

BAB II

LANDASAN TEORI

2.1. Umum

Jalan adalah prasarana transportasi darat yang meliputi segala bagian jalan, termasuk bangunan pelengkap dan perlengkapannya yang diperuntukkan bagi lalu lintas umum yang berada pada permukaan tanah, di atas permukaan tanah, di bawah permukaan tanah atau air, serta di atas permukaan air, kecuali jalan kereta api, jalan lori dan jalan kabel (menurut UU No. 22 Tahun 2009).

Konstruksi perkerasan jalan haruslah memenuhi persyaratan-persyaratan fungsional dan struktural. Untuk memberikan rasa aman dan nyaman bagi pengguna jalan. Berikut ini penjelasan persyaratan-persyaratan fungsional dan struktural:

1. Fungsional

Perkerasan fungsional harus memastikan pengguna jalan merasa aman dan nyaman saat berkendara, dengan memenuhi ketentuan sebagai berikut:

- 1) Permukaan jalan yang datar, tanpa undulan, dan bebas dari lubang, membantu memastikan keselamatan berkendara.
- 2) Perkerasan jalan yang memiliki daya gesek yang memadai juga mengurangi risiko tergelincir.
- 3) Kemudahan aliran air pada permukaan jalan memastikan bahwa hujan dapat dengan cepat dibuang ke saluran samping. Klasifikasi jalan fungsional di Indonesia berdasarkan peraturan perundangan UU No. 22 Tahun 2009 adalah :

1. Dalam konteks klasifikasi jalan fungsional di Indonesia, Jalan Arteri didefinisikan sebagai jalur yang dirancang untuk melayani transportasi utama dengan karakteristik perjalanan jarak jauh, kecepatan tinggi, dan pengaturan akses yang efisien. Jalan Arteri di bagi lagi menjadi dua yaitu :

a) Jalan arteri primer

Jalan arteri primer menghubungkan secara berdaya guna antar pusat kegiatan nasional atau antara pusat kegiatan nasional dengan pusat kegiatan wilayah.

- b) Jalan arteri sekunder

Jalan yang melayani angkutan utama dari ciri-ciri perjalanan jarak jauh, kecepatan rata-rata tinggi, dan jumlah jalan masuk di batasi untuk masyarakat dalam kota. Di daerah perkotaan juga disebut jalan protokol.
- 2. Sesuai dengan UU Nomor 38 Tahun 2004, jalan kolektor adalah jaringan jalan umum yang ditujukan untuk kendaraan angkutan pembagi atau pengumpul, ciri-cirinya adalah kecepatan kendaraan sedang, pembatasan pada jalan masuk, dan jarak perjalanan sedang dan jumlah jalan masuk dibatasi secara efisien.
 - a) Jalan Utama Pusat Kota (kolektor primer)

Jalan utama pusat kota berfungsi menghubungkan pusat-pusat kegiatan nasional atau menghubungkan pusat kegiatan nasional dengan pusat kegiatan wilayah secara efisien.

Jalan yang menghubungkan secara berdaya guna antar pusat kegiatan nasional dengan pusat kegiatan lokal, antar pusat kegiatan wilayah, atau antar pusat kegiatan wilayah dengan kegiatan lokal.
 - b) Jalan kolektor sekunder adalah jalan kolektor. Jalan sekunder perkotaan adalah jalur yang melayani transportasi utama dengan karakteristik perjalanan jarak jauh, kecepatan rata-rata tinggi, dan dibatasi jumlah akses masuknya untuk masyarakat di dalam kota. Jalan ini juga dikenal sebagai jalan protokol di daerah perkotaan.yang berfungsi untuk menghubungkan kawasan sekunder kedua dengan kawasan sekunder ke tiga, kecepatan kendaraan sedan paling rendah di jalan kolektor sekunder adalah 20 km/jam.
- 3. Jalan lokal merupakan jalan umum yang berfungsi melayani angkutan setempat dengan ciri perjalanan jarak dekat, kecepatan rata-rata rendah dan jumlah jalan masuk tidak dibatasi.
 - a) Jalan lokal primer adalah jalan yang menghubungkan secara berdaya guna pusat kegiatan nasional dengan pusat kegiatan lingkungan, pusat kegiatan wilayah dengan pusat kegiatan lingkungan, antar pusat kegiatan lokal, atau pusat kegiatan lokal dengan pusat kegiatan lingkungan, serta antar pusat kegiatan lingkungan.

b) Jalan lokal sekunder

Jalan lokal sekunder adalah menghubungkan kawasan sekunder kesatu dengan perumahan, kawasan sekunder kedua dengan perumahan, kawasan sekunder ketiga dan seterusnya sampai ke perumahan.

4. Jalan lingkungan merupakan jalan umum yang berfungsi melayani angkutan lingkungan dengan ciri pelayanan jarak dekat, dan kecepatan rata-rata rendah.

2. Struktural

Perkerasan harus memenuhi persyaratan berikut untuk menjalankan fungsinya secara struktural:

- 1) Memiliki ketebalan yang memadai untuk menyebar beban lalu lintas ke tanah dasar.
- 2) Tahan terhadap air sehingga tidak terjadi penetrasi air ke lapisan di bawahnya.
- 3) Mampu menanggulangi regangan dan tegangan yang ditimbulkan oleh beban lalu lintas.
- 4) Permukaannya harus cukup kokoh agar tidak mudah retak atau mengalami deformasi karena beban lalu lintas.

Pengelompokan jalan sesuai dengan kelas-kelas yang telah ditetapkan oleh peraturan pemerintah berdasarkan UU No.22 Tahun 2009, yang membagi jalan menjadi kelas I, II, III, dan khusus, berdasarkan kapasitasnya untuk menampung kendaraan dengan dimensi dan beban gandar maksimum (MST) tertentu, sebagaimana diatur dalam ketentuan yang tertera, atas :

1. Jalan kelas I, yaitu jalan arteri dan kolektor yang dapat dilalui kendaraan bermotor dengan ukuran lebar tidak melebihi 250 (dua ratus lima puluh) centimeter, ukuran panjang tidak melebihi 1.800 (seribu delapan ratus) centimeter, ukuran paling tinggi 420 (empat ratus dua puluh) centimeter, dan muatan sumbu terberat 10 (sepuluh) ton
2. Jalan kelas II, Jalan arteri, kolektor, lokal, dan lingkungan yang dapat dilalui kendaraan bermotor dengan ukuran lebar tidak melebihi 250 (dua ratus lima puluh) centimeter, ukuran panjang tidak melebihi 1.200 (seribu dua ratus) centimeter, ukuran paling tinggi 420 (empat ratus dua puluh) centimeter, dan muatan sumbu terberat 8 (delapan) ton.
3. Jalan kelas III, yaitu jalan arteri, kolektor, lokal, dan lingkungan yang dapat dilalui kendaraan bermotor dengan ukuran lebar tidak lebih melebihi 210 (dua

ratus sepuluh) centimeter, ukuran panjang tidak melebihi 900 (Sembilan ratus) centimeter, ukuran tinggi 350 (tiga ratus lima puluh) centimeter, dan muatan sumbu terberat 8 (delapan) ton.

4. Jalan kelas khusus, yaitu jalan arteri yang dapat dilalui kendaraan bermotor dengan ukuran lebar melebihi 250 (dua ratus lima puluh) centimeter, ukuran panjang melebihi 1.800 (seribu delapan ratus) centimeter, muatan sumbu terberat lebih dari 10 (sepuluh) ton, dan ukuran paling tinggi 420 (empat ratus dua puluh) centimeter.

Tabel 2.1. Secara Umum Klasifikasi Jalan Menurut Kelas, Fungsi, Dimensi Kendaraan Maksimum Dan Muatan Sumbu Terberat (Pasal 46, Permen PU No.19/2011)

Kelas Jalan	Fungsi Jalan	Dimensi Kendaraan Maksimum		Muatan Sumbu Terberat (ton)
		Panjang (m)	Lebar (m)	
Khusus	Arteri	18	2,5	>10
I	Arteri, Kolektor	18	2,5	10
II	Arteri, Kolektor, lokal	12	2,5	8
III	Lingkungan	9	2,1	8

Sumber : Tata Cara Perencanaan Geometrik Jalan Antar Kota Ditjen Bina Marga, 1997

2.2. Kerusakan Perkerasan Jalan

Pada dasarnya setiap struktur perkerasan jalan akan mengalami proses pengrusakan secara progresif sejak jalan pertama kali dibuka untuk lalu lintas. Secara garis besar kerusakan jalan dapat dibedakan menjadi dua, yaitu kerusakan struktural mencakup kegagalan perkerasan atau kerusakan dari satu atau lebih komponen perkerasan yang menyebabkan perkerasan jalan tidak mampu lagi menahan beban lalu lintas yang bekerja di atasnya sehingga harus diperbaiki ulang dan kerusakan fungsional adalah kerusakan pada permukaan jalan yang dapat menyebabkan terganggunya fungsi jalan tersebut sehingga keamanan dan kenyamanan pengguna jalan menjadi terganggu.

Adapun kerusakan jalan yang sering terjadi berupa :

1. Retak

Suatu gejala kerusakan/pecahnya permukaan perkerasan sehingga akan menyebabkan air pada permukaan perkerasan masuk ke lapisan dibawahnya dan hal ini merupakan salah satu faktor yang akan membuat luas/parah suatu kerusakan, itulah

yang disebut dengan retak (Departemen Pekerjaan Umum, 2007). Keretakan yang terjadi pada permukaan jalan dibedakan menjadi beberapa macam yaitu :

a. Retak halus (*hair cracks*)

Yang dimaksud dengan retak halus ialah, apabila retak yang terjadi memiliki lebar celah ≤ 3 mm. Sifat penyebarannya dapat setempat atau luas dipermukaan jalan.



Gambar 2.1. Retak halus

Sumber : Dinas PU Kab. Kulon Progo

b. Retak kulit buaya (*alligator crack*)

Umumnya daerah dimana terjadi retak kulit buaya tidak luas, jika daerah dimana terjadi retak kulit buaya luas, mungkin hal ini disebabkan oleh repetisi beban lalu lintas yang melampaui beban yang dapat di pikul lapisan permukaan tersebut.



Gambar 2.2. Retak kulit buaya (*alligator crack*)

Sumber : Dinas PU Kab. Kulon Progo

c. Retak pinggir (*edge cracks*)

Retak pinggir merupakan retak dimana terjadi pada sisi perkerasan/dekat bahu dan berbentuk retak memanjang dengan atau tanpa cabang yang mengarah ke bahu. Kemungkinan penyebab kerusakannya adalah drainase yang kurang baik, daya

dukung tanah tepi yang kurang baik, dan akar tanaman yang tumbuh di tepi perkerasan



Gambar 2.3. Retak pinggir (*edge cracks*)

Sumber : Dinas PU Kab. Kulon Progo

d. Retak sambungan jalan(*lane joint cracks*)

Yang dimaksud retak memanjang ialah, apabila retak memanjang yang terjadi pada sambungan 2 lajur lalu lintas. Kemungkinan penyebab rusaknya adalah ikatan sambungan kedua lajur yang kurang baik.



Gambar 2.4. Retak sambungan jalan (*lane joint cracks*)

Sumber : Keselamatan Jalan-Wordpress.com

e. Retak melintang atau memanjang (*transversal crack*)

Retak melintang adalah retak yang terjadi pada umumnya tegak lurus dengan sumbu jalannya atau terjadi pada arah lebar jalan. Retak ini terjadi dikarenakan perubahan suhu pada material perkerasan jalan, material ini digerus berulang akibat gaya gesekan dengan material lain, dan tegangan Tarik berkembang dalam material perkerasan.



Gambar 2.5. Retak melintang atau memanjang (*transversal crack*)

Sumber : Keselamatan Jalan-Wordpress.com

f. Retak slip (*slippage cracks*)

Retak slip, retak ini menyerupai bulan sabit atau berbentuk seperti jejak mobil disertai dengan beberapa retak. Kemungkinan rusaknya disebabkan oleh penggunaan agregat halus terlalu banyak, lapis permukaan kurang padat, penghamparan pada temperature aspal rendah, dan ikatan antara lapisan aspal dengan lapisan bawahnya tidak baik yang disebabkan kurangnya aspal.



Gambar 2.6. Retak slip (*slippage cracks*)

Sumber : Dinas PU Kab. Kulon Progo

2. Distorsi

Distorsi atau perubahan bentuk jalan pada perkerasan jalan aspal bisa terjadi dikarenakan tanah dasar yang lemah dan pemadatan yang kurang optimal dilapisan pondasi. distorsi yang biasa terjadi pada jalan aspal bisa berupa amblas, sungkur, jembul, keriting, dan alur.

a. Alur (*rutting*)

Alur ialah kerusakan yang terjadi pada lintasan roda sejajar dengan as jalan yang disebabkan oleh minimnya pemadatan lapis permukaan dan pelindung, kualitas

aspal rendah, tanah dasar lemah, agregat penyanyi (base) kurang tebal, dan infiltrasi air tanah. Berikut tampak kerusakan alur.



Gambar 2.7. Alur (*rutting*)

Sumber : Keselamatan Jalan-Wordpress.com

b. Keriting (*corrugation*)

Bergelombang atau keriting mlintang atau tegak lurus arah perkerasan aspal akibat deformasi plastis, jarak gelombang relative teratur, biasa terjadi pada lokasi dimana lalu lintas sering bergerak dan berhenti atau saat kendaraan mengerem pada turunan, belokan tajam atau perempatan. Penyebab dari kerusakan ini adalah aksi lalu lintas dan permukaan perkerasan atau lapis bis yang tidak stabil karena kadar aspal terlalu tinggi, agregat halus terlalu banyak, agregat berbentuk bulat dan licin, semen aspal terlalu lunak, dan kadar air terlalu tinggi..



