ton.

5. Jalan Kelas III C

Jalan kelas III C merupakan jalan lokal dan jalan lingkungan yang bisa dilewati kendaraan bermotor termasuk kendaraan angkut berukuran lebar maksimal 2.100

milimeter (2,1 meter) dan panjangnya tidak boleh lebih dari 9.000 milimeter (9 meter).

Sementara muatan sumbu maksimalnya adalah 8 ton. (UU RI No. 22, 2009).

2.2 PERKERASAN JALAN

Dalam upaya meningkatkan kinerja jalan dalam memenuhi kebutuhan pengguna jalan, maka dibutuhkan suatu perkerasan jalan yang baik. Perkerasan jalan merupakan suatu komponen yang sangat penting dalam memenuhi kelancaran lalu lintas. Jenis konstruksi perkerasan harus disesuaikan dengan kondisi tiap-tiap tempat atau daerah yang akan dibangun jalan, khususnya mengenai bahan material yang akan digunakan diupayakan mudah didapatkan disekitar trase jalan yang akan dibangun, sehingga biaya pembangunan dapat ditekan.

Perkerasan jalan yang digunakan pada saat ini umumnya terdiri dari tiga jenis, yaitu perkerasan lentur, perkerasan kaku, dan perkerasan komposit. Jenis- jenis perkerasan jalan yaitu:

2.2.1. Lapis Perkerasan Lentur (*Flexible Pavement*)

Perkerasan lentur adalah perkerasan yang menggunakan aspal sebagai bahan pengikat untuk lapisan perkerasan. Konstruksi perkerasan lentur terdiri dari lapisan-lapisan yang diletakkan diatas tanah dasar yang telah dipadatkan. Lapisan- lapisan tersebut berfungsi sebagai penerima beban lalu lintas dan menyebarkan ke lapisan bawahnya. Guna dapat memberikan rasa aman dan nyaman kepada pemakai jalan, maka konstruksi perkerasan jalan harus memenuhi syarat-syarat tertentu yang dapat dikelompokkan menjadi 2 (dua) yaitu:

1. Syarat-Syarat Berlalu Lintas

- a. Permukaan yang rata, tidak bergelombang, tidak melendut, dan tidak berlubang.
- b. Permukaan yang cukup kaku sehingga tidak mudah berubah bentuk akibat beban yang bekerja diatasnya.

- c. Permukaan cukup kesat, memberikan gesekan yang baik antara ban dan permukaan jalan sehingga tidak mudah selip.
- d. Permukaan tidak mengkilap, tidak silau jika terkena cahaya matahari.

2. Syarat-Syarat Struktural

- a. Kedap terhadap air sehingga air tidak mudah meresap ke lapisan di bawahnya.
- b. Permukaan mudah mengalirkan air sehingga air hujan yang jatuh di atasnya dapat cepat dialirkan.
- c. Kekakuan untuk memikul beban yang bekerja tanpa menimbulkan deformasi yang berarti.

Untuk dapat memenuhi hal-hal tersebut di atas, perencanaan dan pelaksanaan konstruksi perkerasan lentur jalan harus mencakup:

1. Perencanaan Tebal Masing-Masing Lapis Perkerasan

Dengan memperhatikan daya dukung tanah dasar, beban lalu lintas yang akan dipikulnya, keadaan lingkungan, jenis lapisan yang dipilih, dapatlah ditentukan tebal masing-masing lapisan berdasarkan beberapa metode yang ada.

2. Analisa Campuran Bahan

Dengan memperhatikan mutu dan jumlah bahan setempat yang tersedia, direncanakanlah suatu susunan campuran tertentu sehingga terpenuhi spesifikasi dari jenis lapisan yang dipilih.

3. Pengawasan Pelaksanaan Pekerjaan

Pengawasan pelaksanaan yang cermat harus dilakukan dari tahap penyiapan lokasi dan material, tahap pencampuran dan penghamparan hingga pada tahap pemadatan dan pemeliharaan.

Lapisan-lapisan dari perkerasan lentur bersifat memikul dan menyebarkan beban lalu

lintas ke tanah dasar yang telah dipadatkan. Lapisan-lapisan tersebut adalah:

1. Lapisan Permukaan (*surface coarse*)

Lapisan permukaan adalah bagian perkerasan jalan yang paling atas. Lapisan tersebut berfungsi sebagai berikut:

- a. Lapis perkerasan menahan beban roda yang mempunyai stabilitas tinggi untuk menahan roda selama masa pelayanan.
- b. Lapisan kedap air, air hujan yang jatuh di atasnya tidak meresap ke lapisan bawah dan melemahkan lapisan-lapisan tersebut.
- c. Lapis aus, lapisan ulang yang langsung menderita gesekan akibat roda kendaraan.
- d. Lapis-lapis yang menyebabkan beban ke lapisan di bawahnya sehingga dapat dipikul oleh lapisan lain dengan daya dukung yang lebih jelek.

2. Lapisan Pondasi Atas (*base coarse*)

Lapisan pondasi atas adalah bagian lapis perkerasan yang terletak antara lapis permukaan dengan lapis pondasi bawah (atau dengan tanah dasar bila tidak menggunakan lapis pondasi bawah). Karena terletak tepat di bawah permukaan perkerasan, maka lapisan ini menerima pembebanan yang berat dan paling menderita akibat muatan, oleh karena itu material yang digunakan harus berkualitas sangat tinggi dan pelaksanaan konstruksi harus dilakukan dengan cermat. Fungsi lapis pondasi atas adalah:

- a. Bagian perkerasan yang menahan gaya lintang dari beban roda dan menyebarkan beban ke lapisan di bawahnya.
- b. Lapis peresapan untuk pondasi bawah.
- c. Bantalan terhadap lapisan permukaan.

Bahan untuk lapis pondasi atas cukup kuat dan awet sehingga dapat menahan beban-beban roda. Sebelum menentukan suatu bahan untuk digunakan sebagai bahan pondasi hendaknya dilakukan penyelidikan dan pertimbangan sebaik-baiknya sehubungan dengan persyaratan teknis. Berbagai-bagai bahan alam/bahan setempat ($CBR > 50 \%$, $PI < 4 \%$) dapat digunakan sebagai bahan lapisan pondasi atas, antara lain batu merah, kerikil dan stabilisasi tanah dengan semen atau kapur.

3. Lapisan pondasi bawah (*sub-grade coarse*)

Lapisan pondasi bawah adalah lapis perkerasan yang terletak di antara lapis pondasi atas dan tanah dasar. Fungsi lapis pondasi bawah adalah:

- a. Menyebarkan beban roda ke tanah dasar.
- b. Efisiensi penggunaan material lebih murah dari pada lapisan di atasnya.
- c. Lapis peresapan agar air tanah tidak berkumpul di pondasi.
- d. Lapisan partikel-partikel halus dari tanah dasar naik ke lapisan pondasi atas.

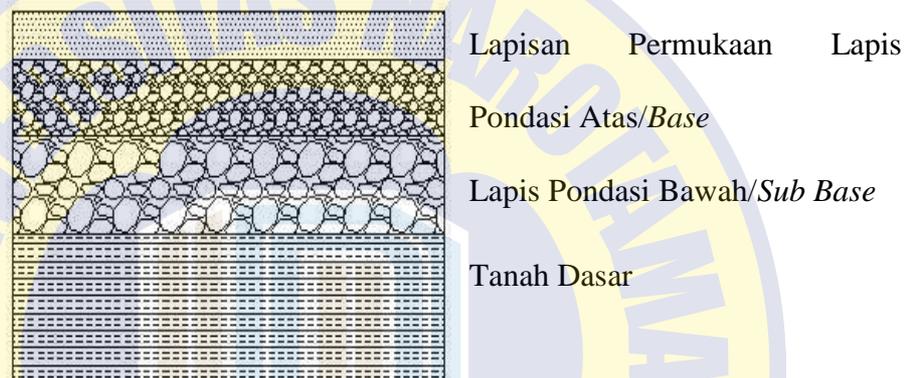
Bahan lapis pondasi bawah terdiri dari berbagai-bagai bahan setempat ($CBR > 20 \%$, $PI < 10\%$) yang relatif jauh lebih baik dengan tanah dasar dapat digunakan sebagai bahan pondasi bawah. Campuran-campuran tanah setempat dengan kapur atau semen Portland dalam beberapa hal sangat dianjurkan agar didapat bantuan yang efektif terhadap kestabilan konstruksi perkerasan.

4. Lapisan tanah dasar (*subgrade*)

Tanah dasar adalah permukaan tanah semula atau permukaan tanah galian atau permukaan tanah timbunan yang dipadatkan dan merupakan permukaan dasar untuk perletakan bagian-bagian perkerasan lainnya. Kekuatan dan keawetan konstruksi perkerasan jalan tergantung dari sifat-sifat daya dukung tanah dasar.

Persoalan yang menyangkut tanah dasar adalah:

- a. Perubahan bentuk tetap (deformasi permanen) dari macam tanah tertentu akibat beban lalu lintas.
- b. Sifat kembang susut dari tanah tertentu akibat perubahan kadar air.
- c. Daya dukung tanah yang tidak merata, sukar ditentukan secara pasti ragam tanah yang sangat berbeda sifat dan kelembabannya.
- d. Lendutan atau lendutan balik.

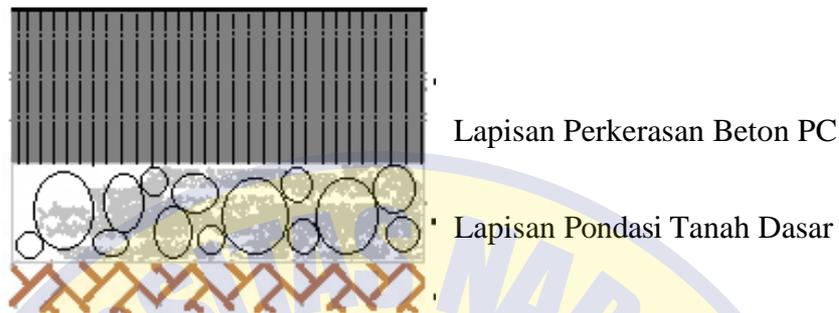


Gambar 2.1 Susunan Lapis Perkerasan Lentur (Sumber: Bina Marga No.3/M/N/B/1983)

2.2.2. Lapis Perkerasan Kaku (*Rigid Pavement*)

Lapis perkerasan kaku adalah lapis perkerasan yang menggunakan semen sebagai bahan ikat antar materialnya. Pelat beton dengan atau tanpa tulangan diletakkan di atas tanah dasar dengan atau tanpa lapis pondasi bawah. Beban lalu lintas dilimpahkan ke 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.

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 lapis perkerasan kaku.