Gambar 2.8. Keriting (*corrugation*)

Sumber : Keselamatan Jalan-Wordpress.com

c. Amblas (depresi)

Amblas ialah salah satu kerusakan jalan yang terjadi setempat/tertentu dengan atau tanpa retak yang di sebabkan oleh berat kendaraan yang melebihi apa yang direncanakan.



Gambar 2.9. Amblas (depresi)

Sumber: Keselamatan Jalan-Wordpress.com

d. Sungkur (*shoving*)

Sungkur ialah salah satu kerusakan jalan yang terjadi dikarenakan deformasi plastis yang terjadi setempat ditempat kendaraan sering berhenti, kelandaian curam, dan tikungan tajam. Hal yang menyebabkan sungkur cepat muncul di jalanan yaitu stabilitasnya rendah. Ketika stabilitas dari campuran aspal hotmix rendah, maka jalan akan mudah rusak.



Gambar 2.10. Sungkur (*shoving*)

Sumber: Keselamatan Jalan-Wordpress.com

3. Cacat permukaan

Cacat permukaan merupakan salah satu kerusakan yang mengarah pada kerusakan secara kimiawi dan mekanis dari lapis permukaan. Cacat permukaan dapat dibagi menjadi beberapa jenis antara lain :

a. Lubang

Kerusakan jalan aspal berupa lubang-lubang dapat terjadi jika retakan-retakan dibiarkan tanpa perbaikan sehingga akhirnya air meresap dan membuat rapuh lapisan-lapisan jalan. Lubang yang awalnya kecil ini bisa berkembang menjadi lubang berukuran besar yang dapat membahayakan pengguna jalan.



Gambar 2.11. Lubang

Sumber: Keselamatan Jalan-Wordpress.com

b. Pelepasan butir

Pelepasan butir atau raveling adalah kerusakan yang terjadi akibat kandungan aspal yang rendah sehingga campuran dan pemadatan perkerasan tidak sempurna, dan mengakibatkan terlepasnya butir agregat pada permukaan jalan beraspal.



Gambar 2.12. Pelepasan butir

Sumber: Keselamatan Jalan-Wordpress.com

c. Pengausan (*polished aggregate*)

Pengausan, salah satu kerusakan ini disebabkan oleh agregat berasal dari material yang tidak tahan aus terhadap roda kendaraan/agregat berbentuk bulat dan licin.



Gambar 2.13. Pengausan

Sumber: Keselamatan Jalan-Wordpress.com

d. Kegemukan

Kerusakan kegemukan yang di maksudkan berupa permukaan jalan aspal yang menjadi licin. Kerusakan ini terjadi saat temperatur naik sehingga aspal menjadi lunak dan jejak roda kendaraan akan membekas pada permukaan lapisan jalan.



Gambar 2.14. Kegemukan

Sumber: Keselamatan Jalan-Wordpress.com

2.3. Faktor Penyebab Kerusakan Jalan

Di lihat dari kondisi jalan yang rusak pada simpang bersinyal Pulau Indah tentu saja ada beberapa faktor yang menyebabkan kerusakan jalan, yaitu reaksi oksidasi, meningkatnya beban volume lalu lintas, dan overtonase (kelebihan beban tonase) kendaraan.

2.3.1. Reaksi Oksidasi

Penyebab penurunan kekuatan campuran pada perkerasan lentur salah satunya adalah proses penuaan pada material aspal. Penuaan merupakan salah satu perubahan karakteristik campuran beraspal yang berupa pegerasan aspal yang diakibatkan oleh oksidasi. Oksidasi adalah pelepasan zat-zat yang terkandung pada aspal akibat lepasnya unsur hidrogen (H) yang berubah menjadi air (H_2O) yang diakibatkan oleh beberapa faktor lingkungan (udara, temperature, dan sinar matahari) hal ini terjadi dari mulai proses produksi aspal, proses pengangkutan, proses konstruksi sampai pada proses pelayanan. Pada proses tersebut campuran beraspal mengalami pemanasan baik oleh matahari atau karena pemanasan untuk pengenceran aspal pada proses produksi dan konstruksi. Pemanasan yang berlangsung akan berpengaruh pada aspal karena ada bagian aspal yang mengalami penguapan dan itu dapat mengubah karakteristik aspal, sehingga aspal menjadi lebih keras dan getas.

- **Dampak Reaksi Oksidasi Terhadap Stabilitas Aspal**

Daya dukung aspal terhadap beban lalu lintas mengalami penurunan karena struktur perkerasan aspal yang sudah menjadi getas sehingga kestabilan dari perkerasan jalan sudah tidak sesuai lagi dengan standar yang telah direncanakan. Hal ini terjadi akibat dampak reaksi oksidasi terhadap stabilitas aspal. Maka yang terjadi adalah aspal menjadi bergelombang, alur, retak, pecah dan lubang (Nurkhalis, 2001).

2.3.2. Meningkatnya Beban Volume Lalu Lintas

Tentunya Meningkatnya beban volume lalu lintas sangat mempengaruhi faktor terjadinya kerusakan jalan, karena pada saat perancangan perkerasan jalan, tentunya akan dirancang sesuai dengan standard an ketentuan yang berlaku (SNI). Hal ini paling umum ditemukan pada perkerasan lentur atau aspal, itulah mengapa perkerasan aspal memerlukan biaya pemeliharaan yang lebih besar, namun kerusakan jalan akibat meningkatnya volume lalu lintas pada perkerasan jalan beton juga bisa terjadi, terlebih jika selalu dilalui oleh kendaraan berat seperti truk yang bermuatan berlebih.

2.3.3. *Overtonase* (Kelebihan Beban *Tonase*) Kendaraan

Salah satu penyebab kerusakan jalan ialah Muatan melebihi batas maksimal (tonase) pada kendaraan besar sudah lama ditengarai. Namun tidak semua masyarakat mempercayai kebenaran yang di anggap isu tersebut. Melainkan masyarakat menilai isu penyebab rusaknya jalan itu sebagai upaya pemerintah untuk menutupi kelemahan kinerja departemen terkait.

Kerusakan jalan nasional kerap kali mengalami kerusakan akibat dari kendaraan besar bermuatan diatas 20 – 30 ton. Padahal kekuatan jalan di desain hanya sekitar 10 – 12 ton. Yang dikemukakan oleh Djoko Kirmanto selaku Menteri Pekerjaan Umum (PU).

Salah satu faktor yang sering mengakibatkan kerusakan dini pada jalan raya adalah overtonase/overloading kendaraan seperti truk, tronton, dan lain-lain. Beban sumbu suatu kendaraan yang melintasi jalan raya harus sesuai dengan ketentuan yang telah dipersyaratkan oleh pemerintah melalui Dinas Perhubungan, oleh karena itu, diperlukan peran fungsi dari jembatan timbang, dan jenis kendaraan melewati jalan sesuai dengan kapasitas dan tipe kendaraan yang dipersyaratkan.

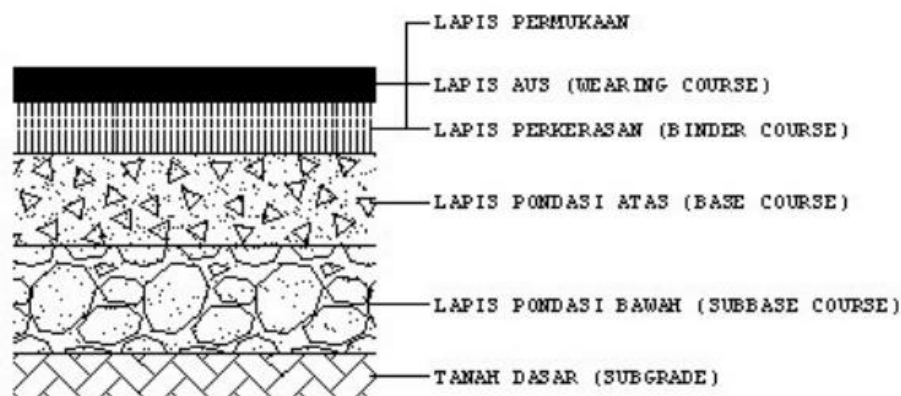
2.4. Konstruksi Perkerasan Jalan Raya

Perkerasan jalan raya adalah bagian jalan raya yang di perkeras dengan lapis konstruksi tertentu, yang memiliki ketebalan, kekuatan, dan kekakuan, serta kestabilan tertentu agar mampu menyalurkan beban lalu lintas di atasnya ke tanah dasar secara aman. Agar perkerasan jalan yang sesuai dengan mutu yang diharapkan, maka pengetahuan tentang sifat, pengadaan dan pengelolaan dari bahan penyusun perkerasan jalan sangat diperlukan (Sukirman, 2003).

Konstruksi perkerasan jalan terdiri dari 2 (dua) macam sesuai dengan bahan ikat yang digunakan serta komposisi dari komponen konstruksi perkerasan itu sendiri yaitu lapisan perkerasan lentur (*flexible pavement*) dan lapisan perkerasan kaku (*rigid pavement*).

2.4.1. Konstruksi Perkerasan Lentur (*Flexible Pavement*)

- a. Menggunakan bahan pengikat aspal
- b. Sifat dari perkerasan ini yakni, memikul dan menyebarkan beban lalu lintas ke tanah dasar.
- c. Timbulnya *rutting* (lendutan pada jalus roda) yang dipengaruhi oleh repetisi beban.
- d. Dampak terhadap penurunan tanah dasar yaitu, jalan bergelombang (mengikuti tanah dasar).



Gambar 2.15. Komponen Perkerasan Lentur

Sumber : eprints.undip.ac.id

Perkerasan lentur adalah jenis perkerasan yang menggunakan aspal sebagai bahan perekat. Disebut sebagai perkerasan fleksibel karena mampu menyesuaikan diri terhadap pemadatan lapisan di bawahnya dengan elastisitas yang memungkinkannya kembali ke bentuk semula setelah beban dihilangkan. Namun, jika beban yang diterima melebihi

kapasitas dukungan perkerasan atau lapisan pendukungnya, perkerasan akan kehilangan kekuatannya dan mengalami deformasi permanen atau retakan..

2.4.1.1. Lapisan Permukaan (*Surface Course*)

Lapisan ini terletak paling atas atau sering disebut lapis permukaan (*surface course*) lapisan ini mempunyai fungsi sebagai berikut :

- a. Sebagai bahan perkerasan untuk menahan beban roda selama masa pelayanan.
- b. Sebagai lapisan kedap air dimana air hujan yang jatuh diatasnya tidak meresap ke lapisan bawahnya dan melemahkan lapisan-lapisan tersebut.
- c. Sebagai lapis aus (*wearing course*), menderita gesekan akibat rem kendaraan sehingga mudah menjadi aus.

Tabel 2.2. Batas-Batas Minimum Tebal Lapis Permukaan

ITP	Tebal Minimum (cm)	Bahan
< 3,00	5	Lapis Pelindung (Buras/Burtu/Burda)
3,00 – 6,70	5	Lapen/Aspal Makadam, HRA, Lasbutag, Laston
6,70 – 7,49	7,5	Lapen/Aspal Makadam, HRA, Lasbutag, Laston
7,50 – 9,99	7,5	Lasbutag, Laston
≥ 10	10	Laston

Sumber: Bina Marga, 1987

2.4.1.2. Lapisan Pondasi Atas (*Base Course*)

Lapis pondasi atas adalah bagian lapis perkerasan yang terletak antara lapis permukaan dan lapis pondasi bawah atau bila tidak menggunakan lapis pondasi bawah dengan tanah dasar.

Fungsi dari lapis pondasi antara lain :

- a. Sebagai bahan perkerasan yang menahan gaya lintang dari beban roda dan menyebarkan beban ke lapisan di bawahnya,
- b. Sebagai lapis peresapan untuk lapis pondasi bawah,
- c. Sebagai bantalan terhadap lapisan permukaan.

Tabel 2.3. Batas-Batas Minimum Tebal Lapis Pondasi Atas

ITP	Tebal Minimum	Bahan
< 3,00	15	Batu Pecah, stabilisasi tanah dengan semen, stabilisasi tanah dengan kapur.
3,00 – 7,49	20*)	Batu Pecah, stabilisasi tanah dengan semen, stabilisasi tanah dengan kapur.
	10	Laston Atas.
7,50 – 9,99	20	Batu Pecah, stabilisasi tanah dengan semen, stabilisasi tanah dengan kapur, pondasi macadam
	15	Laston Atas.
10 – 12,14	20	Batu Pecah, stabilisasi tanah dengan semen, stabilisasi tanah dengan kapur, pondasi macadam, Lapen, Laston Atas
≥ 12,25	25	Batu Pecah, stabilisasi tanah dengan semen, stabilisasi tanah dengan kapur, pondasi macadam, Lapen, Laston Atas

Sumber: Bina Marga, 1987

2.4.1.3. Lapis Pondasi Bawah (*Sub base course*)

Lapis pondasi bawah adalah bagian perkerasan yang terletak antara lapis pondasi dan tanah dasar. Fungsi dari lapisan ini adalah :

- a. Sebagai bagian dari konstruksi perkerasan untuk menyebarkan beban roda kendaraan.
- b. Mencapai efisiensi penggunaan material yang relative murah agar lapisan-lapisan selebihnya dapat dikurangi tebalnya (penghematan biaya konstruksi)
- c. Untuk encegah tanah dasar masuk ke lapisan dalam pondasi
- d. Sebagai lapisan pertama agar pelaksanaan dapat berjalan lancar . hal ini sehubungan dengan terlalu lemahnya daya dukung tanah dasar terhadap roda-roda alat berat atau kaerena kondisi lapangan yang memaksa harus segera menutup tanah dasar dari pengaruh cuaca.