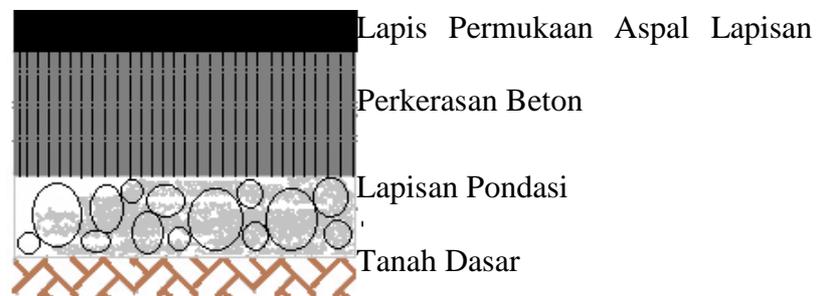


Gambar 2.2 Lapis Perkerasan Kaku

(Sumber: Bina Marga
No.3/M/N/B/1983)

2.2.3 Lapis Perkerasan Komposit (*Composite pavement*)

Perkerasan kaku yang dikombinasikan dengan perkerasan lentur dapat berupa perkerasan lentur di atas perkerasan kaku. Perkerasan komposit merupakan gabungan dari perkerasan kaku dan perkerasan lentur di atasnya, dimana kedua jenis perkerasan ini bekerja sama dalam memikul beban lalu lintas. Untuk itu maka perlu ada persyaratan ketebalan perkerasan aspal agar mempunyai kekakuan yang cukup serta dapat mencegah retak refleksi dari perkerasan beton di bawahnya (Sukirman Silvia, 1999).



Gambar 2.3 Lapis Perkerasan Komposit

(Sumber : Bina Marga No.3/M/N/B/1983)

Perbedaan utama antara perkerasan kaku dan 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 <i>Rutting</i> (lendutan pada jalur roda)	Timbul retak-retak pada permukaan
3.	Penurunan Tanah Dasar	Jalan Bergelombang (Mengikuti Tanah Dasar)	Bersifat sebagai balok diatas perletakan
4.	Perubahan Temperatur	Modulus kekakuan berubah, Timbul tegangan dalam yang kecil	Modulus kekakuan tidak berubah. Timbul tegangan dalam yang besar.

Sumber: Sukirman, S., (1992), *Perkerasan Lentur Jalan Raya*, Penerbit Nova, Bandung.

2.3 MATERIAL – MATERIAL PADA PELAKSANAAN JALAN RAYA

A. Tanah Dasar (Sub Grade)

Tanah dasar ialah jalur tanah bagian dari jalan tanah yang terletak dibawah pengerasan jalan. kekuatan dan keawetan pengerasan jalan itu sangat tergantung pada sifat-sifat dan daya dukung tanah dasar. Oleh karena itu, maka pada perencanaan pembuatan jalan baru harus diadakan pemeriksaan tanah yang teliti ditempat-tempat yang akan dijadikan tanah dasar yang berfungsi untuk mendukung pengerasan jalan. Lebih utama kalau diambil beberapa contoh tanah dari tanah dasar itu dikirimkan ke laboratorium penyelidikan tanah untuk diselidiki.

- Tanah Liat Koloidal (*Colloid*)

Bentuk butir-butir tanah liat koloidal itu bulat dan mempunyai permukaan yang licin. Besar butir-butirnya kurang dari 1μ (μ dibaca mikron; $1\mu = 1/1000$ mm). Butir-butirnya diselimuti oleh suatu selaput air. Gaya adhesi tanah liat koloidal terhadap air itu besar sekali.

- **Tanah Liat Biasa (*clay*)**

Bentuk butir-butir tanah liat biasa itu bulat dan mempunyai permukaan yang licin. Besar butir-butirnya antara 1μ dan 5μ . Gaya Adhesi tanah liat biasa terhadap air itu tidak seberapa besar.

- **Tanah Lumpur (*silt*)**

Bentuk butir-butir tanah lumpur itu bulat dan mempunyai permukaan yang agak kasar. Besar butir-butirnya antara 5μ dan 50μ . Gaya Adhesi tanah lumpur terhadap air itu kecil sekali.

- **Pasir Halus (*fine sand*)**

Bentuk butir-butir pasir halus itu tidak bulat benar tetapi bersudut-sudut kasar dan tajam. Besar butir-butirnya antara 50μ dan 200μ . Tidak ada gaya Adhesi antara butir-butir pasir halus dan air.

- **Pasir Kasar (*coarse sand*)**

Bentuk butir-butir pasir kasar itu tidak bulat benar tetapi bersudut-sudut kasar dan tajam. Besar butir-butirnya antara 200μ dan 2mm . Tidak ada Gaya Adhesi antara butir-butir pasir kasar dan air.

- **Kerikil (*gravel*)**

Bentuk butir-butir kerikil itu bermacam-macam ada yang bulat, bulat telur dan ada yang pipih. Besar butir-butirnya lebih dari 2mm .

B. Agregat (*Sub Base Course dan Base Course*)

Ditinjau dari asal kejadiannya agregat/batuan dapat dibedakan:

- **Batuan Beku**

Batuan yang berasal dari magma yang mendingin dan beku. Dibedakan atas, batuan beku luar (*extrusive igneous rock*) dan batuan beku dalam (*intrusive igneous rock*).

- **Batuan Sedimen**

Sedimen berasal dari campuran partikel material, sisa-sisa hewan dan tanaman. Berdasarkan cara pembentukannya batuan sedimen dapat dibedakan atas:

- Batuan sedimen yang dibentuk secara mekanik seperti breksi, batu pasir dan batu lempung. Batuan ini banyak mengandung silika.
- Batuan sedimen yang dibentuk secara organis seperti batu gamping, batu-bara, opal.
- Batuan sedimen yang dibentuk secara kimiawi seperti batu gamping, garam, gips dan flint.

- **Batuan Metamorf**

Berasal dari batuan sedimen ataupun batuan beku yang mengalami proses perubahan bentuk akibat adanya perubahan tekanan temperature dari kulit bumi.

Berdasarkan proses pengolahannya

• **Agregat alam**

Agregat yang dapat digunakan sebagaimana bentuknyadialam atau dengan sedikit proses pengolahan, dinamakan agregat alam. Dua bentuk agregat alam yang sering dipergunakan yaitu: kerikil dan pasir. Kerikil adalah agregat dalam ukuran partikel $> \frac{1}{4}$ inch (6,35 mm), Pasir adalah agregat dengan ukuran partikel $< \frac{1}{4}$ inch tetapi lebih besar dari 0,075 mm (saringan no.200).

- **Agregat yang melalui proses pengolahan**

Digunung-gunung atau di bukit-bukit sering ditemui agregat masih berbentuk batu gunung sehingga diperlukan proses penngolahan terlebih dahulu sebelum dapat digunakan sebagai agregat kontruksi perkerasan jalan. Agregat ini harus melalui proses pemecahan terlebih dahulu supaya diperoleh:

- Bentuk partikel bersudut diusahakan berbentuk kubus.
- Permukaan partikel kasar sehingga mempunyai gesekan yang baik.

- Gradasi sesuai yang diinginkan.

Proses pemecahan agregat sebaiknya menggunakan mesin pemecah batu (*Crusher stone*) sehingga ukuran partikel yang dihasilkan dapat terkontrol sesuai dengan spesifikasi yang ditetapkan.

- **Agregat Batuan**

Agregat yang merupakan mineral *Filler*/pengisi (partikel dengan ukuran $<0,075>$)

C. Aspal (*Surface Course*)

Aspal didefinisikan sebagai material berwarna hitam atau coklat tua, pada temperature ruang berbentuk agak padat sampai padat. Jika dipanaskan sampai suatu temperatur berbentuk aspal dapat menjadi lunak atau cair sehingga dapat membungkus partikel agregat pada waktu pembuatan aspal beton atau dapat masuk kedalam pori-pori yang ada pada penyemprotan atau penyiraman pada kekerasan macadam ataupun peleburan. Jika temperatur mulai turun, aspal akan mengeras dan mengikat agregat pada rempatnya (sifat termoplastis)

Jenis Aspal :

Berdasarkan cara diperolehnya aspal dapat dibedakan atas:

1. Aspal alam, dapat dibedakan atas
 - Aspal gunung (*rock asphalt*), contoh aspal dari pulau beton
 - Aspal danau (*lake asphalt*) contoh aspal dari Bermudez, Trinidad.
2. Aspal Buatan
 - Aspal minyak merupakan hasil dari penyulingan minyak bumi
 - Tar, merupakan hasil dari penyulingan batubara tidak umum digunakan untuk perkerasan jalan karena lebih cepat mengeras, peka terhadap perubahan temperatur dan beracun.

SIFAT ASPAL

Aspal yang digunakan dalam konstruksi perkerasan jalan berfungsi sebagai:

1. Bahan pengikat, memberi ikatan yang kuat antara aspal dan agregat dan antara aspal itu sendiri.
2. Bahan pengisi mengisi rongga antara butir-butir agregat dan pori-pori yang ada dari agregat itu sendiri.

2.4 KERUSAKAN JALAN

Dalam struktur perkerasan jalan sering kali mengalami kerusakan dikarenakan banyaknya volume lalu lintas, cuaca buruk, kondisi drainase dan tanah dasar yang kurang baik dan lain-lain.

Bina Marga telah memberikan manual konstruksi dan bangunan tentang survei kondisi jalan untuk pemeliharaan rutin No. 00101/M/BM/ 2011, manual ini merupakan review terhadap manual pemeliharaan rutin untuk Jalan Nasional dan Propinsi No.001/T/Bt/1995 yang disiapkan untuk dapat digunakan sebagai atas pengumpulan data lapangan sebagai penyusunan program awal identifikasi kerusakan yang akan dijadikan dasar dalam penanganan pemeliharaan rutin jalan baik jalan Nasional, Propinsi maupun Kabupaten/Kota.

Manual survei kondisi jalan mencakup ketentuan umum dan ketentuan teknis, didalam ketentuan umum memuat persyaratan-persyaratan, serta ketentuan teknis memuat metode survei kondisi jalan (Bina Marga, 2011). Menurut Manual Pemeliharaan Jalan No. 03/MN/B/1983 yang dikeluarkan oleh Direktorat Jenderal Bina Marga, kerusakan jalan dapat dibedakan menjadi 19 kerusakan, yaitu sebagai berikut.

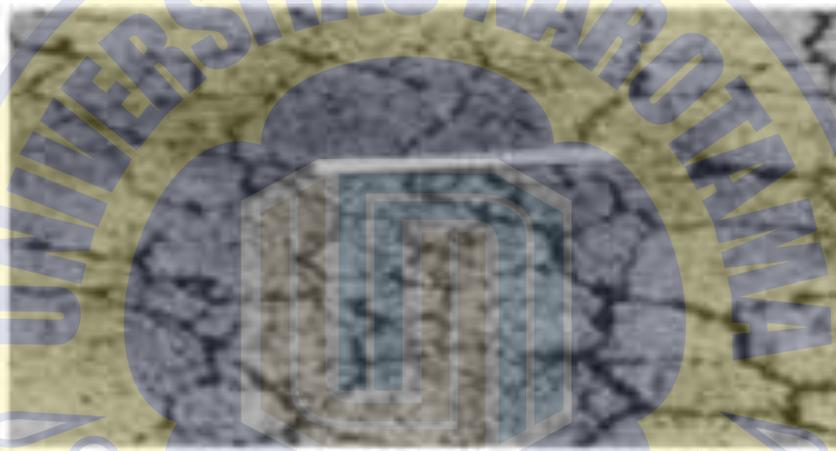
1. Retak Kulit Buaya (*Aligator Cracking*)

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.

Kemungkinan penyebabnya adalah sebagai berikut.

- 1) Bahan perkerasan atau kualitas material yang kurang baik sehingga menyebabkan perkerasan lemah atau lapis beraspal yang rapuh (*brittle*).
- 2) Pelapukan aspal.
- 3) Penggunaan aspal kurang.
- 4) Tingginya air tanah pada badan perkerasan jalan.
- 5) Lapisan bawah kurang stabil.