Untuk setiap nilai ITP bila digunakan pondasi bawah, maka tebal minimum adalah 10 cm

2.4.1.4. Tanah Dasar (*Sub grade*)

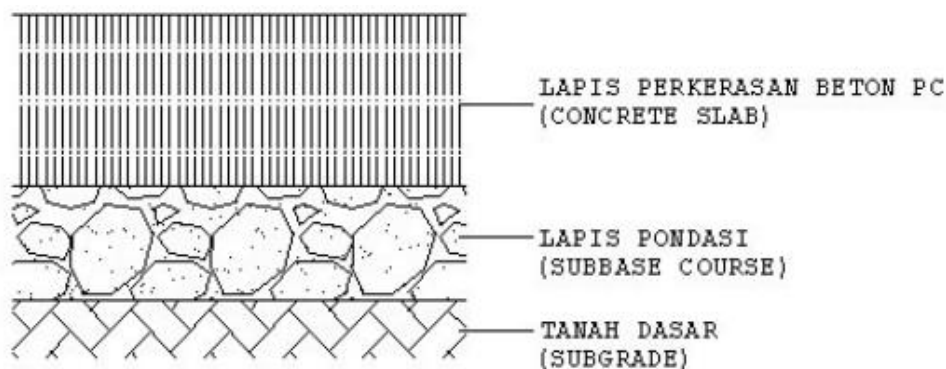
Tanah dasar, yang dapat berupa permukaan tanah alami, permukaan hasil galian, atau permukaan timbunan, berfungsi sebagai fondasi utama untuk penempatan berbagai komponen perkerasan. Kekuatan dan daya tahan konstruksi perkerasan jalan sangat bergantung pada karakteristik dan kemampuan dukung tanah dasar. Secara garis besar masalah yang menyangkut tanah dasar adalah sebagai berikut :

- a. Perubahan bentuk tetap (deformasih permanen) dari macam tanah tertentu akibat beban lalu lintas sehubungan dengan sifat *visco – elastis*.

- b. Sifat mengembang dari macam tanah tertentu akibat perubahan kadar air .
- c. Daya dukung tanah yang tidak merata dan sukar ditentukan secara pasti pada daerah dengan macam tanah yang sangat berbeda sifat dan kedudukannya.
- d. Lendutan (defleksi) dan pengembangan kenyal yang besar selama dan sesudah pembebanan lalu lintas dan penurunan yang diakibatkannya yaitu pada tanah berbutir kasar (*granural soils*) yang tidak di padatkan secara baik pada saat pelaksanaan.

2.4.2. Konstruksi Perkerasan Kaku (*Rigid Pavement*)

- a. Memakai bahan pengikat semen *Portland (PC)*.
- b. Sifat lapisan utama (plat beton) yaitu memikul sebagian besar beban lalu lintas.
- c. Pengaruhnya terhadap repetisi beban adalah timbulnya retak-retak pada permukaan jalan.
- d. Pengaruhnya terhadap penurunan tanah dasar yaitu bersifat sebagai balok di atas permukaan.



Gambar 2.16. Komponen Perkerasan Kaku

Sumber : eprints.undip.ac.id

Perkerasan kaku adalah jenis perkerasan yang memanfaatkan bahan baku agregat dan menggunakan semen (Portland Cement) sebagai bahan pengikat. Nama "kaku" diberikan karena perkerasan ini memiliki tegangan desak yang tinggi, memungkinkannya untuk mendistribusikan beban secara efektif di area yang cukup luas, sehingga tegangan yang terjadi pada sub base atau sub grade menjadi relatif rendah. Perkerasan beton semen dibedakan dalam 4 (empat) jenis, yaitu:

- a. Perkerasan beton semen bersambung tanpa tulangan.
- b. Perkerasan beton semen bersambung dengan tulangan.
- c. Perkerasan beton semen menerus dengan tulangan.
- d. Perkerasan beton semen pra tegang.

Faktor-faktor yang dapat mempengaruhi kekuatan dan keawetan perkerasan beton semen ialah kepadatan, pemadatan, perubahan kadar air selama masa pelayanan. Lapis pondasi bawah pada perkerasan beton semen bukan merupakan bagian utama yang memikul beban, tetapi merupakan bagian yang memiliki fungsi sebagai berikut:

- a. Sebagai perkerasan lantai kerja selama pelaksanaan.
- b. Sebagai perkerasan dapat mengendalikan pengaruh kembang susut tanah dasar.
- c. Sebagai perkerasan dapat mencegah intrusi dan pemompaan pada sambungan, retakan dan tepi-tepi plat.
- d. Sebagai perkerasan dapat memberikan dukungan yang seragam pada plat.

Perkerasan kaku mungkin menjadi alternatif yang lebih ekonomis, efisien, dan cepat untuk daerah desa atau perkotaan dengan lalu lintas ringan atau sedang, terutama ketika implementasinya tidak menyebabkan gangguan yang signifikan di daerah tersebut. Dalam kasus di mana ruang kerja terbatas, perkerasan kaku bisa menjadi pilihan yang lebih murah dan cepat dibandingkan dengan perkerasan lentur, terutama untuk jalan perkotaan dengan keterbatasan akses bagi kendaraan yang sangat berat.

2.5. Karakteristik Perkerasan

Karakteristik perkerasan atau sifat khusus perkerasan yang dapat menentukan baik buruknya kualitas dari perkerasan. Salah satu Karakteristik perkerasan yang baik ialah perkerasan yang dapat memberikan pelayanan terhadap lalu lintas yang direncanakan, baik berupa kekuatannya, (sesuai umur rencana), keawetan, dan kenyamanannya.

1. Stabilitas

Stabilitas perkerasan memiliki pengertian ketahanan perkerasan dalam menerima beban lalu lintas tanpa terjadi perubahan bentuk permanen, seperti bergelombang, alur, bleeding, retak, pecah, dan lubang.

2. Keawetan Atau Daya Tahan (*Durability*)

Keawetan atau Durabilitas merupakan kemampuan lapisan untuk menahan keausan akibat pengaruh cuaca, air, dan perubahan suhu maupun keausan akibat gesekan kendaraan. Sifat ini merupakan sifat dari campuran aspal, jadi tergantung dari sifat agregat, campuran dengan aspal, faktor pelaksanaan dan lain sebagainya.

3. Skid resistance, yang mengacu pada kemampuan permukaan perkerasan untuk menghasilkan gaya gesek pada roda kendaraan, bertujuan untuk mencegah tergelincir atau slip, terutama saat kondisi basah.
4. Fatigue resistance, yang menunjukkan kemampuan campuran aspal untuk menahan beban berulang tanpa mengalami kelelahan yang dapat menyebabkan pembentukan alur atau retak.
5. Flexibility atau kelenturan, merujuk pada kemampuan lapisan perkerasan untuk menyesuaikan deformasi yang disebabkan oleh beban lalu lintas berulang tanpa mengalami retak, perubahan volume, atau perubahan permanen.
6. Workability, yang mencakup kemudahan dalam proses penghamparan dan pemadatan campuran perkerasan sehingga mencapai kepadatan yang diinginkan dengan cepat dan akurat, khususnya dalam kondisi suhu minimum yang sesuai selama pemadatan.

2.6. Metode Surface Distress Index (SDI)

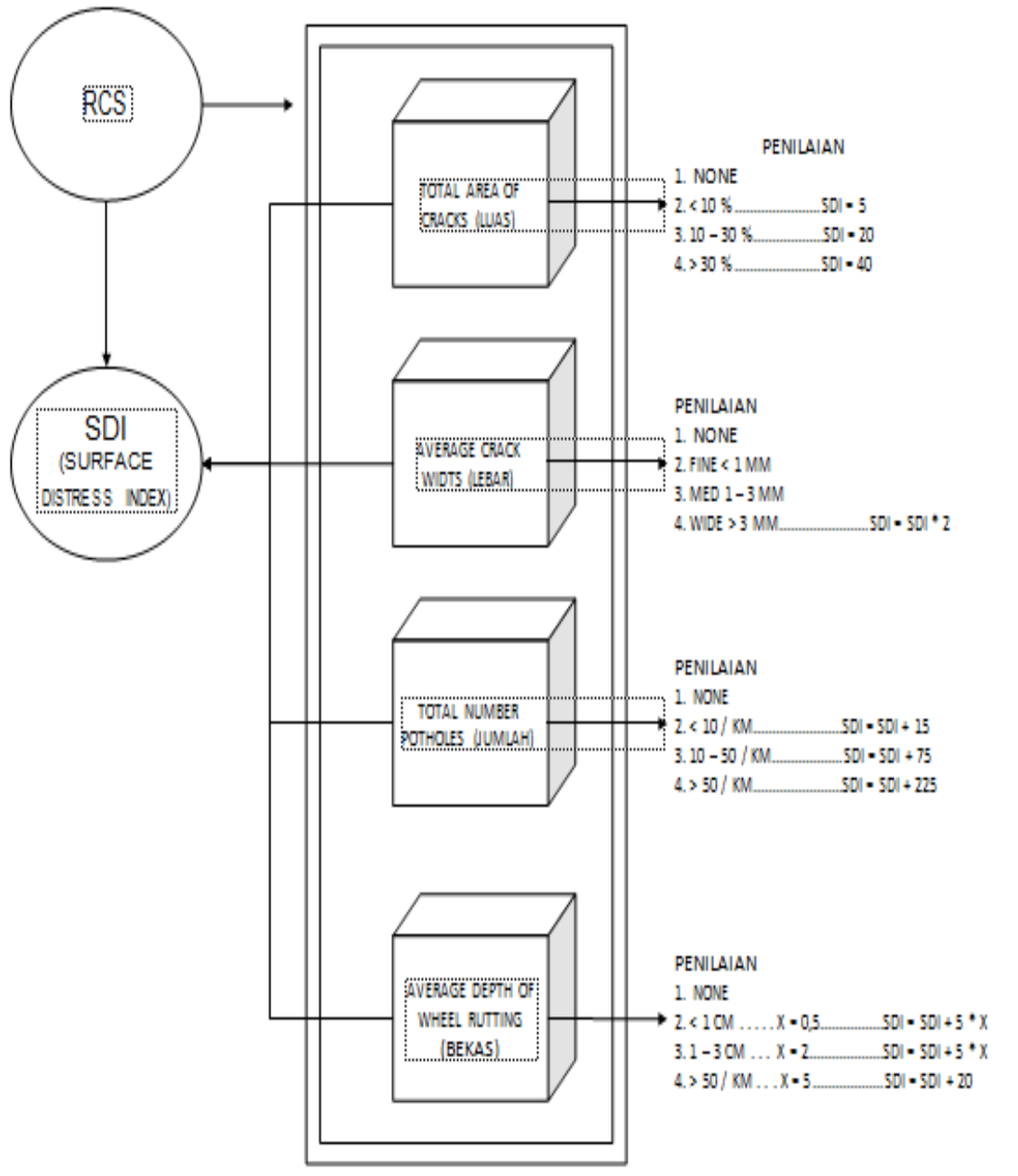
Metode Surface Distress Index (SDI) merupakan sistem evaluasi kondisi perkerasan jalan yang bersumber dari observasi visual, juga dapat berfungsi sebagai panduan dalam upaya pemeliharaan. Dalam penerapan metode SDI di lapangan, ruas jalan yang akan disurvei perlu dibagi menjadi beberapa segmen. Setiap jenis kerusakan yang diidentifikasi memiliki nilai yang digunakan untuk menilai kondisi jalan dengan menjumlahkan total nilai kerusakan perkerasan yang terdeteksi. Semakin tinggi angka kerusakan kumulatif, semakin buruk kondisi jalan, menandakan kebutuhan pemeliharaan yang lebih intensif.

Faktor-faktor yang digunakan untuk menentukan indeks SDI melibatkan kondisi retak pada permukaan jalan (total luas dan lebar retak rata-rata), jumlah kerusakan lain per 100 m panjang jalan, serta bekas roda atau rutting (kedalaman).

Berhubung dengan pelaksanaan survei kondisi jalan, saat ini telah terdapat beberapa metode serta alat yang digunakan dalam melakukan survei kondisi jalan (*Road Condition Survey*) dimana salah satu yang mulai dilaksanakan di Indonesia adalah menggunakan Hawkeye Instrument penggunaan alat Hawkeye untuk mendeteksi awal kerusakan jalan melalui survei monitoring perkerasan jalan diharapkan dapat meningkatkan efisiensi dan efektivitas dalam pelaksanaan kegiatan tersebut.

Menurut RCS atau SKJ untuk menghitung besaran nilai SDI, hanya diperlukan 4 unsur yang untuk dipergunakan sebagai dukungan yairu: % luas retak, rata-rata lebar retak,

jumlah lubang/km, dan rata-rata kedalaman rutting bekas roda. Perhitungan nilai *Surface Distress Index* dapat diperoleh pada gambar 2.21.



Gambar 2.17. Diagram Alir Perhitungan *Surface Distres Index* (SDI)

Sumber : Bina Marga, 2011

Berikut merupakan penjelasan dari gambar di atas.

1. Permukaan perkerasan

a. Susunan

1) Baik/rapat

Dikatakan baik/ rapat apabila terdapat Permukaan jalan halus dan rata seperti penghamparan baru dari material yang dicampur di tempat pencampuran misalnya Laston atas, Lataston atau Laston.

2) Kasar

Dikatakan kasar apabila terdapat Keadaan permukaan jalan kasar dengan batu-batu yang menonjol keluar dibandingkan dengan bahan pengikatnya (aspal).

Untuk lebih jelas susunan permukaan dapat dilihat pada Tabel 2.4.

Tabel 2.4. Susunan Permukaan Perkerasan

Susunan	Bobot
Baik/rapat	1
Kasar	2

Sumber: Bina Marga, 2011

b. Kondisi/keadaan

1) Baik/tidak ada kelainan

Permukaan jalan rata tanpa perubahan bentuk atau penurunan

2) Aspal yang berlebihan

Permukaan jalan licin, berkilat dan tidak ada batu yang kelihatan. Waktu hari panas, permukaan dari tipe ini menjadi lunak dan lekat.

3) Lepas-lepas

Keadaan ini terjadi pada permukaan perkerasan yang banyak bahan pengikat aspal yang tidak mengikat agregat itu sehinggalah banyak batu terlepas tanpa pengikat aspal.

4) Hancur

Permukaan jalan hancur dan hampir semua bahan pengikat aspal hilang. Banyak sekali batu dari berbagai ukuran yang sudah lepas di atas permukaan jalan dan kelihatan seperti jalan kerikil dengan sedikit permukaan yang masih mempunyai aspal. Kondisi/keadaan permukaan perkerasan dapat dilihat pada Tabel 2.5.

Tabel 2.5. Kondisi/keadaan Permukaan Perkerasan

Kondisi/keadaan	Bobot
Baik/tidak ada kelainan	1
Aspal yang berlebihan	2
Lepas-lepas	3
Hancur	4

Sumber: Bina Marga, 2011

c. Penurunan

Penurunan permukaan merujuk pada kondisi di mana bagian permukaan perkerasan mengalami penurunan lokal dengan bentuk yang tidak teratur, termasuk di dalamnya adalah penurunan akibat beban roda kendaraan. Evaluasi dilakukan dengan memperhitungkan persentase luas area yang mengalami penurunan relatif terhadap total luas permukaan selama 200 meter. Detail persentase luas penurunan dapat ditemukan dalam Tabel 2.6.

Tabel 2.6. Persentase Penurunan Permukaan Perkerasan

Penurunan	Bobot
Tidak ada	1
< 10% luas	2
10-30% luas	3
> 30% luas	4

Sumber: Bina Marga, 2011

d. Tambalan

Tambalan merujuk pada kondisi permukaan perkerasan yang telah diperbaiki dan dilapisi dengan material aspal dan batu atau agregat lain untuk menutupi lubang-lubang dan retakan. Evaluasi dilakukan dengan menghitung persentase luas tambalan terhadap total luas permukaan jalan sepanjang 200 meter, yang tercantum dalam Tabel 2.7.

Tabel 2.7. Persentase Tambalan Permukaan Perkerasan

Penurunan	Bobot
Tidak ada	1
< 10% luas	2
10-30% luas	3
> 30% luas	4

Sumber: Bina Marga, 2011

2. Retak-retak

a. Jenis retakan

- 1) Tidak ada
- 2) Tidak berhubungan

Retak-retak yang merupakan garis-garis dengan bentuk tidak beraturan dan panjang yang berbeda serta arahnya memanjang atau melintang permukaan perkerasan jalan.

- 3) Salaing berhubungan (Berbidang luas)

Retak-retak yang saling berhubungan berbentuk pola dengan bidang yang luas termasuk pola retak melintang dan memanjang.

4) Saling berhubungan (Berbidang sempit)

Retak-retak yang saling berhubungan berhubungan berbentuk pola dengan dengan yang sempit atau kecil termasuk retak kulit buaya dan retak dengan tipe yang sama.

Jenis retakan beserta bobot dapat dilihat pada Tabel 2.8.

Tabel 2.8. Jenis Retakan Permukaan Perkerasan

Jenis Retakan	Bobot
Tidak ada	1
Tidak berhubungan	2
Saling berhubungan (Berbidang luas)	3
Saling berhubungan (Berhubungan sempit)	4

Sumber : Bina Marga, 2011

b. Lebar Retakan

Lebar retakan yaitu jarak antara dua bidang retakan diukur pada permukaan perkerasan. Pembagian bobot lebar retakan dapat dilihat pada Tabel 2.9.

Tabel 2.9. Lebar Retakan Permukaan Perkerasan

Lebar Retakan	Bobot	Kondisi
Tidak ada	1	-
< 1 mm	2	Halus
1-5 mm	3	Sedang
> 5 mm	4	Lebar

Sumber : Bina Marga, 2011

c. Luas retakan

Luas retakan adalah luas bagian permukaan jalan yang mengalami retakan diperhitungkan secara persentase terhadap luas permukaan segmen jalan yang disurvei sepanjang 100 meter.

Tabel 2.10. Luas Retakan Permukaan Perkerasan

Luas Retakan	Bobot
Tidak ada	1
< 10% luas	2
10-30% luas	3
> 30% luas	4

Sumber : Bina Marga, 2011

3. Lubang

a. Jumlah lubang

Jumlah lubang adalah jumlah lubang yang terdapat pada permukaan jalan yang disurvei sepanjang 100 meter. Jumlah lubang dapat dilihat pada Tabel 2.11.

Tabel 2.11. Jumlah Lubang Permukaan Perkerasan

Jumlah Lubang	Bobot
Tidak ada	1
< 10/100 m	2
10-50/100 m	3
> 50/100 m	4

Sumber : Bina Marga, 2011

b. Ukuran lubang

Ukuran lubang adalah perkiraan lubang rata-rata yang mewakili pada 100 meter segmen jalan yang disurvei. Ukuran lubang dan kedalaman lubang dibatasi pada Tabel 2.12.

Tabel 2.12. Ukuran Lubang dan Kedalaman Permukaan Perkerasan

Lebar dan Kedalaman	Ukuran	Keterangan
Kecil	Diameter	< 0,5 m
Lebar	Diameter	≥ 0,5 m
Dangkal	Diameter	< 5 m
Dalam	Diameter	≥ 5 m

Sumber : Bina Marga, 2011

4. Bekas roda (penurunan akibat beban roda kendaraan) atau *wheel ruts*

Bekas roda adalah penurunan yang terjadi pada suatu bidang permukaan jalan yang disebabkan oleh beban roda kendaraan. Beban roda kendaraan tersebut dapat berbentuk tonjolan dan lekukan yang tersebar secara luas pada permukaan jalan tidak seperti bekas roda. Bekas roda dapat dilihat pada Tabel 2.13.

Tabel 2.13. Bekas Roda Permukaan Perkerasan

Bekas Roda	Bobot
Tidak ada	1
< 1 cm dalam	2
1-3 cm dalam	3
> 3 cm dalam	4

Sumber : Bina Marga, 2011

Berdasarkan hasil pengamatan Bina Marga pada tahun 2011, penilaian kondisi jalan dilakukan dengan mengidentifikasi tiap jenis kerusakan dan menjumlahkan nilai kerusakan perkerasan yang terjadi. Semakin tinggi nilai kerusakan kumulatif, semakin buruk kondisi jalan tersebut, yang mengindikasikan kebutuhan akan pemeliharaan yang lebih intensif.

Metode SDI menggunakan 4 variabel utama dalam perhitungannya, yaitu persentase luas retak, rata-rata lebar retak, jumlah lubang per 200 meter, dan rata-rata kedalaman alur. Perhitungan indeks SDI dilakukan secara akumulasi berdasarkan

kerusakan pada jalan untuk kemudian dapat ditentukan kondisi jalan yang ditetapkan seperti pada Tabel 2.14.

Tabel 2.14. Kondisi Jalan Berdasarkan Indeks SDI

Kondisi Jalan	SDI
Baik	< 50
Sedang	50-100
Rusak Ringan	100-150
Rusak Berat	> 150

Sumber : Bina Marga, 2011

Dari kondisi jalan berdasarkan indeks SDI ditetapkan kondisi jalan berdasarkan dari Direktorat Bina Marga yang tercantum di tabel 2.13 dan berikut adalah perhitungan nilai SDI yang sudah ditetapkan antara lain:

1. Menentukan SDI (luas retak)

Perhitungan SDI dilakukan pada tiap interval 200 m, maka untuk interval jarak tersebut persentase total luas retak yang terjadi pada lapis perkerasan yang didapat dari survei di lapangan. Nilai total luas retak dapat dilihat pada persamaan 2.1 di bawah ini.

$$\% \text{ luas retak} = L / (200/B) \dots\dots\dots \text{Persamaan (2.1)}$$

Dimana:

L = luas total retak (m²)

B = lebar jalan

Setelah mendapat persentase retak, lalu memasukkan bobot seperti Tabel 2.9 di atas.

Berikut adalah perhitungan SDI1.

- a. Tidak ada
- b. Luas retak < 10%, maka SDI1 = 5
- c. Luas retak 10-30%, maka SDI1 = 20
- d. Luas retak > 30%, maka SDI1 = 40

2. Menentukan nilai SDI2 (lebar retak)

Setelah didapat nilai SDI1, selanjutnya adalah mencari nilai SDI2 dengan cara menentukan bobot total lebar retak seperti tercantum pada Tabel 2.8. kemudian nilai SDI1 dimasukkan kedalam perhitungan seperti yang tertera dibawah ini.

- a. Tidak ada
- b. Lebar retak < 1 mm (halus), maka SDI2 = SDI1
- c. Lebar retak 1-5 mm (sedang), maka SDI2 = SDI1

d. Lebar retak > 5 mm (lebar), maka $SDI2 = SDI1 \times 2$

3. Menentukan nilai SDI3 (jumlah lubang)

Setelah mendapat nilai SDI2 (lebar retak), selanjutnya nilai SDI2 dimasukkan kedalam perhitungan SDI3 (jumlah lubang). Berikut adalah perhitungan SDI3 berdasarkan bobot seperti yang sudah dicantumkan pada Tabel 2.10.

a. Tidak ada

b. Jumlah lubang $< 10/200$ m, maka $SDI3 = SDI2 + 15$

c. Jumlah lubang $10-50/200$ m, maka $SDI3 = SDI2 + 75$

d. Jumlah lubang $> 50/200$ m, maka $SDI3 = SDI2 + 225$

4. Menentukan SDI4 (kedalaman bekas roda)

Setelah mendapat bobot nilai SDI4 seperti pada Tabel 2.12, maka selanjutnya memasukkan nilai SDI3 kedalam perhitungan berikut:

a. Tidak ada

b. Kedalaman bekas roda < 1 cm ($X = 0,5$), maka $SDI4 = SDI3 + 5 \times X$

c. Kedalaman bekas roda $< 1-3$ cm ($X = 2$), maka $SDI4 = SDI3 + x \times X$

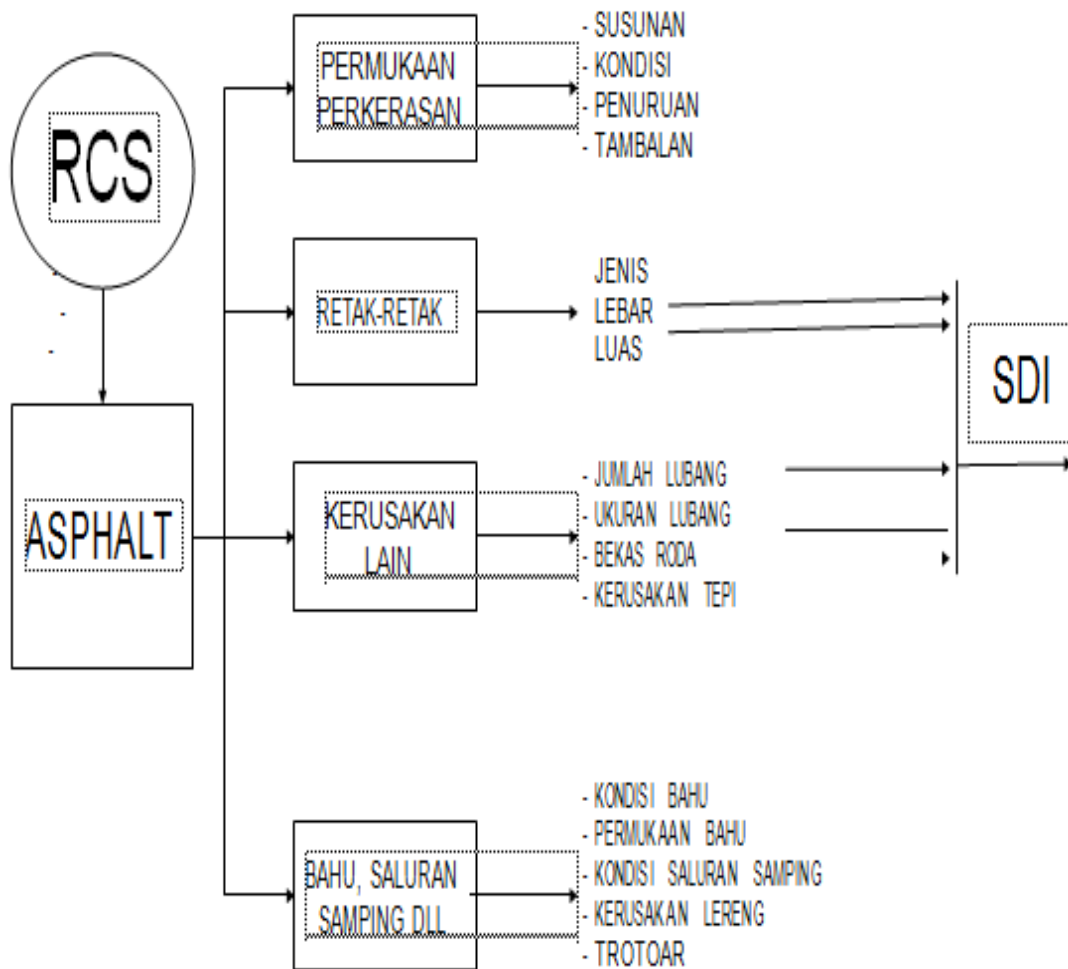
d. Kedalaman bekas roda > 3 cm ($X = 5$), maka $SDI4 = SDI3 + 20 \times X$

2.6.1. Metodologi Perhitungan dan Penelitian Nilai SDI (*Surface Distress Index*)

Berdasarkan metode yang digunakan, beberapa data yang digunakan untuk melakukan perhitungan nilai SDI didapatkan dari survei kondisi jalan (SKJ)/*Road Condition Survey* (RCS).

a. Survei kondisi jalan (SKJ)/*Road Condition Survey* (RCS)

Survei kondisi jalan (SKJ) bertujuan untuk menentukan kondisi jalan pada satu waktu tertentu dan survei ini tidak berhubungan dengan evaluasi kekuatan struktural dari perkerasan jalan yang dilakukan melalui Survei Evaluasi Jalan. SKJ adalah bagian dari analisis fungsional jalan secara langsung dengan mendata kondisi bagian jalan yang mudah berubah baik untuk jalan beraspal dan jalan kerikil/tanah. SKJ dilakukan berdasarkan panduan Survei Kondisi Jalan nomor SMD-03/RCS.