Gambar 2.4 Retak Kulit Buaya (*Alligator Cracking*)

Sumber: Bina Marga No. 03/MN/B/1983

2. Kegemukan (*Bleeding*)

Cacat permukaan ini berupa terjadinya konsentrasi aspal pada suatu tempat tertentu di permukaan jalan. 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 'bunga ban' kendaraan yang melewatinya. Hal ini juga akan membahayakan keselamatan lalu lintas karena jalan akan menjadi licin.

Kemungkinan penyebab utama kegemukan adalah sebagai berikut.

- 1) Penggunaan aspal yang tidak merata atau berlebihan.
- 2) Tidak menggunakan binder (aspal) yang sesuai, dan akibat dari keluarnya aspal dari lapisan bawah yang mengalami kelebihan aspal.



Gambar 2.5 Kegemukan (*Bleeding*)

Sumber: Bina Marga No. 03/MN/B/1983

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

Sesuai dengan namanya, retak 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 x 200 mm. Kemungkinan penyebab retak kotak-kotak adalah sebagai berikut.

- 1) Perambatan retak susut yang terjadi pada lapisan perkerasan di bawahnya.
- 2) Retak pada lapis perkerasan yang lama tidak diperbaiki secara benar sebelum pekerjaan lapisan tambahan (*overlay*) dilakukan.
- 3) Perbedaan penurunan dari timbunan atau pemotongan badan jalan dengan struktur perkerasan.

4. Cekungan (*Bump and Sags*)

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



Gambar 2.6 Retak Kotak-kotak (*Block Cracking*)

Sumber: Bina Marga No. 03/MN/B/1983

perkerasan tidak stabil. Bendul juga dapat disebabkan oleh beberapa faktor yaitu.

- 1) Bendul atau tonjolan yang dibawah PCC slab pada lapisan AC.
- 2) Lapisan aspal bergelombang (membentuk lapisan lensa cembung).
- 3) 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 mementuk cekungan. Longsor itupun terjadi pada area yang lebih luas dengan banyaknya cekungan dan cembungan pada permukaan perkerasan biasa disebut gelombang.



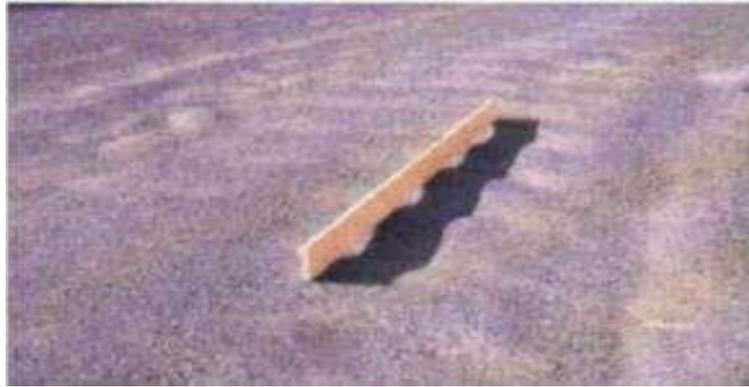
Gambar 2.7 Cekungan (*Bump and Sags*)

Sumber: Bina Marga No. 03/MN/B/1983

5. Keriting (*Corruugation*)

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. Kemungkinan penyebab keriting adalah sebagai berikut.

- 1) Stabilitas lapis permukaan yang rendah.
- 2) Penggunaan material atau agregat yang tidak tepat, seperti digunakannya agregat yang berbentuk bulat licin.
- 3) Terlalu banyak menggunakan agregat halus.
- 4) Lapis pondasi memang sudah bergelombang.



Gambar 2.8 Keriting (*Corrugation*)

Sumber: Bina Marga No. 03/MN/B/1983

6. Ambblas (*Depression*)

Bentuk kerusakan yang terjadi ini berupa ambblas 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. Kemungkinan penyebab ambblas adalah sebagai berikut.

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



Gambar 2.9 Ambblas (*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. Kemungkinan penyebab retak pinggir adalah sebagai berikut.

- 1) Kurangnya dukungan dari arah lateral (dari bahu jalan).
- 2) Drainase kurang baik.
- 3) Bahu jalan turun terhadap permukaan perkerasan.
- 4) Konsentrasi lalu lintas berat di dekat pinggir perkerasan.

Gambar 2.10 Retak Pinggir (*Edge Cracking*)



Sumber: Bina Marga No. 03/MN/B/1983

8. Retak Sambung (*Joint Reflec 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. Penyebab kerusakan retak sambung adalah sebagai berikut.

- 1) Gerakan vertikal atau horisontal pada lapisan bawah lapis tambahan, yang timbul

akibat ekspansi dan kontraksi saat terjadi perubahan temperatur atau kadar air.

- 2) Gerakan tanah pondasi.\
- 3) Hilangnya kadar air dalam tanah dasar yang kadar lempungnya tinggi.



Gambar 2.11 Retak Sambung (*Joint Reflec Cracking*)

Sumber: Bina Marga No. 03/MN/B/1983

9. Pinggiran Jalan Turun Vertikal (*Lane/Shoulder Dropp 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 kerusakan tersebut adalah sebagai berikut.

- 1) Lebar perkerasan yang kurang.
- 2) Material bahu yang mengalami erosi atau penggerusan.
- 3) Dilakukan pelapisan lapisan perkerasan, namun tidak dilaksanakan pembentukan bahu.



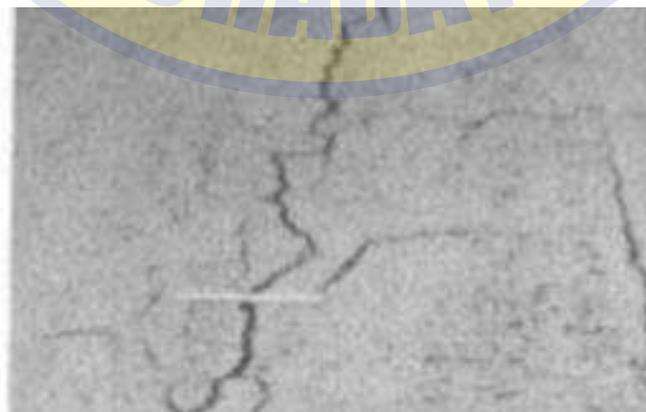
Gambar 2.12 Pinggiran Jalan Turun Vertikal

Sumber: Bina Marga No. 03/MN/B/1983

10. Retak Memanjang/Melintang (*Longitudinal/Transeve 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. Kemungkinan penyebabnya adalah sebagai berikut.

- 1) Perambatan dari retak penyusutan lapisan perkerasan di bawahnya.
- 2) Lemahnya sambungan perkerasan.
- 3) Bahan pada pinggir perkerasan kurang baik atau terjadi perubahan volume akibat pemuaian lempung pada tanah dasar.
- 4) Sokongan atau material bahu samping kurang baik.



Gambar 2.13 Retak Memanjang/Melintang

Sumber: Bina Marga No. 03/MN/B/1983

11. Retak Memanjang/Melintang (*Longitudinal/Transeve 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. Kemungkinan penyebabnya adalah sebagai berikut.

- 1) Perambatan dari retak penyusutan lapisan perkerasan di bawahnya.
- 2) Lemahnya sambungan perkerasan.
- 3) Bahan pada pinggir perkerasan kurang baik atau terjadi perubahan volume akibat pemuaian lempung pada tanah dasar.



Gambar 2.13 Retak Memanjang/Melintang

Sumber: Bina Marga No. 03/MN/B/1983

12. Tambalan (*Patching and Utility 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. Kemungkinan penyebab kerusakan tersebut adalah sebagai berikut.

- 1) Perbaikan akibat dari kerusakan permukaan perkerasan.
- 2) Penggalan pemasangan saluran atau pipa.



Gambar 2.14 Tambalan

Sumber: Bina Marga No. 03/MN/B/1983

13. Pengausan Agregat (*Polised Agregat*)

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. Kemungkinan penyebab kerusakan tersebut adalah sebagai berikut.

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



Gambar 2.15 Pengausan Agregat

Sumber: Bina Marga No. 03/MN/B/1983

14. Lubang (*Pothole*)

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). Kemungkinan penyebab terjadinya lubang adalah sebagai berikut.

- 1) Kadar aspal rendah.
- 2) Pelapukan aspal.
- 3) Penggunaan agregat kotor atau tidak baik.
- 4) Suhu campuran tidak memenuhi persyaratan.
- 5) Sistem drainase jelek.
- 6) Merupakan kelanjutan dari kerusakan lain seperti retak dan pelepasan butir.



Gambar 2.16 Lubang

Sumber: Bina Marga No. 03/MN/B/1983

15. 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. Penyebab kerusakan tersebut adalah sebagai berikut.

- 1) Amblasnya perkerasan, sehingga timbul beda elevasi antar permukaan perkerasan dengan permukaan rel.
- 2) Pelaksanaan pekerjaan atau pemasangan rel yang buruk.



Gambar 2.17 Perpotongan Rel

Sumber: Bina Marga No. 03/MN/B/1983

16. 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. Penyebab kerusakan tersebut adalah sebagai berikut.

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



Gambar 2.18 Alur

Sumber: Bina Marga No. 03/MN/B/1983

17. 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. Penyebab terjadinya sungkur adalah sebagai berikut.

- 1) Stabilitas tanah dan lapisan perkerasan yang rendah.
- 2) Daya dukung lapis permukaan yang tidak memadai.
- 3) Pemadatan yang kurang pada saat pelaksanaan.



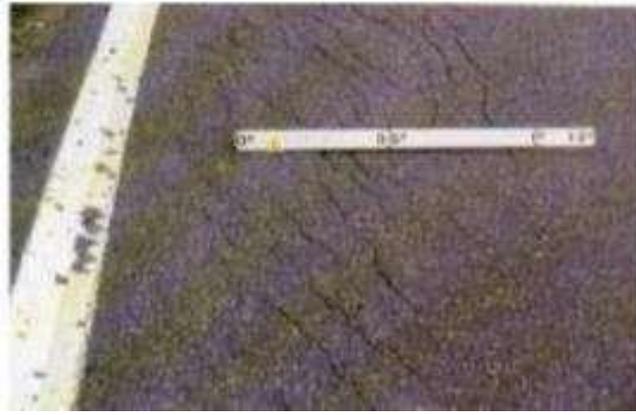
Gambar 2.19 Sungkur

Sumber: Bina Marga No. 03/MN/B/1983

18. 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. Penyebab patah slip adalah sebagai berikut.

- 1) Lapisan perekat kurang merata.
- 2) Penggunaan lapis perekat kurang.
- 3) Penggunaan agregat halus terlalu banyak.
- 4) Lapis permukaan kurang padat.



Gambar 2.20 Patah Slip

Sumber: Bina Marga No. 03/MN/B/1983

19. 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.



Gambar 2.21 Mengembang Jembul

Sumber: Bina Marga No. 03/MN/B/1983

20. 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. Penyebab pelepasan butir adalah sebagai berikut.

- 1) Pelapukan material pengikat atau agregat.
- 2) Pemadatan yang kurang.
- 3) Penggunaan material yang kotor.
- 4) Penggunaan aspal yang kurang memadai.
- 5) Suhu pemadatan kurang.



Gambar 2.22 Pelepasan Butir

Sumber: Bina Marga No. 03/MN/B/1983

2.5 PERHITUNGAN *SURFACE DISTRESS INDEX* (SDI)

SDI adalah system penilaian kondisi perkerasan jalan berdasarkan dengan pengamatan visual dan dapat digunakan sebagai acuan dalam usaha pemeliharaan. Dalam pelaksanaan metode SDI di lapangan maka ruas jalan yang akan disurvei harus dibagi ke dalam segmen-segmen. Nilai dari tiap jenis kerusakan yang diidentifikasi menentukan penilaian kondisi jalan dengan menjumlahkan seluruh nilai kerusakan perkerasan yang diketahui dimana semakin besar angka kerusakan kumulatif maka akan semakin besar pula nilai kondisi jalan, yang berarti jalan tersebut memiliki kondisi yang semakin buruk sehingga

membutuhkan pemeliharaan yang lebih baik.

Menurut RCS (*Road Condition Survey*) atau SKJ (*Survei Kondisi Jalan*) untuk menghitung besaran nilai SDI, hanya diperlukan 4 unsur yang dipergunakan sebagai dukungan yaitu: luas retak, rata-rata lebar retak, jumlah lubang/km dan rata-rata kedalaman rutting bekas roda.

2.6 INTERNATIONAL ROUGHNESS INDEX (IRI)

International Roughness Index adalah parameter yang digunakan untuk menentukan tingkat ketidakrataan permukaan jalan. Parameter *Roughness* dipresentasikan dalam suatu skala yang menggambarkan ketidakrataan permukaan perkerasan jalan yang dirasakan pengendara. Ketidakrataan permukaan perkerasan jalan tersebut merupakan fungsi dari potongan memanjang dan melintang permukaan jalan. Disamping faktor-faktor tersebut, *Roughness* juga dipengaruhi oleh parameter-parameter operasional kendaraan, yang meliputi suspension roda, bentuk kendaraan, kedudukan kerataan kendaraan serta kecepatan.

Wambold, ddk (1981) dalam Tanan (2005) menyampaikan secara umum *Roughness* jalan dapat didefinisikan sebagai deviasi permukaan jalan diukur dari satu bidang datar, ditambah parameter lain yang dapat mempengaruhi hal-hal seperti gerakan dinamis kendaraan, kualitas perjalanan, beban dinamis konstruksi serta pengaliran air di permukaan.

International Roughness Index (IRI) digunakan untuk mengukur kekasaran permukaan jalan, kekasaran yang diukur pada setiap lokasi diasumsikan mewakili semua fisik di lokasi tersebut. Kekasaran permukaan jalan adalah nama yang diberikan untuk ketidakrataan memanjang pada permukaan jalan. Ini diukur dengan suatu skala terhadap pengaruh permukaan pada kendaraan yang bergerak di atasnya. Skala yang banyak digunakan di Negara berkembang seperti Indonesia adalah *International Roughness Index*.

Tingkat kerataan jalan (IRI) ini merupakan salah satu faktor/fungsi pelayanan

(*functional performance*) dari suatu perkerasan jalan yang sangat berpengaruh pada kenyamanan (*riding quality*). Salah satu indikator teknis untuk menilai performansi permukaan jalan adalah nilai IRI (*International Roughness Index*), yaitu besaran ukuran yang menggambarkan nilai ketidakrataan permukaan yang diindikasikan sebagai panjang kumulatif turun naiknya permukaan per satuan panjang. Kerataan permukaan jalan dianggap sebagai resultante kondisi perkerasan jalan secara menyeluruh. Jika cukup rata maka jalan dianggap baik mulai dari lapis bawah sampai dengan lapis atas perkerasan jalan dan demikian sebaliknya (Hikmat Iskandar 2005). Nilai IRI dinyatakan dalam meter turun naik per kilometer panjang jalan (m/km). Jika nilai IRI = 10 m/km, artinya jumlah amplitude (naik dan turun) permukaan jalan sebesar 10 m dalam tiap km panjang jalan. Semakin besar nilai IRI-nya, maka semakin buruk keadaan permukaan perkerasan. IRI adalah sebuah standar pengukuran kekasaran yang mengacu pada *Response-Type Road Roughness Measurement System* (RTRRMS).

Kondisi jalan berdasarkan penilaian IRI pada table 2.2 berikut ini.

Tabel 2.2 Penentuan Kondisi Segmen Jalan

IRI	PRO PATSDA I			
	< 50	50 - 100	100 - 150	> 100
<4	Baik	Sedang	Sedang	Rusak Ringan
4-8	Sedang	Sedang	Rusak Ringan	Rusak Ringan
8-12	Rusak Ringan	Rusak Ringan	Rusak Berat	Rusak Berat
>12	Rusak Berat	Rusak Berat	Rusak Berat	Rusak Berat

Sumber: Bina Marga, 2011.

2.7 PEMELIHARAAN JALAN

Dalam upaya mempertahankan tingkat pelayanan jalan bagi para pengguna jalan, maka diperlukan suatu proses pemeliharaan. Tingkat layanan juga bisa diartikan sebagai faktor yang menjamin waktu, keamanan, dan kenyamanan pengguna jalan pada saat melakukan perjalanan. Jika jalan dan tingkat pelayanannya tidak dipertahankan dan dengan semakin bertambahnya volume kendaraan yang menggunakan jalan setiap tahun, maka akan menyebabkan adanya kerusakan pada jalan tersebut. Pada dasarnya pemeliharaan jalan juga dapat didefinisikan sebagai suatu tindakan yang dilakukan untuk mempertahankan, merawat, dan memperkuat semua elemen jalan agar jalan tersebut dapat layak digunakan oleh penggunanya dalam waktu yang lama.

Tujuan pemeliharaan jalan adalah untuk mempertahankan kondisi jalan mantap sesuai dengan tingkat pelayanan dan kemampuannya pada saat jalan tersebut selesai dibangun dan dioperasikan sampai dengan tercapainya umur rencana yang telah ditentukan. Pemeliharaan jalan meliputi pemeliharaan rutin, pemeliharaan berkala, dan rehabilitasi jalan termasuk bangunan pelengkap dan perlengkapan jalan. Pemeliharaan perlengkapan jalan yang berkaitan langsung dengan pengguna jalan merupakan kewenangan dari penyelenggara lalu lintas dan angkutan jalan.

Penanganan pemeliharaan jalan dilakukan secara preventif yang bertujuan untuk membatasi jenis, tingkat, sebaran kerusakan, dan menunda kerusakan lebih lanjut, serta mengurangi jumlah kegiatan pemeliharaan rutin, melindungi perkerasan dari pengaruh beban dan lingkungan, dan mempertahankan kondisi jalan dalam tingkat baik dan sedang sesuai dengan rencana. Penanganan pemeliharaan jalan yang dilakukan secara reaktif bertujuan memperbaiki setiap kerusakan yang telah terjadi pada perkerasan jalan diluar kemampuan pengamatan. Penanganan reaktif dimaksudkan untuk mengembalikan ke kondisi sesuai dengan rencana. Untuk tercapainya tujuan pemeliharaan maka setiap jenis pemeliharaan harus dilakukan secara berkesinambungan.

Konsekuensi yang harus ditanggung bila tidak berkesinambungan adalah umur layan perkerasan tidak sesuai dengan yang direncanakan atau mengalami kerusakan dini. Pemeliharaan tersebut dilakukan sesuai dengan beberapa kondisi tergantung dari manfaat jalan, volume lalu-lintas, dan beberapa pertimbangan seperti aspek teknis, sosial, dan sebagainya. Adapun jenis pemeliharaan jalan berdasarkan PP 34 Tahun 2006 Tentang jalan, Permen PU Nomor 13/PRT/M/2011, Tentang Tata Cara Pemeliharaan dan Penelikan Jalan antara lain sebagai berikut:

2.7.1 Pemeliharaan Rutin

Pemeliharaan rutin jalan adalah kegiatan merawat serta memperbaiki kerusakan-kerusakan yang terjadi pada ruas-ruas jalan dengan kondisi pelayanan mantap. Jalan dengan kondisi pelayanan matap adalah ruas-ruas jalan dengan kondisi atau sedang sesuai umur rencana yang diperhitungkan serta mengikuti suatu standar tertentu. Pemeliharaan rutin dilakukan sepanjang tahun dan sifatnya sebagai proteksi terhadap kerusakan yang lebih parah. Adapun jenis kegiatan pemeliharaan rutin antara lain:

- Lapis permukaan, misalnya: pelaburan aspal, penambalan lubang.
- Bahu jalan, misalnya: pengisian material bahu jalan yang tergerus.
- Drainase jalan: pembersihan saluran agar tetap berfungsi saat musim hujan.

2.7.2 Pemeliharaan Berkala

Pemeliharaan berkala jalan adalah kegiatan penanganan pencegahan terjadinya kerusakan yang lebih luas dan setiap kerusakan yang diperhitungkan dalam desain agar penurunan kondisi jalan dapat dikembalikan pada kondisi kemantapan dengan rencana. Pemeliharaan berkala jalan dilakukan pada waktu-waktu tertentu. Penanganan ini dilakukan pada kondisi lapis permukaan jalan yang sudah menurun kualitas berkendaranya, sedangkan dengan upaya pemeliharaan rutin tidak dapat mengembalikan kondisi jalan pada kondisi mantap. Oleh karena itu, secara berkala

dilakukan pelapisan ulang lapis permukaan agar jalan kembali pada kondisi mantap.

2.7.3 Rehabilitasi

Rehabilitasi jalan adalah kegiatan penanganan pencegahan terjadinya kerusakan yang luas dan setiap kerusakan yang tidak diperhitungkan dalam desain, yang berakibat menurunnya kondisi kemantapan pada bagian/tempat tertentu dari suatu ruas jalan dengan kondisi rusak ringan, agar penurunan kondisi kemantapan tersebut dapat dikembalikan pada kondisi kemantapan sesuai dengan rencana.

2.8 CAMPURAN ASPAL PANAS

Dalam pemeliharaan jalan, terdapat bahan yang digunakan untuk pemeliharaan yang berguna untuk meningkatkan stabilitas jalan. Bahan yang digunakan dapat berupa campuran aspal panas dengan tebal yang beragam untuk tetap menjaga stabilitas jalan agar tetap terjaga.

Campuran aspal panas adalah suatu pencampuran antara agregat bergradasi rapat yang berisi agregat kasar, halus, dan *filler* sebagai komposisi utama kemudian ditambahkan aspal sebagai bahan pengikat. Bahan-bahan tersebut kemudian dicampur serta dipadatkan dalam kondisi panas pada suhu tertentu sehingga membentuk suatu campuran yang dapat digunakan sebagai bahan lapis perkerasan pada jalan. Jenis perkerasan yang menggunakan campuran aspal panas adalah perkerasan lentur.

Dalam pembuatan campuran aspal panas, terlebih dahulu agregat dan aspal yang digunakan dipanaskan. Fungsi dari pemanasan ini adalah agar memudahkan dalam proses pelaksanaan pencampuran. Sebagaimana diketahui, aspal dalam kondisi dingin memiliki sifat fisik yang relatif kaku, sehingga untuk mencairkan aspal tersebut perlu dipanaskan terlebih dahulu dalam suhu tertentu baru dicampur dengan agregat.