Gambar 2.18. Diagram Alir Pelaksanaan SKJ Pada Jalan Beraspal

Sumber : Bina Marga, 2011

b. *Proses Pengelolaan Data Perhitungan SDI (Surface Distress Index)*

Proses pengolahan data dalam penelitian ini terdiri dari proses pengolahan data pada perhitungan nilai SDI. Secara garis besar, tahapan pengolahan data dilakukan melalui 2 (dua) tahapan yaitu pengumpulan data mentah, (raw data) dari alat survei di lapangan, dan pengolahan data SDI dengan menggunakan program berbasis *spreadsheet (Microsoft Exel)*.

Tabel 2.15. Formulir Survei Kondisi Jalan Aspal



DEPARTEMEN PEKERJAAN UMUM
DIREKTORAT JENDERAL BINA MARGA

Lampiran 1
Formulir SKJ 2-1
Lembar : Dari :

FORMULIR SURVEI KONDISI JALAN ASPAL / 100 Meter

RUAS	NO : <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/>	Status : <input type="checkbox"/>	Propinsi No : <input type="text"/> <input type="text"/>	Dikerjakan oleh :	
	Nama : <input type="text"/>		Nama : <input type="text"/>	TGL. <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/>	
	Dari KM : <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/>	ke KM : <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/>	Balai Satker / P2JN	Nama : <input type="text"/>	Tanda Tangan : <input type="text"/>

<p style="text-align:center;">Permukaan Perkerasan</p> <p style="text-align:center;">Susunan</p> <p><input type="checkbox"/> 1. Baik/Kapat</p> <p><input type="checkbox"/> 2. Kasar</p> <hr/> <p style="text-align:center;">Kondisi Keadaan</p> <p><input type="checkbox"/> 1. Baik/tdk. ada kelaman</p> <p><input type="checkbox"/> 2. Aspal berlebihan</p> <p><input type="checkbox"/> 3. Lepas-lepas</p> <p><input type="checkbox"/> 4. Hancur</p> <hr/> <p style="text-align:center;">% Penurunan</p> <p><input type="checkbox"/> 1. Tidak ada</p> <p><input type="checkbox"/> 2. <10% luas</p> <p><input type="checkbox"/> 3. 10-30% luas</p> <p><input type="checkbox"/> 4. >30% luas</p> <hr/> <p style="text-align:center;">% Tambalan</p> <p><input type="checkbox"/> 1. Tidak ada</p> <p><input type="checkbox"/> 2. < 10% luas</p> <p><input type="checkbox"/> 3. 10-30% luas</p> <p><input type="checkbox"/> 4. >30% luas</p>	<p style="text-align:center;">Retak-retak</p> <p style="text-align:center;">Jenis</p> <p><input type="checkbox"/> 1. Tidak ada</p> <p><input type="checkbox"/> 2. Tidak berhubungan</p> <p><input type="checkbox"/> 3. Saling berhubungan (Berbidang luas)</p> <p><input type="checkbox"/> 4. Saling berhubungan (Berbidang sempit)</p> <hr/> <p style="text-align:center;">Lebar</p> <p><input type="checkbox"/> 1. Tidak ada</p> <p><input type="checkbox"/> 2. Halus < 1 mm</p> <p><input type="checkbox"/> 3. Sedang 1 - 5 mm</p> <p><input type="checkbox"/> 4. Lebar > 5 mm</p> <hr/> <p style="text-align:center;">% Luas</p> <p><input type="checkbox"/> 1. Tidak ada</p> <p><input type="checkbox"/> 2. < 10% luas</p> <p><input type="checkbox"/> 3. 10-30% luas</p> <p><input type="checkbox"/> 4. >30% luas</p>	<p style="text-align:center;">Kerusakan Lain</p> <p style="text-align:center;">Jumlah Lubang</p> <p><input type="checkbox"/> 1. Tidak ada</p> <p><input type="checkbox"/> 2. < 10/ 100 Meter</p> <p><input type="checkbox"/> 3. 10 - 50/ 100 Meter</p> <p><input type="checkbox"/> 4. >50/ 100 Meter</p> <hr/> <p style="text-align:center;">Ukuran Lubang</p> <p><input type="checkbox"/> 1. Tidak ada</p> <p><input type="checkbox"/> 2. Kecil - dangkal</p> <p><input type="checkbox"/> 3. Kecil - dalam</p> <p><input type="checkbox"/> 4. Besar - dangkal</p> <p><input type="checkbox"/> 5. Besar - dalam</p> <hr/> <p style="text-align:center;">Bekas Roda</p> <p><input type="checkbox"/> 1. Tidak ada</p> <p><input type="checkbox"/> 2. < 1 cm dalam</p> <p><input type="checkbox"/> 3. 1 - 3 cm dalam</p> <p><input type="checkbox"/> 4. > 3 cm dalam</p> <hr/> <table border="1" style="width:100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width:33%; text-align:center;">KK</td> <td style="width:33%; text-align:center;">Kerusakan Tepi</td> <td style="width:33%; text-align:center;">KN</td> </tr> <tr> <td><input type="checkbox"/> 1.</td> <td>Tidak ada</td> <td>1. <input type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td><input type="checkbox"/> 2.</td> <td>Ringan</td> <td>2. <input type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td><input type="checkbox"/> 3.</td> <td>Berat</td> <td>3. <input type="checkbox"/></td> </tr> </table>	KK	Kerusakan Tepi	KN	<input type="checkbox"/> 1.	Tidak ada	1. <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> 2.	Ringan	2. <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> 3.	Berat	3. <input type="checkbox"/>	<p style="text-align:center;">Bahu, Saluran Samping dan lain-lain</p> <table border="1" style="width:100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width:33%; text-align:center;">KK</td> <td style="width:33%; text-align:center;">Kondisi Bahu</td> <td style="width:33%; text-align:center;">KN</td> </tr> <tr> <td><input type="checkbox"/> 1.</td> <td>Tidak ada</td> <td>1. <input type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td><input type="checkbox"/> 2.</td> <td>Baik/Rata</td> <td>2. <input type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td><input type="checkbox"/> 3.</td> <td>Bekas rd./Erosi ringan</td> <td>3. <input type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td><input type="checkbox"/> 4.</td> <td>Bekas rd./Erosi berat</td> <td>4. <input type="checkbox"/></td> </tr> </table> <hr/> <table border="1" style="width:100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width:33%; text-align:center;">KK</td> <td style="width:33%; text-align:center;">Permukaan Bahu</td> <td style="width:33%; text-align:center;">KN</td> </tr> <tr> <td><input type="checkbox"/> 1.</td> <td>Tidak ada</td> <td>1. <input type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td><input type="checkbox"/> 2.</td> <td>Diatas permukaan jalan</td> <td>2. <input type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td><input type="checkbox"/> 3.</td> <td>Kata dgn. permukaan jalan</td> <td>3. <input type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td><input type="checkbox"/> 4.</td> <td>Dibawah permukaan jalan</td> <td>4. <input type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td><input type="checkbox"/> 5.</td> <td>> 10 cm dibawah permukaan jalan</td> <td>5. <input type="checkbox"/></td> </tr> </table> <hr/> <table border="1" style="width:100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width:33%; text-align:center;">KK</td> <td style="width:33%; text-align:center;">Kondisi Saluran Samping</td> <td style="width:33%; text-align:center;">KN</td> </tr> <tr> <td><input type="checkbox"/> 1.</td> <td>Tidak ada</td> <td>1. <input type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td><input type="checkbox"/> 2.</td> <td>Bersih</td> <td>2. <input type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td><input type="checkbox"/> 3.</td> <td>Tertutup/Tersumbat</td> <td>3. <input type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td><input type="checkbox"/> 4.</td> <td>Erosi</td> <td>4. <input type="checkbox"/></td> </tr> </table> <hr/> <table border="1" style="width:100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width:33%; text-align:center;">KK</td> <td style="width:33%; text-align:center;">Kerusakan Lereng</td> <td style="width:33%; text-align:center;">KN</td> </tr> <tr> <td><input type="checkbox"/> 1.</td> <td>Tidak ada</td> <td>1. <input type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td><input type="checkbox"/> 2.</td> <td>Longsor/Runtuh</td> <td>2. <input type="checkbox"/></td> </tr> </table> <hr/> <table border="1" style="width:100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width:33%; text-align:center;">KK</td> <td style="width:33%; text-align:center;">ITOTOOT</td> <td style="width:33%; text-align:center;">KN</td> </tr> <tr> <td><input type="checkbox"/> 1.</td> <td>Tidak ada</td> <td>1. <input type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td><input type="checkbox"/> 2.</td> <td>Baik/Aman</td> <td>2. <input type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td><input type="checkbox"/> 3.</td> <td>Berbahaya</td> <td>3. <input type="checkbox"/></td> </tr> </table>	KK	Kondisi Bahu	KN	<input type="checkbox"/> 1.	Tidak ada	1. <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> 2.	Baik/Rata	2. <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> 3.	Bekas rd./Erosi ringan	3. <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> 4.	Bekas rd./Erosi berat	4. <input type="checkbox"/>	KK	Permukaan Bahu	KN	<input type="checkbox"/> 1.	Tidak ada	1. <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> 2.	Diatas permukaan jalan	2. <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> 3.	Kata dgn. permukaan jalan	3. <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> 4.	Dibawah permukaan jalan	4. <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> 5.	> 10 cm dibawah permukaan jalan	5. <input type="checkbox"/>	KK	Kondisi Saluran Samping	KN	<input type="checkbox"/> 1.	Tidak ada	1. <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> 2.	Bersih	2. <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> 3.	Tertutup/Tersumbat	3. <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> 4.	Erosi	4. <input type="checkbox"/>	KK	Kerusakan Lereng	KN	<input type="checkbox"/> 1.	Tidak ada	1. <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> 2.	Longsor/Runtuh	2. <input type="checkbox"/>	KK	ITOTOOT	KN	<input type="checkbox"/> 1.	Tidak ada	1. <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> 2.	Baik/Aman	2. <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> 3.	Berbahaya	3. <input type="checkbox"/>
KK	Kerusakan Tepi	KN																																																																																		
<input type="checkbox"/> 1.	Tidak ada	1. <input type="checkbox"/>																																																																																		
<input type="checkbox"/> 2.	Ringan	2. <input type="checkbox"/>																																																																																		
<input type="checkbox"/> 3.	Berat	3. <input type="checkbox"/>																																																																																		
KK	Kondisi Bahu	KN																																																																																		
<input type="checkbox"/> 1.	Tidak ada	1. <input type="checkbox"/>																																																																																		
<input type="checkbox"/> 2.	Baik/Rata	2. <input type="checkbox"/>																																																																																		
<input type="checkbox"/> 3.	Bekas rd./Erosi ringan	3. <input type="checkbox"/>																																																																																		
<input type="checkbox"/> 4.	Bekas rd./Erosi berat	4. <input type="checkbox"/>																																																																																		
KK	Permukaan Bahu	KN																																																																																		
<input type="checkbox"/> 1.	Tidak ada	1. <input type="checkbox"/>																																																																																		
<input type="checkbox"/> 2.	Diatas permukaan jalan	2. <input type="checkbox"/>																																																																																		
<input type="checkbox"/> 3.	Kata dgn. permukaan jalan	3. <input type="checkbox"/>																																																																																		
<input type="checkbox"/> 4.	Dibawah permukaan jalan	4. <input type="checkbox"/>																																																																																		
<input type="checkbox"/> 5.	> 10 cm dibawah permukaan jalan	5. <input type="checkbox"/>																																																																																		
KK	Kondisi Saluran Samping	KN																																																																																		
<input type="checkbox"/> 1.	Tidak ada	1. <input type="checkbox"/>																																																																																		
<input type="checkbox"/> 2.	Bersih	2. <input type="checkbox"/>																																																																																		
<input type="checkbox"/> 3.	Tertutup/Tersumbat	3. <input type="checkbox"/>																																																																																		
<input type="checkbox"/> 4.	Erosi	4. <input type="checkbox"/>																																																																																		
KK	Kerusakan Lereng	KN																																																																																		
<input type="checkbox"/> 1.	Tidak ada	1. <input type="checkbox"/>																																																																																		
<input type="checkbox"/> 2.	Longsor/Runtuh	2. <input type="checkbox"/>																																																																																		
KK	ITOTOOT	KN																																																																																		
<input type="checkbox"/> 1.	Tidak ada	1. <input type="checkbox"/>																																																																																		
<input type="checkbox"/> 2.	Baik/Aman	2. <input type="checkbox"/>																																																																																		
<input type="checkbox"/> 3.	Berbahaya	3. <input type="checkbox"/>																																																																																		

Ukuran lubang kecil (diameter < 0,5 m); Besar (diameter ≥ 0,5 m); Dangkal (kedalaman < 5 cm); Dalam (kedalaman ≥ 5 cm)
 Status Kuas Jalan : N = Nasional; P = Propinsi; M = Kotamadya; K = Kabupaten

Sumber: Direktorat Jendral Bina Marga

2.7. Metode Analisa Komponen

Beberapa faktor yang mempengaruhi perhitungan tebal lapis perkerasan lentur jalan menurut pedoman perencanaan lapis perkerasan baik untuk jalan baru maupun jalan lama dengan metode analisa komponen no. 01/PB/B/1987, Dirjen Bina Marga adalah koefisien distribusi arah kendaraan (c), Angka Ekuivalen Sumbu Kendaraan (E), Lintas Ekuivalen, Daya Dukung Tanah (DDT), Faktor Regional (FR), Indek Permukaan (IP), Indek Tebal Perkerasan (ITP), dan koefisien kekuatan relatif.