Kemampuan campuran beraspal dalam memperoleh daya dukung ditentukan oleh friksi dan kohesi bahan-bahan yang digunakan dalam campuran beraspal tersebut. Friksi

agregat diperoleh dari gaya gesek antara butiran dan gradasi serta kekuatan agregat itu sendiri. Jika suatu agregat memiliki sifat fisik yang kuat dan gradasi antar butir semakin rapat, maka dengan sendirinya akan memiliki friksi yang kuat. Sedangkan untuk kohesi sendiri didapat dari sifat-sifat aspal yang digunakan. Oleh sebab itu, kinerja campuran beraspal sangat dipengaruhi oleh jenis agregat dan aspal yang digunakan. Jenis dari campuran aspal panas adalah sebagai berikut (Peraturan Menteri Pekerjaan Umum No. 28/PRT/M/2007).

2.8.1 Latasir (lapis tipis aspal pasir/sand sheet) Kelas A dan B

Latasir adalah lapis penutup permukaan jalan yang terdiri atas agregat halus atau pasir atau campuran keduanya dan aspal keras yang dicampur, dihampar, dan dipadatkan dalam keadaan panas pada temperatur tertentu. Latasir biasanya digunakan untuk jalan-jalan dengan lalu lintas ringan, khususnya dimana agregat kasar tidak atau sulit diperoleh. Lapisan ini khusus mempunyai ketahanan alur (*rutting*) rendah. Oleh karena itu tidak diperkenankan untuk daerah berlalu lintas berat atau daerah tanjakan. Latasir biasa pula disebut sebagai *SS* (*Sand Sheet*) atau *HRSS* (*Hot Rolled Sand Sheet*). Sesuai gradasi agregatnya, campuran latasir dapat dibedakan atas:

- Latasir kelas A, dikenal dengan nama *HRSS-A* atau *SS-A*. Tebal nominal minimum *HRSS-A* adalah 1,5 cm.



Gambar 2.23 Latasir
(Sumber: Maxres, 2018)

- Latasir kelas B, dikenal dengan nama *HRSS-B* atau *SS-B*. Tebal nominal minimum

HRSS-B adalah 2 cm. Gradasi agregat *HRSS-B* lebih kasar dari *HRSS-A*

2.8.2 Lataston (lapis tipis beton/aspal/HRS)

Lataston adalah lapis permukaan yang terdiri atas lapis aus (lataston lapis permukaan antara/HRS-Binder) yang terbuat dari agregat yang bergradasi senjang dengan dominasi pasir dan aspal keras yang dicampur, dihampar, dan dipadatkan dalam keadaan panas pada temperatur tertentu.

Lataston/*Hot Rolled Sheet* (HRS) merupakan perkembangan dari Hot Rolled Asfalt (HRA) yang berasal dari Inggris dan telah disesuaikan dengan kondisi alam yang ada di Indonesia. Aspal yang digunakan dalam jenis konstruksi perkerasan ini adalah aspal keras dengan penetrasi 60-70 (AC 60-70). Laston terdiri dari dua macam campuran, Laston Lapis Pondasi (HRS-Base) dan Laston Lapis Permukaan (HRS-WC) yang ukuran maksimum masing-masing agregat adalah 19 mm.

Penggunaan *filler* yang tepat pada *Hot Rolled Sheet* (HRS) yang memiliki agregat senjang (ukuran agregat tidak lengkap) dapat menutupi kekosongan butiran gradasi yang tidak dapat diisi oleh agregat, sehingga dapat memberikan lapis aus *Hot Rolled Sheet* (HRS) lebih kedap terhadap air (*permeability*), tahan terhadap perubahan cuaca, dapat menyerap kadar aspal yang relatif tinggi, dan memberikan permukaan yang mampu menerima beban berat tanpa mengalami retak.

Sifat-sifat dari *Hot Rolled Sheet* antara lain adalah kedap terhadap air, tahan terhadap keausan lalu lintas, memiliki kekenyalan yang tinggi, mampu digunakan pada jalan dengan lalu lintas padat, tikungan tajam, perempatan jalan, dan daerah yang permukaan jalannya bisa menahan beban roda berat.



Gambar 2.24 Lataston

(Sumber: Material Proyekku, 2012)

Untuk mendapatkan hasil yang memuaskan, maka campuran harus dirancang sampai memenuhi semua ketentuan yang diberikan dalam spesifikasi. Dua kunci utama adalah:

- Gradasi yang benar-benar senjang. Agar diperoleh gradasi yang senjang, maka hampir selalu dilakukan pencampuran pasir halus dengan agregat pecah mesin.
- Rongga udara pada kepadatan membal (*refusal density*) harus memenuhi ketentuan yang ditunjukkan pada suatu pedoman dalam pekerjaan pemeliharaan jalan.

2.8.3 Laston (lapisan beton aspal/AC)

Laston adalah lapis permukaan atau lapis pondasi yang terdiri dari campuran aspal keras dan agregat yang bergradasi menerus, dicampur, dihampar dan dipadatkan dalam keadaan panas pada suhu tertentu. Material agregatnya terdiri dari agregat kasar, agregat halus, dan *filler* yang bergradasi baik yang dicampur dengan *penetration grade* aspal. Kekuatan yang didapat terutama berasal dari sifat mengunci (*interlocking*) agregat dan juga sedikit mortar pasir, *filler*, dan aspal.

Pembuatan laston dimaksudkan untuk memberikan daya dukung dan memiliki sifat tahan terhadap keausan akibat lalu lintas, kedap air, mempunyai nilai struktural, mempunyai nilai stabilitas yang tinggi dan peka terhadap penyimpangan perencanaan dan pelaksanaan.

Berdasarkan fungsinya laston dapat diklasifikasikan sebagai berikut:

- Sebagai lapis permukaan (lapis aus) yang tahan terhadap cuaca, gaya geser, dan tekanan roda serta memberikan lapis kedap air yang dapat melindungi lapis dibawahnya dari rembesan air dikenal dengan nama *Asphalt Concrete- Wearing Course (AC-WC)*.



Gambar 2.25 Laston

(Sumber: Material Proyek, 2020)

- Sebagai lapis pengikat dikenal dengan nama *Asphalt Concrete-Binder Course (AC-BC)*.
- Sebagai lapis pondasi, jika dipergunakan pada pekerjaan peningkatan atau pemeliharaan jalan yang dikenal juga dengan nama *Asphalt Concrete-Base (AC-Base)*.

2.9 PEMILIHAN STRUKTUR PERKERASAN

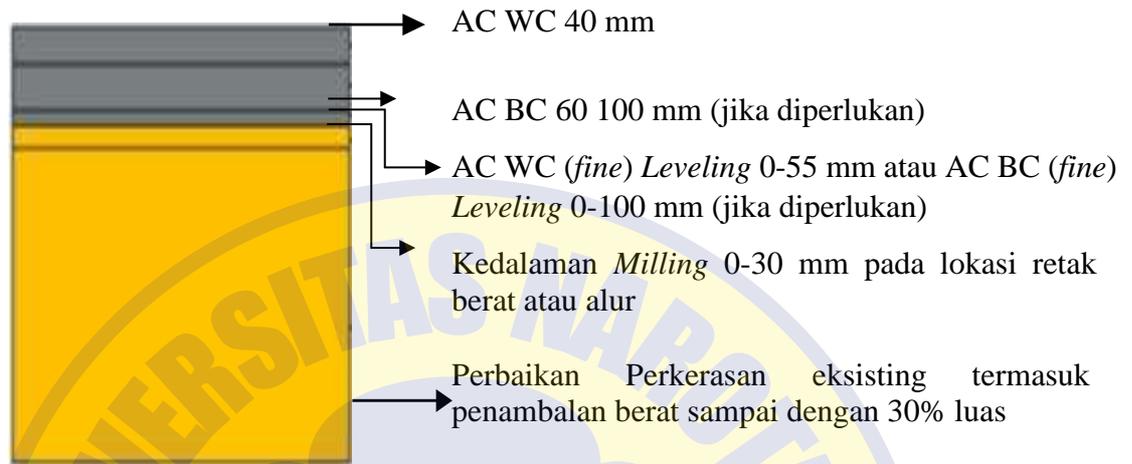
Pemilihan jenis perkerasan akan bervariasi berdasarkan volume lalu lintas, umur rencana, dan kondisi pondasi jalan. Batasan pada tabel 2.3 tidak mutlak, perencana harus mempertimbangkan biaya terendah selama umur rencana, keterbatasan dan kepraktisan pelaksanaan. Pemilihan alternatif desain berdasarkan manual ini harus didasarkan pada *discounted lifecycle cost* terendah.

Tabel 2.3 Pemilihan Jenis Perkerasan

Struktur Perkerasan	Bagian desain	ESA (juta) dalam 20 tahun (pangkat 4 kecuali ditentukan lain)				
		0 - 0,5	0,5 - 4	>4 - 10	>10 - 30	>300 - 200
Perkerasan kaku dengan lalu lintas berat (di atas tanah dengan CBR > 2,5%)	4	–	–	2	2	2
Perkerasan kaku dengan lalu lintas rendah (daerah pedesaan dan perkotaan)	4A	–	1,2	–	–	–
AC WC modifikasi atau SMA modifikasi dengan CTB (ESA pangkat 5)	3	–	–	–	2	2
AC dengan CTB (ESA pangkat 5)	3	–	–	–	2	2
AC tebal ≥ 100 mm dengan lapis fondasi berbutir (ESA pangkat 5)	3B	–	–	1,2	2	2
AC atau HRS tipis diatas lapis fondasi berbutir	3A	–	1,2	–	–	–
Burda atau Burtu dengan LPA kelas A atau batuan asli	5	3	3	–	–	–
Lapis fondasi Soil Cement	6	1	1	–	–	–
Perkerasan tanpa penutup (Japat, Jalan Kerikil)	7	1	–	–	–	–

Sumber : Manual Desain Perkerasan Jalan 2017

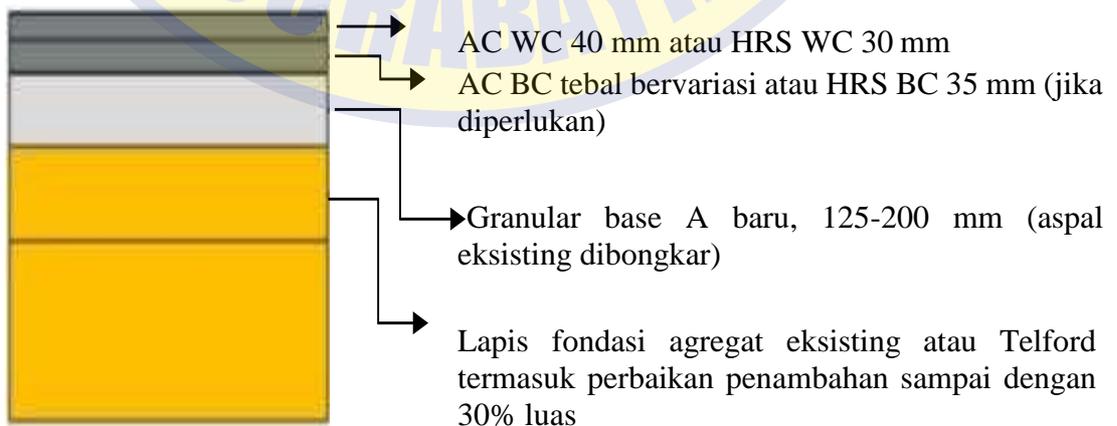
Nilai yang didapat dari tabel 2.3 ini dapat digunakan sebagai lalu lintas rencana atau beban rencana. Jenis struktur tipikal standar yang digunakan pada tahap rehabilitasi atau pada proses pemeliharaan jalan sesuai dengan Manual Desain Perkerasan Jalan 2017 dengan menggunakan lapis tambahan (*overlay*) terdapat pada gambar 2.26 sampai 2.30 berikut:



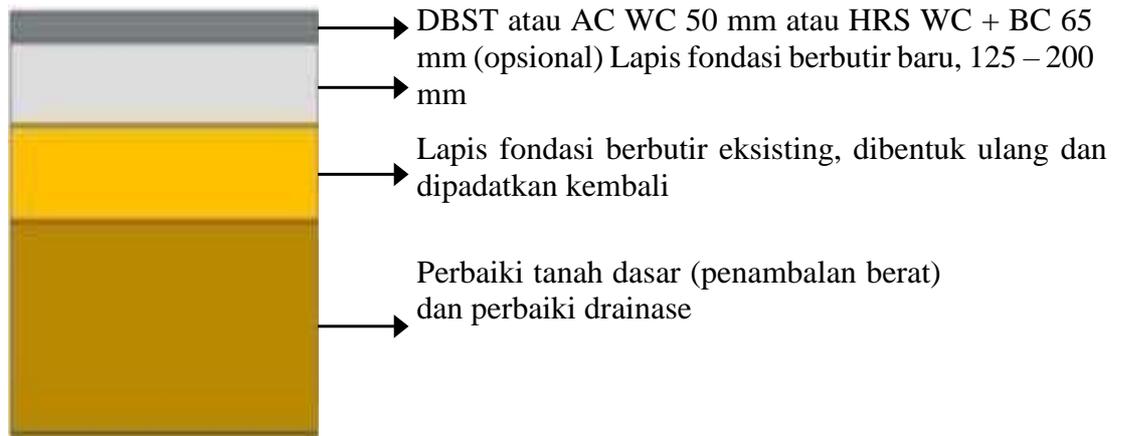
Gambar 2.26 Tipikal Struktur *Overlay* Aspal



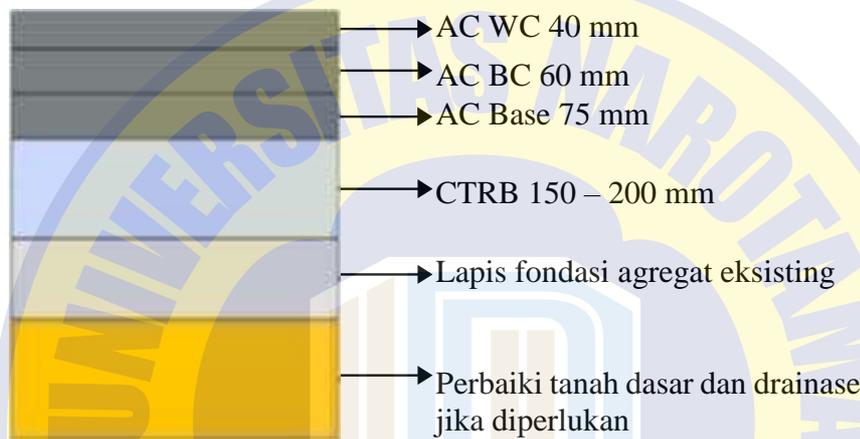
Gambar 2.27 *Overlay* non structural



Gambar 2.28 Rekonstruksi – pengerikilan kembali



Gambar 2.29 Pengerikilan kembali pada jalan pada penutup



Gambar 2.30 Daur ulang – penanganan dengan semen

2.10 PROSEDUR DESAIN *OVERLAY*

Berdasarkan Manual Desain Perkerasan Jalan 2017 untuk desain tebal *overlay* terdapat beberapa hal yang mempengaruhi desain tebal tersebut harus sesuai dengan keadaan lalu lintas yang ada pada kondisi jalan eksisting. Untuk merencanakan tebal *overlay*, terdapat tiga prosedur tebal *overlay* berdasarkan beban lalu lintas.

2.10.1 Lalu lintas lebih kecil atau sama dengan 100.000 ESA4

Retak leleh bukan merupakan kerusakan yang umum terjadi pada jalan dengan lalu lintas ringan dan perkerasan dengan HRS. Berdasarkan pertimbangan itu, desain jalan dengan beban lalu lintas rencana lebih kecil dari 100.000 ESA4 dan perkerasan dengan HRS kinerja *fatigue overlay* tidak diperlukan. Desain tebal *overlay* cukup dengan pendekatan lendutan maksimum (D0).

2.10.2 Lalu lintas lebih besar dari 100.000 ESA4

Pada jalan dengan lalu lintas lebih besar dari 100.000 ESA4 terdapat potensi retak lehlapisan aspal. Dengan demikian, kriteria deformasi permanen (pendekatan lendutan maksimum D0) dan kriteria retak lelah (pendekatan lengkung lendutan, D0 – D200) harus diperhitungkan.

2.10.3 Lalu lintas lebih besar dari 10x10⁶ ESA4 atau 20x10⁶ESA5

Untuk pekerjaan rehabilitasi dengan beban lalu lintas lebih besar daripada 10x10⁶ ESA4 atau lebih besar daripada 20x10⁶ ESA5 harus digunakan prosedur mekanistik empiris atau metode Pt T-01-2002-B atau metode AASHTO 1993.

Pada prosedur mekanistik empiris, data lendutan permukaan dan tebal perkerasan eksisting digunakan untuk perhitungan-balik (*back calculation*) nilai modulus lapisan perkerasan. Selanjutnya nilai modulus ini digunakan untuk menentukan solusi desain rekonstruksi atau *overlay* dengan program analisis perkerasan *multi-layer*.

Pada prosedur pelapisan tambah perkerasan lentur berdasarkan lendutan permukaan AASHTO 1993 atau Pt T-01-2002-B temperatur standar untuk lendutan maksimum (D0) yang digunakan adalah 68^o F atau 20^o C. Dengan demikian, lendutan maksimum pada temperatur saat pengukuran harus distandarkan ke temperatur 20^o C.

2.11 DESAIN TEBAL OVERLAY NON-STRUKTURAL

Lapisan *overlay* harus lebih besar atau sama dengan tebal minimum. Permukaan yang tidak rata memerlukan lapis aspal yang lebih tebal untuk mencapai level kerataan yang dikehendaki. Idealnya, permukaan yang sangat kasar dikoreksi dengan pelaksanaan dalam dua lapisan, dan tidak mengandalkan satu lapisan untuk mencapai IRI yang diharapkan. Pengupasan (*milling*) perlu dipertimbangkan untuk memperbaiki ketidakerataan permukaan. Apabila *overlay* didesain hanya untuk memperbaiki kerataan saja (non-struktural), gunakan tebal *overlay* dari tabel 2.4 seperti dibawah ini:

Tabel 2.4 Tebal *overlay* untuk menurunkan IRI (non-struktural)

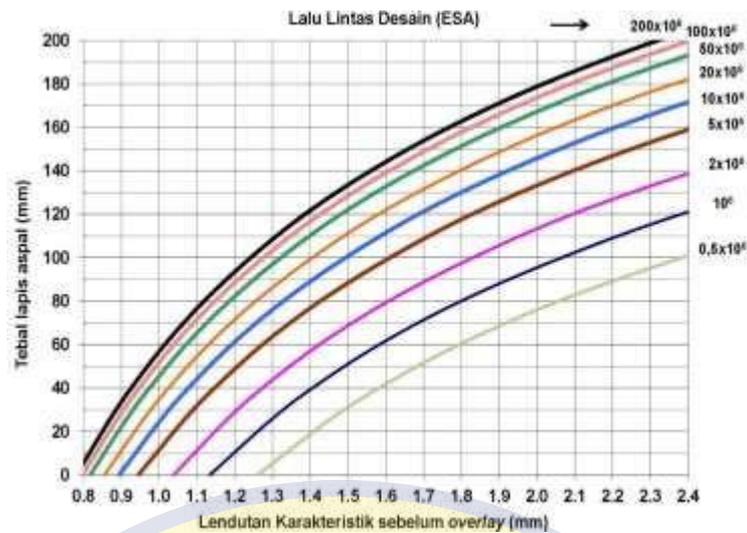
IRI rata-rata perkerasan eksisting	Tebal overlay minimum non-struktural untuk mencapai IRI = 3 setelah overlay (mm)
4	40
5	45
6	50
7	55
8	60

Sumber: Manual Desain Perkerasan Jalan 2017

2.12 DESAIN TEBAL *OVERLAY* BERDASARKAN LENDUTAN MAKSIMUM

Bagan desain Gambar 2.31. digunakan untuk menentukan kebutuhan *overlay* untuk mengantisipasi deforamasi permanen. Desain berdasarkan Gambar 2.31. menghasilkan desain dengan biaya lebih rendah daripada desain menggunakan Pd T-05-2005 yang telah dimodifikasi menjadi pedoman interim No.002/P/BM/2011 dan perangkat-lunaknya SDPJL (Software Desain Perkerasan Jalan Lenur).

Untuk lalu lintas dengan beban >100.000 ESA4, desain tebal menggunakan Gambar 2.31 tersebut harus digunakan bersamaan dengan Gambar 2.32. untuk mengantisipasi retak leleh. Dalam penggunaannya dibutuhkan justifikasi teknis, jika tidak ada indikasi potensi kegagalan tanah dasar, solusi berdasarkan lengkung lendutan sudah cukup memadai. Untuk menentukan tebal *overlay* berdasarkan lendutan balik maksimum (yang diukur dengan alat *Benkelman Beam*). Hitung dan masukkan nilai lendutan karakteristik dan beban lalu lintas desain (ESA4) pada Gambar 2.31, serta dapatkan tebal *overlay* pada sumbu vertikal. Apabila pengukuran lendutan dilakukan dengan menggunakan alat *Falling Weight Deflectometer* (FWD), gunakan faktor penyesuaian lendutan. Bagan desain Gambar 2.31. berlaku untuk beban rencana sampai dengan 10×10^6 ESA4.



Gambar 2.31 Solusi *Overlay* Berdasarkan Lendutan Balik Benkelman Beam untuk
 WMAPT 41^oC

Sumber: Manual Desain Perkerasan Jalan 2017

2.13 DESAIN TEBAL *OVERLAY* BERDASARKAN LENGKUNG LENDUTAN

Lengkung lendutan digunakan untuk perkerasan dengan beban lalu lintas desain lebih besar dari 100.000 ESA⁴. Apabila hasil pengujian lendutan menunjukkan bahwa hanya diperlukan lapis HRS yang tipis, maka pengecekan persyaratan lengkungan lendutan tidak diperlukan karena ketahanan terhadap *fatigue* lapis HRS-WC cukup tinggi. Langkah-langkah penentuan *overlay* berdasarkan lengkung lendutan adalah sebagai berikut:

1. Gunakan alat FWD, atau apabila menggunakan alat BB (*Benkelman Beam*), lakukan pengukuran mengikuti prosedur yang disetujui untuk mengukur lengkung lendutan.
2. Tentukan nilai rata-rata lengkung lendutan sebelum *overlay* sebagai nilai lengkung lendutan yang mewakili atau nilai karakteristik.
3. Jika menggunakan data BB, koreksi nilai lengkung lendutan yang diperoleh dengan faktor penyesuaian lengkung lendutan BB ke FWD dengan mengalikan nilai lengkung lendutan yang diperoleh dari langkah-2 di atas dengan faktor penyesuaian (Tabel 2.7. Faktor koreksi lengkung lendutan BB ke FWD). (Catatan: koreksi temperatur tidak diperlukan).
4. Tentukan tebal *overlay* yang dibutuhkan sesuai ketentuan dalam gambar 2.32.