2.7.1. Koefisien Distribusi Arah Kendaraan (c)

Presentasi jenis kendaraan pada jalur rencana adalah jumlah kendaraan yang melintasi jalur jalan yang sesuai dengan karakteristik jalan itu sendiri. Jumlah kendaraan yang melewati lajur rencana masing-masing beratnya diperhitungkan dengan nilai koefisien distribusi arah kendaraan.

Tabel 2.16. Koefisien Distribusi Arah Kendaraan (c)

Jumlah lajur	Kendaraan Ringan*		Kendaraan Berat**	
	1 Arah	2 Arah	1 Arah	2 Arah
1 lajur	1,00	1,00	1,00	1,00
2 lajur	0,60	0,50	0,70	0,50
3 lajur	0,40	0,40	0,50	0,475
4 lajur	-	0,30	-	0,45
5 lajur	-	0,25	-	0,425
6 lajur	-	0,20	-	0,40

*Berat total < 5 ton; **Berat total ≥ 5 ton

Sumber: SKBI 2.3.26.1987/SNI 03-1732-1989

2.7.2. Angka Ekuivalen (E)

Angka ekuivalen dihitung berdasarkan beban sumbu kendaraan dihitung dari letak titik berat kendaraan dalam memberikan prosentase beban pada roda depan (As tunggal) dan roda belakang (As tunggal/ganda). Persamaan angka ekuivalen adalah sebagai berikut.

$$E_{tunggal} = 1 \left[\frac{\text{Beban satu sumbu tunggal (kg)}}{8160} \right]^4 \dots \dots \dots \text{Persamaan (2.2)}$$

$$E_{ganda} = 0,086 \left[\frac{\text{Beban satu sumbu ganda (kg)}}{8160} \right]^4 \dots \dots \dots \text{Persamaan (2.3)}$$

$$E_{triple} = 0,053 \left[\frac{\text{Beban satu sumbu triple (kg)}}{8160} \right]^4 \dots \dots \dots \text{Persamaan (2.4)}$$

Dengan:

$E_{tunggal}$ = Angka ekuivalen untuk sumbu tunggal

E_{ganda} = Angka ekuivalen untuk sumbu ganda

E_{triple} = Angka ekivalen untuk sumbu triple

Tabel 2.17. Angka Ekivalen (E) Beban Sumbu Kendaraan

Beban sumbu		Angka Ekivalen	
1000	2205	0.0002	-
2000	4409	0.0036	0.0003
3000	6614	0.0183	0.0016
4000	8818	0.0577	0.0050
5000	11023	0.1410	0.0121
6000	13228	0.2923	0.0251
7000	15432	0.4515	0.0466
8000	17637	0.9238	0.0794
8160	18000	1.0000	0.0860
9000	19841	1.4798	0.1273
10000	22046	2.2555	0.1940
11000	24251	3.3022	0.2840
12000	26455	4.6770	0.4022
13000	28660	6.4419	0.5540
14000	30864	8.6647	0.7452
15000	33069	11.4184	0.9820
16000	35276	14.7815	1.2712

Sumber: Bina Marga, 1987

2.7.3. Lintas Ekivalen

Lintas ekivalen adalah repetisi beban yang dinyatakan dalam lintas sumbu standar yang diterima oleh konstruksi jalan terhadap jumlah lalu lintas harian rata-rata (LHR). Lintas ekivalen terdiri dari:

- Lintas Ekuivalen Permukaan (LEP), adalah besarnya lintas ekivalen pada saat jalan tersebut dibuka atau pada awal umur rencana.

$$LEP = \sum LHR_j \times C_j \times E_j \dots \dots \dots \text{Persamaan (2.5)}$$

- Lintas Ekuivalen Akhir (LEA), adalah besarnya lintas ekivalen pada saat jalan tersebut membutuhkan perbaikan (akhir umur rencana)

$$LEA = \sum LHR_j (1 + i)^{UR} \times C_j \times E_j \dots \dots \dots \text{Persamaan (2.6)}$$

- Lintas Ekuivalen Akhir (LET), dihitung dengan persamaa:

$$LET = 0,5 (LEP + LEA) \dots \dots \dots \text{Persamaan (2.7)}$$

- Lintas Ekuivalen Rencana (LER)

Lintas ekivalen selama umur rencana (AE18KSAL/N) adalah jumlah lintasan ekivalen yang akan melintasi jalan selama masa pelayanan, dari saat dibuka sampai akhir umur rencana.

$$LER = LET \times FP \dots \dots \dots \text{Persamaan (2.8)}$$

Dengan:

- i = tingkat pertumbuhan lalu lintas
- j = jenis kendaraan
- LHR = lalu lintas harian rata-rata
- C = koefisien distribusi arah kendaraan
- E = angka ekivalen beban sumbu kendaraan
- UR = umur rencana, (tahun)
- FP = faktor penyesuaian, (FP = UR/10)

2.7.4. Daya Dukung Tanah (DDT)

Daya dukung tanah / kekuatan tanah dasar (*subgrade*) adalah kemampuan tanah untuk menerima beban yang bekerja padanya. DDT di ukur dengan tes *California Bearing Ratio* (CBR). Nilai CBR menyatakan kualitas tanah dasar dibandingkan dengan beban standar berupa batu pecah yang mempunyai nilai CBR sebesar 100% dalam memikul beban lalu lintas, atau perbandingan antara beban penetrasi pada suatu bahan dengan beban standar pada penetrasi dan kecepatan pembebanan yang sama.

$$CBR = \frac{\text{Beban penetrasi yang telah dikoreksi}}{\text{Beban standar}} \times 100\% \dots\dots\dots \text{Persamaan (2.9)}$$

Setelah penyesuaian harus diingat bahwa akurasi nilai DCP pada musim kemarau adalah rendah. Dengan pertimbangan tersebut, untuk mengurangi ketidakpastian nilai DCP akibat pengaruh musim kemarau, disarankan untuk mengadakan pengujian DCP pada musim hujan. Nilai modulus tanah dasar yang diperoleh dari DCP harus disesuaikan dengan kondisi musim. Faktor penyesuaian minimum ditunjukkan pada Tabel 2.18.

Tabel 2.18. Faktor Penyesuaian Modulus Tanah Dasar Terhadap Musim

Musim	Faktor penyesuaian (FP) minimum nilai CBR berdasarkan pengujian DCP
Musim hujan dan tanah jenuh	0,90
Masa transisi	0,80
Musim kemarau	0,70

Sumber : MDPJ No. 02/M/BM/2013

2.7.5. Faktor Regional (FR)

Faktor regional/faktor lingkungan adalah faktor yang menunjukkan keadaan lingkungan setempat dimana tiap-tiap negara adalah berbeda-beda. Beberapa hal yang mempengaruhi nilai FR air tanah dan hujan, perubahan temperatur (iklim) dan kemiringan medan.

Tabel 2.19. Faktor Regional (FR)

Curah hujan	Kelandaian I (< 6-10%)		Kelandaian II (6-10%)		Kelandaian III (> 10%)	
	% Kendaraan berat		% Kendaraan berat		% Kendaraan berat	
	≤ 30%	> 30%	≤ 30%	> 30%	≤ 30%	> 30%
Iklm I < 900 mm/th	0,5	1,0 – 1,5	1,0	1,5 – 2,0	1,5	2,0 – 2,5
Iklm I < 900 mm/th	1,5	2,0 – 2,5	2,0	2,5 – 3,0	2,5	3,0 – 3,5

Sumber: Bina Marga, 1987

Catatan: pada bagian-bagian jalan tertentu, seperti persimpangan, pemberhentian atau tikungan tajam (jari-jari 30m) FR ditambah dengan 0,5. Pada daerah rawa-rawa FR ditambah dengan 1,0.

Persentase kendaraan berat dihitung dengan rumus :

$$\% \text{ Kendaraan Berat} = \frac{\Sigma \text{Kendaraan berat}}{\Sigma \text{Semua kendaraan}} \times 100\% \dots \dots \dots \text{Persamaan (2.10)}$$

2.7.6. Indeks Permukaan (IP)

Indek permukaan adalah besaran yang dipakai untuk menyatakan kerataan/kehalusan serta kekokohan permukaan permukaan jalan sehubungan dengan tingkat pelayanan jalan. Nilai indeks permukaan jalan terdiri dari:

- a. Indeks Permukaan Awal (IPo): ditentukan berdasarkan jenis lapis permukaan pada awal umur rencana (kerataan/kehalusan serta kekokohan).
- b. Indeks Permukaan Akhir (IPt): ditentukan berdasarkan faktor-faktor klasifikasi fungsional jalan dan jumlah ekivalen rencana (LER).

- Nilai IPt < 1,0 : kondisi jalan rusak berat
- IPt = 1,5 : Tingkat pelayanan jalan terendah
- IPt = 2,0 : Permukaan jalan cukup baik
- IPt = 2,5 : Permukaan jalan baik dan cukup stabil

Untuk perencanaan perkerasan jalan menurut Bina Marga untuk periode rencana 10 tahun nilai IPt adalah 1 ; 1,5 ; 2 dan 2,5.

2.7.7. Indek Tebal Perkerasan (ITP)

Nilai ITP ditentukan dengan nomogram ITP yang dikorelasikan dengan nilai daya dukung tanah, lintas ekivalen rencana, faktor regional dan indeks permukaan. Persamaan nilai ITP adalah sebagai berikut:

$$ITP = a_1D_1 + a_2D_2 + a_3D_3 \dots \dots \dots \text{Persamaan (2.11)}$$

Dengan: a₁, a₂, a₃ = Koefisien kekuatan relatif bahan perkerasan

D₁, D₂, D₃ = Tebal masing-masing lapis perkerasan (cm)

Angka 1, 2, 3, masing-masing lapis permukaan, lapisan pondasi dan lapisan pondasi bawah. Dalam menentukan indeks permukaan pada akhir umur rencana, perlu dipertimbangkan faktor-faktor klasifikasi fungsional jalan dan jumlah Lintas Ekuivalen Rencana (LER) menurut Tabel 2.20.

Tabel 2.20. Indeks Permukaan Pada Akhir Umur Rencana (IP_t)

LER = Lintas Ekuivalen Rencana	Klasifikasi Jalan			
	Lokal	Kolektor	Arteri	Tol
< 10	1,0 – 1,5	1,5	1,5 – 2,0	–
10 – 100	1,5	1,5 – 2,0	2,0	–
100 – 1000	1,5 – 2,0	2,0	2,0 – 2,5	–
> 1000	–	2,0 – 2,5	2,5	2,5

Sumber: Bina Marga, 1987

*) LER dalam satuan angka ekuivalen 8,16 ton beban sumbu tunggal.

Catatan : pada proyek-proyek penunjang jalan, JAPAT/Jalan murah, atau jalan darurat maka IP dapat diambil 1,0

Dalam menentukan indeks permukaan pada awal umur rencana (IP_0) perlu diperhatikan jenis lapis permukaan jalan (kerataan/kehalusan serta kekokohan) pada awal umur rencana, menurut Tabel 2.21.

Tabel 2.21. Indeks Permukaan Awal Pada Umur Rencana (IP_0)

Jenis Lapis Perkerasan	IP_0	Roughness *) (mm/km)
LASATON	≥ 4	≤ 1000
	3,9 – 3,5	>1000
LASBUTAG	3,9 – 3,5	≤ 2000
	3,4 – 3,0	>2000
HRA	3,9 – 3,5	≤ 2000
	3,4 – 3,0	>2000
BURDA	3,9 – 3,5	<2000
BURTU	3,9 – 3,5	<2000
LAPEN	3,4 – 3,0	≤ 3000
	2,9 – 2,5	>3000
LATASBUM	2,9 – 2,5	
BURAS	2,9 – 2,5	
LATASIR	2,9 – 2,5	
JALAN TANAH	$\leq 2,4$	
JALAN KERIKIL	$\leq 2,4$	

Sumber: Bina Marga, 1987

2.7.8. Koefisien Kekuatan Relatif (a) dan tebal minimum Lapis Perkerasan (D)

Nilai koefisien kekuatan relatif (a) dan tebal minimum lapis perkerasan (D) dapat dihitung setelah nilai ITP diketahui dari grafik nomogram. Tebal minimum lapis pondasi bawah untuk setiap nilai ITP ditentukan sebesar 10 cm (Bina Marga, 1987).