Lengkung lendutan dinyatakan pada titik belok lengkungan atau *CF* (*curvature function*) berdasarkan bentuk lengkung lendutan sebagai berikut:

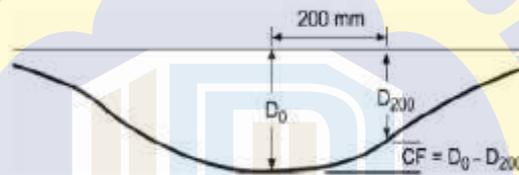
$$CF = D_0 - D_{200} \quad (2.1)$$

Dengan:

D_0 = Lendutan maksimum pada suatu titik uji (mm);

D_{200} = Lendutan yang terjadi pada titik yang berjarak 200 mm dari titik uji tersebut (mm).

Gambar 2.32. menunjukkan skema dimensi fungsi lengkung lendutan (*curvature function* atau titik belok).

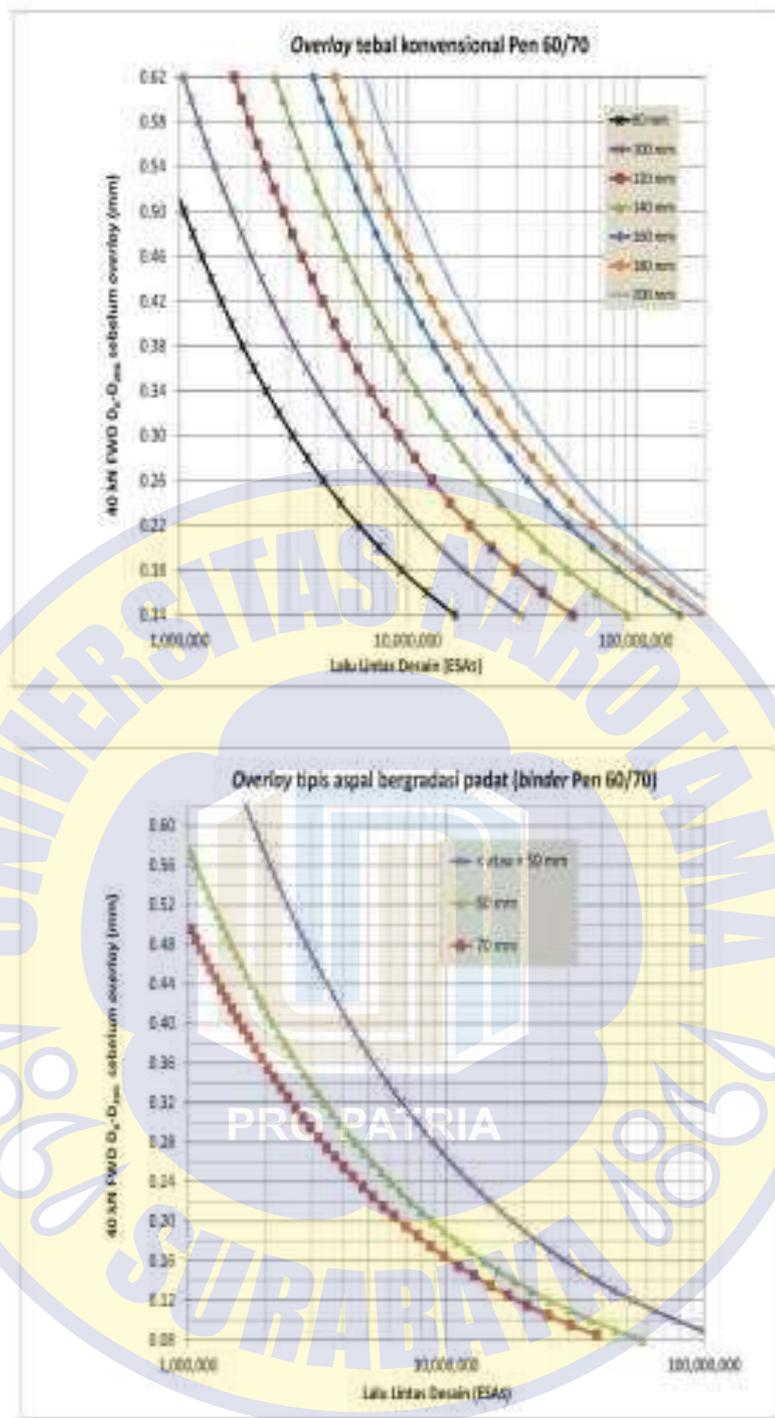


Gambar 2.32 Fungsi Lengkung Lendutan

Sumber: Manual Desain Perkerasan Jalan 2017

2.13.1 Grafik Desain Lengkung Pada WMPAT 41° C

Untuk tebal *overlay* berdasarkan lengkung lendutan, Manual Desain Perkerasan Jalan 2017 mengeluarkan grafik guna untuk mencari tebal *overlay* seperti pada gambar dibawah ini.



Gambar 2.33 Tebal *overlay* tipis dan tebal aspal konvensional untuk mencegah retak akibat lelah pada $MAPT > 35^{\circ}$

Tebal *overlay* berdasarkan lengkung lendutan dapat ditentukan berdasarkan *overlay* tipis atau *overlay* tebal seperti ditunjukkan pada Gambar 2.33.

2.13.2 Penyesuaian Nilai Pengukuran Lendutan Terhadap Musim

Besar lendutan permukaan perkerasan aspal dipengaruhi oleh jenis tanah dan kelembaban tanah dasar. Selain dari ketinggian muka air tanah, kelembaban tanah dasar dipengaruhi oleh iklim. Atas pertimbangan tersebut maka pengukuran sebaiknya dilakukan pada waktu perkerasan dalam keadaan terlemah yaitu pada musim penghujan.

Apabila survei lendutan dilaksanakan pada musim kemarau maka nilai lendutan harus dikoreksi. Faktor koreksi terhadap musim adalah angka perbandingan antara lendutan maksimum pada musim penghujan dan lendutan pada musim kemarau:

Faktor koreksi musim kemarau = 1,2
Faktor koreksi musim penghujan = 1,0*

*Berlaku untuk pengujian lendutan pada musim penghujan atau jika muka air tanah lebih dalam dari 3 m di bawah level tanah dasar.

2.13.3 Penyesuaian Nilai Pengukuran Lendutan Terhadap Temperatur Pengujian

Untuk *overlay* diatas perkerasan berbutir, hasil pengukuran lendutan perlu dikoreksi. Hal ini dikarenakan temperatur perkerasan mempengaruhi kekakuan dan kinerja perkerasan beraspal dalam merespon beban. Apabila temperatur perkerasan pada saat pengukuran dan pada kondisi pelayanan berbeda secara signifikan, lengkung lendutan yang diukur tidak mewakili respon perkerasan terhadap pembebanan lalu lintas. Untuk itu, diperlukan faktor koreksi temperatur.

Temperatur perkerasan harian pada suatu lokasi dipengaruhi oleh temperatur perkerasan tahunan rata-rata (*Weighted Mean Annual Pavement Temperature = WMAPT*). Temperatur perkerasan rata-rata tahunan dapat diperkirakan berdasarkan temperatur rata-rata tahunan (*Weighted Mean Annual Air Temperature, WMAAT*).

Secara umum, temperatur perkerasan tahunan rata-rata di Indonesia adalah 42⁰C pada daerah pesisir dan 38⁰C pada daerah pegunungan. Temperatur perkerasan rata-

rata 41⁰C digunakan sebagai acuan.

Faktor koreksi temperatur untuk pengukuran lendutan dihitung mengikuti prosedur berikut:

1. Menentukan faktor koreksi temperatur, f_T , sebagai berikut:

$$f_T = \frac{MAPT}{\text{Temperatur perkerasan saat pengukuran lendutan}} \quad (2.2)$$

MAPT = *Mean Annual Pavement Temperature*

2. Menentukan faktor koreksi temperatur.

Dalam menentukan faktor koreksi temperatur untuk pengujian menggunakan FWD digunakan tabel 2.5 dan 2.6, sedangkan untuk pengujian lendutan digunakan Tabel 2.7 dan 2.8. menggunakan *Benkelman Beam*. Pengujian lendutan perkerasan dengan tebal permukaan beraspal kurang dari 25 mm tidak memerlukan faktor koreksi temperatur.

Tabel 2.5 Faktor koreksi temperatur lendutan (D_0) untuk FWD*

AMPT Temp. Lapangan	Tebal Aspal Eksisting (mm)					
	25	50	100	150	200	300
0.50	0.93	0.87	0.81	0.75	0.69	0.59
0.60	0.95	0.91	0.86	0.81	0.76	0.68
0.70	0.96	0.94	0.90	0.87	0.83	0.77
0.80	0.98	0.96	0.94	0.92	0.89	0.85
0.90	0.99	0.98	0.97	0.96	0.94	0.92
1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
1.10	1.01	1.01	1.02	1.03	1.04	1.05
1.20	1.01	1.02	1.04	1.05	1.08	1.10
1.30	1.02	1.04	1.05	1.08	1.12	1.15
1.40	1.02	1.04	1.07	1.10	1.15	1.19
1.50	1.02	1.05	1.09	1.12	1.18	1.22
1.60	1.03	1.06	1.10	1.14	1.21	1.25
1.70	1.03	1.07	1.12	1.16	1.23	1.27
1.80	1.04	1.09	1.13	1.18	1.25	1.28

Sumber: Manual Desain Perkerasan Jalan 2017

Tabel 2.6 Faktor Koreksi Temperatur Lengkung Lendutan ($D_0 - D_{200}$) untuk FWD*

AMPT Temp. Lapangan	Tebal Aspal Eksisting (mm)					
	25	50	100	150	200	300
0.50	0.91	0.76	0.63	0.54	0.41	0.31
0.60	0.93	0.81	0.71	0.64	0.53	0.46
0.70	0.95	0.86	0.78	0.73	0.65	0.60
0.80	0.97	0.91	0.86	0.82	0.77	0.73
0.90	0.98	0.95	0.92	0.91	0.88	0.86
1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
1.10	1.01	1.03	1.05	1.07	1.09	1.11
1.20	1.02	1.06	1.10	1.14	1.18	1.23
1.30	1.03	1.10	1.15	1.20	1.27	1.35
1.40	1.04	1.13	1.20	1.26	1.36	1.46
1.50	1.05	1.15	1.24	1.32	1.44	1.57
1.60	1.05	1.15	1.24	1.32	1.44	1.57
1.70	1.06	1.15	1.28	1.37	1.52	1.67
1.80	1.06	1.18	1.32	1.41	1.59	1.77