Tabel 2.22. Koefisien Kekuatan Relatif (a)

Koefisien Kekuatan Relatif			Kekuatan Bahan			Jenis Bahan
a ₁	a ₂	a ₃	MS (kg)	Kt (kg/cm)	CBR (%)	
0,40			744			Laston
0,35			590			
0,32			454			
0,30			340			
0,35			744			Lasbutag
0,31			590			
0,28			454			
0,26			340			
0,30			340			HRA
0,26			340			Aspal Macadam
0,25						Lapen (mekanis)
0,20						Lapen (manual)
	0,28		590			Laston Atas
	0,26		454			
	0,24		340			
	0,23					Lapen (mekanis)
	0,19					Lapen (manual)
	0,15			22		Stabilisasi Tanah dengan semen
	0,13			18		
	0,15			22		Stabilisasi Tanah dengan kapur
	0,13			18		
	0,14				100	Batu Pecah (Kelas A)
	0,13				80	Batu Pecah (Kelas B)
	0,12				60	Batu Pecah (Kelas C)
		0,13			70	Sirtu/Pitrun (Kelas A)
		0,12			50	Sirtu/Pitrun (Kelas B)
		0,11			30	Sirtu/Pitrun (Kelas C)
		0,10			20	Tanah/Lempung kepasiran

Sumber : MDPJ No. 02/M/BM/2013

Catatan : Kuat tekan stabilitas tanah dengan semen diperiksa pada hari ke-7
 Kuat tekan stabilitas tanah dengan kapur diperiksa pada hari ke-21

2.7.9. Umur Rencana

Umur rencana adalah jumlah waktu dalam tahun di hitung sejak jalan tersebut Mukai dibuka sampai saat diperlukan perbaikan berat atau dianggap perlu untuk diberi lapis permukaan yang baru. Untuk lebih jelas umur rencana perkerasan jalan dapat dilihat pada Tabel 2.23 berikut ini.

Tabel 2.23. Umur Rencana Perkerasan Jalan

Jenis Perkerasan	Elemen Perkerasan	Umur Rencana (tahun)
Perkerasan lentur	Lapisan aspal dan lapisan butir dan CTB	20
	Pondasi jalan	40
	Semua lapisan perkerasan untuk area yang tidak diijinkan sering ditinggikan akibat pelapisan ulang missal: jalan perkotaan, underpass, jembatan, terowongan	
Cement Terated Based (CTB)		
Perkerasan kaku	Lapis pondasi atas, lapis pondasi bawah, lapis beton semen, dan pondasi jalan	40
Jalan tanpa penutup	Semua elemen	10

Sumber : MDPJ No. 02/M/BM/2013

2.7.10. Analisis Volume Lalu Lintas

Analisis volume lalu lintas didasarkan pada survey factual. Untuk keperluan desain, volume lalu lintas dapat diperoleh melalui:

- a. Survei lalu lintas aktual pada simpang bersinyal ruas jalan Pulau Indah, dengan waktu 4 hari yaitu hari Jumat, Sabtu, Senin, dan Selasa.

2.7.11. Faktor Pertumbuhan Lalu Lintas

Faktor yang mempengaruhi pertumbuhan lalu lintas adalah perkembangan daerah, bertambahnya kesejahteraan masyarakat, naiknya kemampuan membeli kendaraan dan sebagainya. Faktor pertumbuhan lalu lintas dinyatakan dalam persen (%) per tahun (Silvia Sukirman, 1994).

Faktor pertumbuhan lalu lintas didasarkan pada data-data pertumbuhan historis atau formulasi korelasi dengan faktor pertumbuhan yang valid, jika tidak ada maka Tabel 2.24 dapat digunakan sebagai nilai minimum (2015 – 2035).

Tabel 2.24. Faktor Pertumbuhsn Lalu Lintas (i) minimum untuk desain

Kelas Jalan	Jawa	Sumatra	Kalimantan	Rata-Rata Indonesia
Arteri dan perkotaan (%)	4,80	4,83	5,14	4,75
Kolektor rural (%)	3,50	3,50	3,50	3,50
Jalan desa (%)	1,00	1,00	1,00	1,00

Sumber : MDPJ No. 02/M/BM/2013

Untuk menghitung pertumbuhan lalu lintas selama umur rencana di hitung sebagai berikut ini:

$$R = \frac{(1+0,01i)^{UR}-1}{0,01i} \dots\dots\dots \text{Persamaan (2.12)}$$

Keterangan :

R = faktor pengaruh pengali pertumbuhan lalu lintas

i = tingkat pertumbuhan tahunan (%)

UR = Umur rencana (tahun)

2.7.12. Faktor Distribusi Lajur Dan Kapasitas Lajur

Faktor distribusi lajur untuk kendaraan niaga (truk dan bus) ditetapkan dalam Tabel 2.25. Beban desain pada setiap lajur tidak boleh melampaui kapasitas lajur pada setiap tahun selama umur rencana. Kapasitas lajur mengacu kepada Permen PU No. 19/PRT/M/2011 mengenai persyaratan teknis jalan dan kriteria perencanaan teknis jalan berkaitan Rasio Volume Kapasitas (RVK) yang harus dipenuhi kapasitas lajur maksimum agar mengacu pada MKJI.

Tabel 2.25. Faktor Distribusi Lajur (DL)

Jumlah Lajur setiap arah	Kendaraan niaga pada lajur desain (% terhadap populasi kendaraan niaga)
1	100
2	80
3	60
4	50

Sumber : MDPJ No. 02/M/BM/2013

2.7.13. Perkiraan Faktor Ekivalen Beban (*Vehicle Damage Factor*)

Dalam desain perkerasan, beban lalu lintas dikonversi ke beban standar (ESA) dengan menggunakan Faktor Ekivalen Beban (*Vehicle Damage Factor*). Analisis struktur perkerasan dilakukan berdasarkan jumlah kumulatif ESA pada lajur rencana sepanjang umur rencana.

Tabel 2.26. Pengumpulan Data Beban Gandar

Spesifikasi Penyediaan Prasarana Jalan	Sumber Data Beban Gandar*
Jalan Bebas Hambatan*	1 atau 2
Jalan Raya	1 atau 2 atau 3
Jalan Sedang	2 atau 3
Jalan Kecil	2 atau 3

Sumber : MDPJ No. 02/M/BM/2013

Tabel 2.27. Klasifikasi Kendaraan Dan Nilai VDF Standar

	Jenis Kendaraan		Uraian	Konfigurasi Sumbu	Muatan yang diangkut	Kelompok Sumbu	Distribusi tipikal (%)		Faktor Ekvivalen Beban (VDF) (ESA/kendaraan)	
	Klasifikasi silama	Alternatif					Semua kendaraan bermotor	Semua kendaraan bermotor kecuali sepeda motor	VDF4 Pangkat4	VDF5 Pangkat5
KENDARAAN NIAGA	1	1	Sepeda motor	1.1		2	30,4			
	2,3,4	2,3,4	Sedan/angkot/pick up/station wagon	1.1		2	51,7	74,3		
	5a	5a	Bus kecil	1.2		2	3,5	5,00	0,3	0,2
	5b	5b	Bus besar	1.2		2	0,1	0,20	1,0	1,0
	6a.1	6.1	Truck 2 sumbu-cargo ringan	1.1	Muatan umum	2	4,6	6,60	0,3	0,2
	6a.2	6.2	Truck 2 sumbu-ringan	1.2	Tanah, pasir, besi, semen	2			0,8	0,8
	6b1.1	7.1	Truck 2 sunbu-cargo sedang	1.2	Muatan umum	2	-	-	0,7	0,7
	6b1.2	7.2	Truck 2 sumbu-sedang	1.2	Tanah, pasir, besi, semen	2			1,6	1,7
	6b2.1	8.1	Truck 2 sumbu-berat	1.2	Muatan umum	2	3,8	5,50	0,9	0,8
	6b2.2	8.2	Truck 2 sumbu-berat	1.2	Tanah, pasir, besi, semen	2			7,3	11,2
	7a1	9.1	Truck 3 sumbu-ringan	1.22	Muatan umum	3	3,9	6,60	7,6	11,2
	7a2	9.2	Truck 3 sumbu-sedang	1.22	Tanah, pasir, besi, semen	3			28,1	64,4
	7a3	9.3	Truck 3 sumbu-berat	1.1.2		3	0,1	0,10	28,9	62,2
	7b	10	Truck 2 sumbu dan trailer penarik 2 sumbu	1.2-2.2		4	0,5	0,70	36,9	90,4
	7c1	11	Truck 4 sumbu-trailer	1.2-22		4	0,3	0,50	13,6	24,0
	7c2.1	12	Truck 5 sumbu-trailer	1.22-22		5	0,7	1,00	19,0	33,2
	7c2.2	13	Truck 5 sumbu-trailer	1.2-222		5			30,3	69,7
	7c3	14	Truck 6 sumbu-trailer	1.22-222	6	0,3	0,50	41,6	93,7	

Sumber: MDPJ No. 02/M/BM/2013

Tabel 2.38. Solusi Desain Pondasi Jalan Minimum

CBR Tanah dasar	Kelas Kekuatan Tanah dasar	Prosedur Desain Pondasi	Deskripsi Struktur Pondasi Jalan	Lalu lintas lajur desain umur rencana 40 tahun (juta CESA ₄)		
				< 2	2 - 4	> 4
				Tebal minimum peningkatan tanah dasar		
≥6	SG6	A	Perbaiki tanah dasar menjadi bahan stabilisasi kapur atau timbunan pilihan (pemadatan berlapis ≤200 mm tebal lapis)	Tidak perlu peningkatan		
5	SG5					100
4	SG4			100	150	200
3	SG3			150	200	300
2.5	SG2.5			175	250	350
Tanah ekspansif (potensial swell >5%)		AE		400	500	600
Perkerasan lentur diatas tanah lunak ⁵	SG1 aluvial ¹	B	Lapis penopang (<i>capping layer</i>) ⁽²⁾⁽⁴⁾	1000	1100	1200
			Atau lapis penopang dan geogrid ⁽²⁾⁽⁴⁾	650	750	850
Tanah gambaut dengan HRS atau perkerasan bunda untuk jalan kecil (nilai minimum – peraturan lain yang digunakan)		D	Lapis penopang berbutir ⁽²⁾⁽⁴⁾	1000	1250	1500

Sumber : MDPJ No. 02/M/BM/2013

- 1) Nilai CBR lapangan CBR rendaman tidak relevan.
- 2) Di atas lapis penopang harus diasumsikan memiliki nilai CBR ekuivalen 2,5%
- 3) Ketentuan tambahan mungkin berlaku, desain harus mempertimbangkan semua isu kritis.
- 4) Tebal lapis penopang dapat dikurangi 300 mm jika tanah asli dipadatkan (tanah lunak kering pada saat konstruksi).
- 5) Ditandai oleh kepadatan yang rendah dan CBR lapangan yang rendah di bawah daerah yang dipadatkan.

2.8. Perkerasan Kaku (*Rigid Pavement*)

Menurut Shirley (2000), ketebalan rencana permukaan aspal pada perkerasan kaku dapat diestimasi dengan cara mengurangi 10 mm dari ketebalan perkerasan beton semen untuk setiap 25 mm permukaan aspal yang diterapkan.

2.8.1. Beban Sumbu Standar Kumulatif

Beban sumbu standar kumulatif, atau disebut juga Cumulative Equivalent Single Axle Load (CESA), adalah total akumulasi beban sumbu lalu lintas yang diharapkan berjalan di lajur desain selama masa umur rencana.

$$ESA_4 = (\sum_{\text{jenis kendaraan}} LHRT \times VDF_4) \dots \dots \dots \text{Persamaan (2.13)}$$

$$ESA_5 = (\sum_{\text{jenis kendaraan}} LHRT \times VDF_5) \dots \dots \dots \text{Persamaan (2.14)}$$

Dari hasil ESA_4 dan ESA_5 dapat dihitung $CESA_4$ dan $CESA_5$ dengan rumus:

$$CESA_4 = ESA_4 \times 365 \times R \dots \dots \dots \text{Persamaan (2.15)}$$

$$CESA_5 = ESA_5 \times 365 \times R \dots \dots \dots \text{Persamaan (2.16)}$$

Keterangan:

ESA = Lintasan sumbu standar ekivalen (*equivalent standart axle*)

$LHRT$ = Linas harian rata-rata tahunan untuk jenis kendaraan tertentu

$CESA$ = Kumulatif beban standar ekivalen selama umur rencana (*Cumulative Equivalent Single Axle Load*)

R = Faktor pengali pertumbuhan lalu lintas

2.8.2. Traffic Multiplier (TM)

Traffic Multiplier (TM) dipergunakan untuk mengkoreksi efek kelelahan lapisan aspal pada ESA_4 . Rentang nilai TM untuk kelelahan lapisan aspal (TM lapisan aspal) karena pembebanan berlebih di Indonesia berkisar antara 1,8 hingga 2. Sehingga, nilai TM yang diterapkan adalah 1,8. Selain itu, $CESA_5$ juga dapat dihitung dengan metode:

$$CESA_5 = TM_{\text{lapisan aspal}} \times CESA_4 \dots \dots \dots \text{Persamaan (2.17)}$$

Informasi tentang ketebalan perkerasan kaku untuk jalan dengan lalu lintas yang rendah (seperti jalan desa, lokal, atau kolektor) sesuai dengan panduan desain perkerasan jalan No. 02/M/BM/2013 dapat ditemukan dalam Tabel 2.29.