Sumber: Manual Desain Perkerasan Jalan 2017

Tabel 2.7 Faktor Koreksi Temperatur Lendutan (D_0) untuk *Benkelman Beam**

AMPT Temp. Lapangan	Tebal Aspal Eksisting (mm)						
	25	50	100	150	200	250	300
0.50	0.94	0.90	0.84	0.78	0.74	0.67	0.58
0.60	0.95	0.92	0.86	0.81	0.77	0.70	0.62
0.70	0.96	0.94	0.89	0.85	0.81	0.75	0.69
0.80	0.97	0.96	0.92	0.90	0.87	0.82	0.78
0.90	0.99	0.98	0.96	0.95	0.93	0.90	0.88
1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
1.10	1.01	1.01	1.03	1.03	1.05	1.06	1.08
1.20	1.02	1.02	1.05	1.07	1.10	1.14	1.16
1.30	1.03	1.04	1.06	1.10	1.14	1.20	1.24
1.40	1.03	1.05	1.08	1.12	1.18	1.26	1.31
1.50	1.04	1.06	1.09	1.14	1.21	1.31	1.37
1.60	1.04	1.07	1.11	1.16	1.25	1.37	1.42
1.70	1.04	1.08	1.12	1.20	1.30	1.38	1.50
1.80	1.04	1.09	1.13	1.22	1.35	1.37	1.55

Sumber: Manual Desain Perkerasan Jalan 2017

Tabel 2.8 Faktor Koreksi Temperatur Lengkung Lendutan (D_0 - D_{200}) untuk *BenkelmanBeam*

AMPT Temp. Lapangan	Tebal Aspal Eksisting (mm)							
	25	50	75	100	150	200	250	300
0.50	0.93	0.81	0.72	0.64	0.54	0.51	0.48	0.43
0.60	0.95	0.85	0.77	0.72	0.64	0.58	0.53	0.48
0.70	0.96	0.89	0.83	0.79	0.73	0.66	0.61	0.57
0.80	0.98	0.92	0.88	0.85	0.81	0.76	0.72	0.69
0.90	0.99	0.96	0.93	0.92	0.89	0.86	0.84	0.83
1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
1.10	1.01	1.02	1.03	1.03	1.04	1.06	1.09	1.11
1.20	1.02	1.04	1.07	1.08	1.11	1.16	1.20	1.24
1.30	1.03	1.07	1.11	1.13	1.18	1.24	1.31	1.36
1.40	1.04	1.09	1.14	1.18	1.24	1.32	1.41	1.46
1.50	1.05	1.11	1.17	1.22	1.29	1.39	1.49	1.56
1.60	1.06	1.13	1.20	1.26	1.35	1.44	1.57	1.64
1.70	1.07	1.14	1.23	1.29	1.39	1.50	1.64	1.71
1.80	1.07	1.16	1.25	1.32	1.44	1.55	1.70	1.78

Sumber: Manual Desain Perkerasan Jalan 2017

2.13.4 Penyesuaian Nilai Lendutan dan Lengkung Lendutan

Lendutan dan lengkung lendutan yang diuji menggunakan *Benkelman Beam* dan FWD akan menghasilkan nilai yang berbeda, oleh karena itu diperlukan penyesuaian atau standarisasi hasil pengukuran.

Bagan desain *overlay* dengan kriteria kelelahan (*fatigue*) perkerasan aspal didasarkan pada lengkung lendutan FWD (Austroads 2008). Oleh sebab itu, apabila pengukuran

dilakukan dengan BB maka nilai yang diperoleh harus dikonversi ke nilai setara FWD dengan mengalikan nilai tersebut dengan Faktor Standarisasi. Faktor tersebut bervariasi sesuai komposisi perkerasan dan kekuatan tanah dasar. Faktor yang paling akurat adalah yang diperoleh dari pengukuran lapangan yang disejajarkan. Namun demikian untuk memudahkan, asumsi awal faktor penyesuaian yang disajikan pada Tabel 2.9 dapat digunakan.

Tabel 2.9 Faktor Penyesuaian Lengkung Lendutan ($D_0 - D_{200}$) BB ke FWD

Tebal Aspal Eksisting (mm)	Faktor	Tebal Aspal Eksisting (mm)	
0	1.00	160	
20	Faktor	180	0.67
40	0.91	200	0.65
60	0.69	220	0.63
80	0.82	240	0.61
100	0.79	260	0.60
120	0.75	280	0.59
140	0.72	300	0.59

Sumber: Manual Desain Perkerasan Jalan 2017

Bagan desain *overlay* untuk kriteria lendutan maksimum adalah berdasarkan lendutan yang diukur dengan *Benkelman Beam*. Apabila data lendutan diperoleh dari FWD maka data yang diperoleh harus dikonversi ke data lendutan *Benkelman Beam* dengan mengalikan nilai yang diperoleh dengan faktor penyesuaian seperti ditunjukkan pada Tabel 2.10.

Tabel 2.10 Faktor Penyesuaian Lendutan (D_0) FWD ke BB

Tebal Aspal Eksisting (mm)	Faktor	Tebal Aspal Eksisting (mm)	Faktor
0	1,00	160	1,26
20	1,12	180	1,28
40	1,14	200	1,29
60	1,16	220	1,31
80	1,18	240	1,33
100	1,20	260	1,34
120	1,22	280	1,35
140	1,24	300	1,36

Sumber: Manual Desain Perkerasan Jalan 2017

2.13.5 Lengkung Lendutan Karakteristik (*Characteristic Curvature*)

Untuk tujuan evaluasi desain *overlay* pada perkerasan lentur, Lengkung Lendutan Karakteristik harus digunakan untuk lalu lintas lebih besar dari 1×10^5 ESA5. Nilai ini ditentukan sesudah dilakukan koreksi terhadap musim, temperatur dan standarisasi terhadap masing-masing pengukuran.

2.13.6 Level Desain dan Pemicu Penanganan

Adapun garis besar nilai pemicu yang dapat diterapkan pada tahap perencanaan penanganan pemeliharaan jalan untuk berbagai kondisi yang dibutuhkan seperti umur rencana, jenis pemeliharaan, pemicu pemeliharaan dapat disimpulkan berdasarkan tabel 2.11 sampai tabel 2.16 seperti berikut.

Tabel 2.11 Umur Rencana, Hubungan Nilai Pemicu dan Jenis Pelapisan Perkerasan

Kriteria Beban Lalu lintas (juta ESA4)	< 0,5	0,5 < 30	≥ 30
Umur Rencana Perkerasan Lentur	Seluruh penanganan: 10 tahun	1. rekonstruksi 20 tahun 2. overlay struktural 10 tahun 3. overlay non struktural 10 tahun 4. penanganan sementara sesuai kebutuhan	
Pemicu tahap perencanaan	1. IRI 2. visual	1. IRI 2. visual 3. lendutan interval 500 m	1. IRI 2. visual 3. lendutan interval ≤ 500 m 4. core atau test pit setiap 5000 m

Sumber: Manual Desain Perkerasan Jalan 2017

Tabel 2.12 Deskripsi Pemicu

Deskripsi	Pengukuran	Tujuan
Pemicu Lendutan 1	Lendutan BB	Nilai yang mengindikasikan perlu overlay struktural.
Pemicu Lendutan 2		Nilai yang mengindikasikan rekonstruksi lebih murah daripada overlay.
Pemicu IRI 1	Nilai IRI	Nilai yang mengindikasikan perlu overlay non struktural.
Pemicu IRI 2		Nilai yang mengindikasikan dibutuhkan overlay struktural; tapi pemicu lendutan 1 lebih menentukan.
Pemicu IRI 3		Nilai yang mengindikasikan

		rekonstruksi lebih murah daripada overlay, tapi pemicu lendutan 2 lebih menentukan.
Pemicu Kondisi 1	Kedalaman alur > 30 mm, visual: retak, pelepasan butir, pengelupasan, atau IRI > 8, atau kendala peninggian (seperti pada terowongan, trotoar dll). Tidak dibutuhkan rekonstruksi.	Titik dimana pengupasan (milling) untuk memperbaiki bentuk sebelum overlay diperlukan.

Sumber: Manual Desain Perkerasan Jalan 2017

Tabel 2.13 Pemilihan Jenis Penanganan Perkerasan Eksisting dengan Beban Lalu Lintas 10

Tahun 1 – 30 Juta ESA4

Jenis Penanganan		Pemicu untuk setiap jenis penanganan
1	Hanya pemeliharaan rutin	IRI di bawah pemicu IRI 1, luas kerusakan serius < 5% total area
2	Penambalan berat (Heavy Patching)	Lendutan melebihi Pemicu Lendutan 2 atau permukaan rusak berat dan luas area dari seluruh segmen jalan yang membutuhkan heavy

		patching lebih kecil dari 30% (jika lebih besar lihat 6 atau 7).
3	Kupas dan ganti material di area tertentu	Retak buaya yang luas, atau alur >30 mm atau IRI > Pemicu IRI 2 dan hasil pertimbangan teknis.
4	Overlay non struktural	Lendutan kurang dari Pemicu Lendutan 1, indeks kerataan lebih besar dari pemicu IRI 1.
5	Overlay struktural	Lebih besar dari Pemicu Lendutan 1 dan kurang dari Pemicu Lendutan 2
6	Rekonstruksi	Lendutan di atas Pemicu Lendutan 2, lapisan aspal <100mm.
7	Daur ulang	Lendutan di atas Pemicu Lendutan 2, lapisan aspal > 100mm.

Sumber: Manual Desain Perkerasan Jalan 2017

Tabel 2.14 Pemicu Ketidakrataan *Overlay* dan Rekonstruksi

LHR (kend/hari)	Pemicu IRI 2 untuk overlay struktural Lalu lintas < 1 juta ESA4 atau untuk pengupasan (untuk lalu lintas > 1 juta ESA4 harus menggunakan Pemicu Lendutan)	Pemicu IRI 3 untuk investigasi rekonstruksi
< 200		
> 200 - 500		
> 500 - 7500	8	12
>7500		

Sumber: Manual Desain Perkerasan Jalan 2017

Tabel 2.15 Lendutan Pemicu Untuk *Overlay* dan Rekonstruksi

Lalu lintas pada lajur rencana untuk 10 tahun (juta ESA5)	Jenis Lapis Permukaan	Lendutan Pemicu untuk overlay (Lendutan Pemicu 1)		Lendutan Pemicu untuk investigasi untuk rekonstruksi atau daur ulang (Lendutan Pemicu 2)	
		Lendutan (D0) karakteristik Benkelman Beam (mm) ³	Kurva FWD D0-D200 (mm) ⁴	Lendutan karakteristik Benkelman Beam (mm) ²	Kurva FWD D0-D200 (mm) ³
≤ 0,1	HRS	> 1.20	Tidak	>1.70	Tidak

			digunakan		digunakan
0.1 - 1	HRS	> 1.15	Tidak digunakan		
> 1 - 2	HRS	> 1.40	> 0.41	> 1.55	
> 2 - 5	AC	> 0.95	> 0.34	> 1.40	> 0.35
> 5 - 10	AC	> 0.90	> 0.27	> 1.70	> 0.41
> 10 - 20	AC	> 0.85	> 0.20	> 1.55	> 0,36
> 20 - 50	AC	> 0.83	> 0.16	> 1.50	> 0.31
> 50 - 100	AC	> 0.80	> 0.14	> 1.40	> 0.22
> 100	AC	> 0.78	> 0.78	> 1.35	> 0.16

Sumber: Manual Desain Perkerasan Jalan 2017

Tabel 2.16 Ketentuan Lapis Aspal Permukaan di atas Material

Lalu lintas Rencana (ESA5 x 106)	Lapisan permukaan minimum
≥ 10	100 mm terdiri atas: 40 mm AC WC 60 mm AC BC
$1 \leq \text{Lalu lintas} < 10$	40 mm AC WC
< 1	30 HRS WC atau surface dressing

Sumber: Manual Desain Perkerasan Jalan 2017