Tabel 2.29. Perkerasan Kaku Untuk Jalan Dengan Beban Lalu Lintas Rendah

Tanah dasar	Tanah lunak dengan lapis penopang		Dipadatkan normal	
	Ya	Tidak	Ya	Tidak
Bahu terikat	Ya	Tidak	Ya	Tidak
	Tebal Pelat Beton (mm)			
Akses terbatas hanya mobil penumpang dan motor	160	175	135	150
Dapat diakses oleh truk				
Tulangan distribusi retak	Ya		Ya jika daya dukung pondasi tidak seragam	
Dowel	Tidak dibutuhkan			
LCM	Tidak dibutuhkan			
Lapis pondasi kelas A 30mm	125 mm			
Jarak sambungan transversal	4 mm			

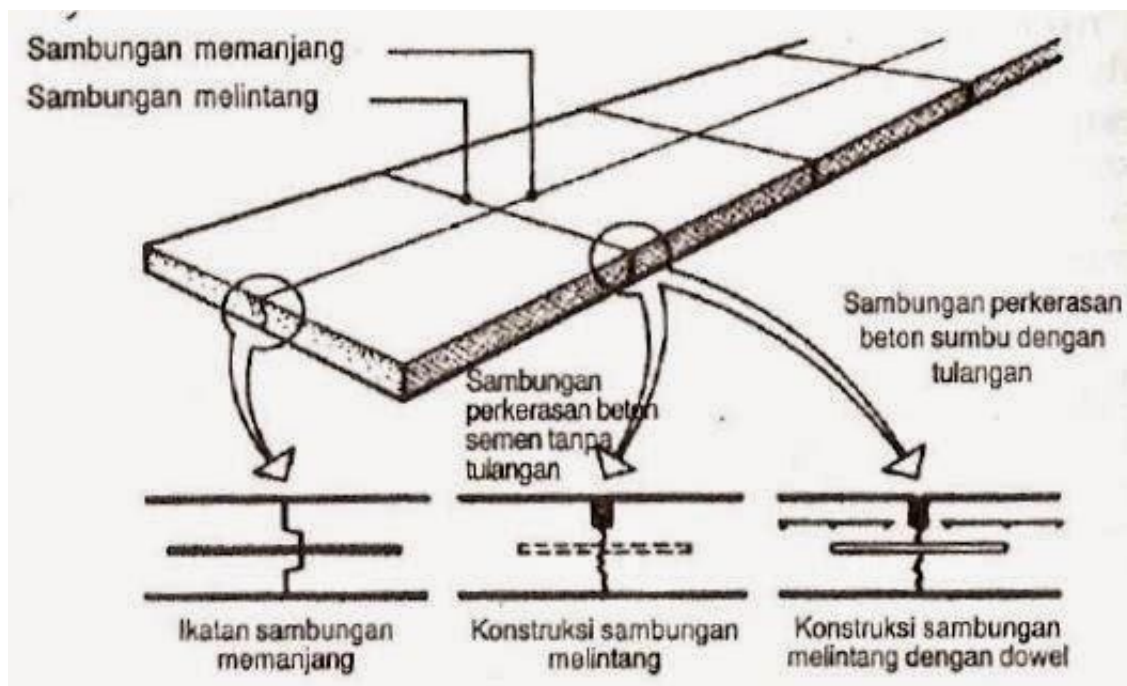
Sumber : MDPJ No. 02/M/BM/2013

Tabel 2.30. Perkerasan Kaku Untuk Jalan Dengan Beban Lalu Lintas Berat

Struktur Perkerasan	R1	R2	R3	R4	R5
Kelompok sumbu kendaraan berat (overloaded) ¹¹	< 4.3 x 10 ⁶	< 8.6 x 10 ⁶	< 25.8 x 10 ⁶	< 43 x 10 ⁶	< 86 x 10 ⁶
Dowel dan bahu beton	Ya				
STRUKTUR PERKERASAN (mm)					
Tebal pelat beton	265	275	285	295	305
Lapis Pondasi LMC	150				
Lapis Pondasi Agregat Kelas A ¹²	150				

Sumber : MDPJ No. 02/M/BM/2013

2.8.3. Sambungan



Gambar 2.19. Sambungan Pada Konstruksi Perkerasan Kaku

Sumber: eprints.undip.ac.id

Ciri-ciri dan fungsi masing-masing dari sambungan pada konstruksi perkerasan kaku di atas adalah sebagai berikut:

a. Sambungan melintang

1. Tulangan sambungan melintang disebut juga *dowel*.
2. Berfungsi sebagai *sliding device* dan *load transfer device*.
3. Berbentuk polos, bekas potong rapih, dan berukuran besar.
4. Satu sisi dari tulangan melekat pada pelat beton, sedangkan satu sisi yang lain tidak lekat pada pelat beton.
5. Lokasi di tengah tebal pelat dan sejajar dengan sumbu jalan.

b. Tulangan memanjang

1. Tulangan sambungan memanjang disebut juga *Tie Bar*.
2. Berfungsi sebagai *unsliding devices* dan *rotation devices*.
3. Berbentuk *deformed*/ulir dan berukuran kecil.
4. Lekat di kedua sisi pelat beton.
5. Lokasi di tengah pelat beton dan tegak lurus sumbu jalan.
6. Perolehan luas tulangan memanjang dihitung dengan persamaan (2.18) dan (2.19).

$$A_t = 204 \times b \times h \dots\dots\dots \text{Persamaan (2.18)}$$

$$I = (38,3 \times \phi) + 75 \dots\dots\dots \text{Persamaan (2.19)}$$

Keterangan:

A_t = luas penampang tulangan per meter panjang sambungan (mm^2)

B = jarak terkecil antar sambungan atau jarak sambungan dengan tepi perkerasan (m)

H = tebal plat (m)

I = diameter batang pengikat (mm)

ϕ = diameter batang pengikat yang dipilih (13-16 mm)

Jarak batang pengikat yang dipilih adalah 75 cm

Dalam Pd T-14-2003 dikatakan bahwa diameter ruji tergantung pada tebal pelat beton yang dapat kita lihat pada tabel 2.31.

Tabel 2.31. Diameter Ruji

No	Tebal plat beton, h (mm)	Diameter ruji (mm)
1	$125 < h \leq 140$	20
2	$140 < h \leq 160$	24
3	$160 < h \leq 190$	28
4	$190 < h \leq 220$	33
5	$220 < h \leq 250$	36

Sumber: Pd T-14-2003

Berdasarkan hasil penelitian dari Jurnal Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Bangka Belitung dengan 3 metode yaitu metode Pt T-01-2002-B, metode Manual Desai Perkerasan, dan metode Nottingham menunjukkan bahwa jika volume LHR semakin meningkat maka akan menghasilkan tebal perkerasan yang tebal. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada Tabel 2.32.

Tabel 2.32. Tebal Perkerasan Untuk Ketiga Metode

METODE	TAHUN PERENCANAAN	LHR (CESA)	TEBAL PERKERASAN (cm)		
				=	
Pt T – 01 – 2002 - B	20 Tahun	16.072.047,021	Lapis Permukaan	=	22,86
			Lapis Pondasi Atas	=	20
			Lapis Pondasi Bawah	=	15,55
			Total Tebal Perkerasan	=	58,41
Manual Desain Perkerasan	20 Tahun	231.301.030,144	Lapis Permukaan (AC – WC)	=	5
			Lapis Permukaan (AC – BC)	=	28
			Lapis Pondasi Atas	=	15
			Lapis Pondasi Bawah	=	15
			Total Tebal Perkerasan	=	63
Nottingham	20 Tahun	39.480.000,000	Lapis Perkerasan	=	39,5
			Tanah Dasar	=	20
			Total Tebal Perkerasan	=	59,5

Sumber: (Novia Pradani, Muhammad Sadli, Dewy Fithriyuni; 2016)

2.9. Perkerasan *Concrete Block*

Concrete block adalah batu cetak yang berasal dari campuran material bangunan antara lain pasir dan semen PC dengan perbandingan campuran tertentu, sedangkan pada SNI 03-0691-1996 “merupakan kombinasi material yang dibuat dari campuran antara lain semen Portland atau bahan perekat hidrolis atau material perekat hidrolis sejenisnya air dengan agregat atau tanpa material tambah lainnya yang tidak mengurangi mutu bata beton itu”. Di Indonesia concrete block di produksi dengan berbagai bentuk dan variasi ketebalan 60mm, 80mm, dan 100mm. Adapun mutu concrete block yang bervariasi seperti, K500, K450, K400, dan K350.

Paving blok banyak digunakan pada perkerasan jalan seperti trotoar, tempat parkir, arera pelabuhan, perumahan, taman dan sebagainya. Paving blok juga memiliki beberapa keunggulan yaitu dapat menggantikan perkerasan aspal dan plat beton, ada banyak manfaat menggunakan paving blok antara lain:

- a. Dapat digunakan untuk membuat jalan tanpa keahlian khusus.
- b. Dalam kondisi beban normal, blok beton dapat digunakan dalam operasi, dan blok beton tidak mudah rusak.

- a. Blok beton lebih muda menyebar dan beradaptasi dengan segera tanpa menunggu adanya pengerasan seperti semen.
- b. Mempunyai durabilitas yang baik.
- c. Tidak menimbulkan gangguan kebisingan atau debu yang berlebihan saat bekerja.
- d. Memiliki daya serap air yang tinggi.
- e. Harga blok beton yang lebih murah dibandingkan perkerasan lentur dan perkerasan kaku.
- f. Pemasangannya cukup mudah dan biaya perawatannya juga cukup murah.

Proses pembuatan paving blok ada 2 macam yaitu dengan cara konvensional (manual) dan cara mekanis. Di kalangan masyarakat, umumnya metode konvensional merupakan metode yang paling banyak digunakan karena proses pengerjaannya yang sederhana dan tidak membutuhkan biaya yang tinggi. Tetapi dari segi kualitas cara mekanis lebih bagus karena proses pembuatannya dengan cara pengepresan menggunakan alat pres yang dikeraskan sehingga biayanya cukup mahal.

Menurut Candra (2012), persyaratan ketebalan *concrete block* secara umum adalah sebagai berikut:

- a. 6 cm, digunakan untuk beban lalu lintas ringan dengan frekuensi terbatas, misalnya: sepeda motor, pejalan kaki.
- b. 8 cm digunakan untuk beban lalu lintas sedang, hingga berat dan frekuensi tinggi, misalnya: mobil, pick up, truk dan bus.
- c. Sedangkan untuk blok beton dengan tebal 10 cm, digunakan untuk beban lalu lintas sangat berat, misalnya: tronton dan loader.

Untuk pemasangan *concrete block* harus sesuai dengan fungsi dan tujuan penggunaan. Pola umum yang digunakan adalah susunan bata (*stretcher*), anyaman tikar (*basket weave*), dan tulang ikan (*herring bone*). Untuk perkerasan jalan diutamakan pola tulang ikan karena memiliki daya kunci yang baik. Dalam proses pemasangannya, *concrete block* harus berpinggul dan pada tepi susunan *concrete block* biasanya ditutup dengan pasak berbentuk topi uskup.

Mix desing *concrete block* atau material penyusun *concrete block*:

- a. Semen
- b. Agregat
- c. Air

Klasifikasi berdasarkan kekuatan pembagian kelas *concrete block* berdasarkan mutu beton dapat dilihat pada Tabel 2.33 berikut:

Tabel 2.33. Mutu kuat tekan *concrete block*

Mutu	Kuat Tekan (Mpa)	Rata-rata (min)	Penyerapan air Rata-rata maks (%)
A	40	35	3
B	20	17	6
C	15	12,5	8
D	10	8,5	10

Sumber: SNI 03-0691-1996

Concrete block memiliki beragam kekuatan dan klasifikasi penggunaan:

- a. *Concrete block* mutu A dipakai untuk jalan
- b. *Concrete block* mutu B dipakai untuk peralatan parker
- c. *Concrete block* mutu C dipakai untuk pejalan kaki
- d. *Concrete block* mutu D dipakai untuk taman dan kegunaan lain.

➤ Kelas Mutu Beton Serta Penggunaannya

- Beton Kelas I umumnya digunakan untuk konstruksi non-struktural yang tidak memerlukan keahlian khusus dalam penerapannya. Pengawasan mutunya hanya terfokus pada kualitas bahan material dengan pengawasan yang cukup ringan. Kelas ini, seperti K100, K125, K150, K200, dan K175, sering dipakai untuk pembangunan jalan, lantai dasar, dan pondasi kolom.
- Beton Kelas II cocok untuk pekerjaan struktural ringan yang memerlukan keahlian khusus dan harus dilakukan oleh tenaga ahli. Kualitas betonnya berada pada rentang K250, K225, dan K275.
- Beton Kelas III merupakan jenis beton dengan mutu tertinggi yang memerlukan komposisi dan perbandingan khusus serta pengawasan mutu yang kontinu. Mutunya bisa mencakup K350, K325, K375, K500, dan lain-lain. Biasanya, jenis beton ini digunakan untuk konstruksi saluran air, landasan pesawat, area parkir truk besar, dan sejenisnya.