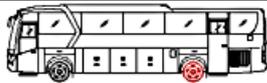
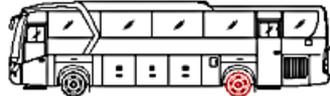
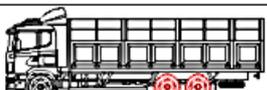
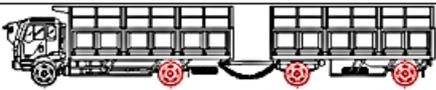
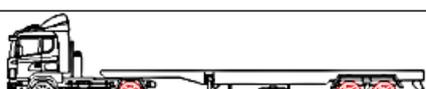
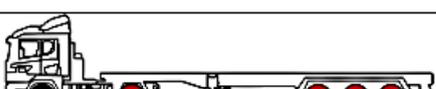


BAB II STUDI PUSTAKA

2.1 Kendaraan Berat

Kendaraan berat adalah kendaraan bermotor yang melintasi jalan dengan jumlah 4 roda atau lebih seperti bus, truk 2 as, truk 3 as, dan truk kombinasi sesuai dengan sistem klasifikasi Bina Marga yang memiliki jumlah as dan ban yang bermacam-macam.

Tabel 2.1 Jenis-jenis Kendaraan Berat

Nama Kendaraan	Gambar Kendaraan
Bus Kecil	
Bus Besar	
Truk 2 As 1.1	
Truk 2 As 1.2L	
Truk 2 As 1.2H	
Truk 3 As 1.22	
Truk Sambung 1.2 +2.2	
Truk Semi Trailer 1.2+2	
Truk Semi Trailer 1.2+2.2	
Truk Semi Trailer 1.2+2.2.2	

Sumber: Bina Marga, Benkelman Beam

2.2 Penggolongan Lalu Lintas Kendaraan

Penggolongan lalu lintas dilakukan untuk menghitung *vehicle damage factor* dan untuk menganalisis lalu lintas sehingga terdapat keselarasan antara penggolongan kendaraan lalu lintas harian rata-rata (LHR) dan *VDF*. Keselarasan itu untuk mempermudah analisis perhitungan dampak kelebihan muatan kendaraan berat terhadap umur perkerasan jalan. Penggolongan kendaraan memiliki beberapa versi yang dapat dijadikan pedoman dalam analisis lalu lintas sesuai kebutuhan data.

Tabel 2.2 Penggolongan Lalu-lintas Menurut Bina Marga

Golongan/Kelompok	Jenis Kendaraan
1	Sepeda Motor, Sekuter, Sepeda kumbang dan kendaraan bermotor roda 3
2	Sedan, Jeep, dan Station Wagon
3	Oplet, Pick Up oplet, Sub Urban, combi dan mini bus
4	Pick up, Micro truk, truk box dan mobil hantaran
5a	Bus kecil
5b	Bus besar
6a	Truk sumbu 2 sumbu 4 roda
6b	Truk sumbu 2 sumbu 6 roda
7a	Truk 3 sumbu
7b	Truk gandeng
7c	Truk semi trailer
8	kendaraan tidak bermotor

Sumber Bina Marga, IRMS

2.3 Muatan Sumbu Terberat (MST)

Muatan sumbu terberat adalah jumlah tekanan maksimum roda terhadap jalan, penetapan muatan sumbu terberat ditujukan untuk mengoptimalkan antara biaya konstruksi dengan efisiensi angkutan. Muatan Sumbu Terberat ditentukan dengan pertimbangan kelas jalan terendah yang dilalui, kekuatan ban, kekuatan rancangan sumbu dan GVW atau jumlah yang diperbolehkan yang ditetapkan oleh pabrikan. Muatan sumbu terberat untuk masing-masing kelas jalan pada **Tabel 2.3**.

Tabel 2.3 MST Masing - Masing Kelas Jalan

	Kelas I	Kelas II	Kelas IIIA	Kelas IIIB	Kelas IIIC
Fungsi Jalan	Arteri	Arteri	Arteri/ Kolektor	Kolektor	Kolektor
MST	>10 Ton	10 Ton	8 Ton	8 Ton	8 Ton

Sumber: Bina Marga,2002



Gambar 2.1 Contoh kasus kendaraan dengan muatan berlebih di Jalan Khatulistiwa

2.4 Jumlah Beban Izin (JBI)

Jumlah berat yang diizinkan (JBI) adalah berat maksimum kendaraan, berikut muatan yang diizinkan berdasarkan kelas jalan yang dilalui, jumlah berat yang diizinkan semakin besar jika jumlah sumbu kendaraan semakin banyak. JBI ditetapkan oleh Pemerintah dengan pertimbangan daya dukung kelas jalan terendah yang dilalui, kekuatan ban, kekuatan rancangan sumbu sebagai upaya peningkatan umur jalan dan kendaraan serta aspek keselamatan di jalan. Berikut adalah rumus untuk menghitung JBI

$$JBI = BK + G + L, \quad (2.1)$$

Dimana:

BK = berat kosong kendaraan;

G = berat orang (yang diijinkan);

L = berat muatan (yang diijinkan).

JBK biasanya sudah ditetapkan pada surat izin kendaraan, nilai JBK akan berbeda-beda **Gambar 2.2** adalah contoh penetapan JBK pada kendaraan.

MASA BERLAKU UJI BERKALA 1 SEP 2015 (PERIODICAL INSPECTION VALIDITY)	
BERAT KOSONG KENDARAAN (KERB WEIGHT)	1.150 Kg
PANJANG KENDARAAN (LENGTH)	5.690 mm
LEBAR KENDARAAN (WIDTH)	1.700 mm
TINGGI KENDARAAN (HEIGHT)	2.150 mm
J.B.B. (G.V.W)	1.950 mm
J.B.I. (G.P.W)	1.910 Kg
M.S.T (M.A.L)	1.129 Kg
DAYA ANGKUT (PAY LOAD)	660 Kg
- ORANG (60 KG/PERSON)	Org. Equivalent
- BARANG (GOODS)	100 Kg

Gambar 2.2 Contoh JBK pada Surat Kendaraan

2.5 Pembagian Beban Sumbu Kendaraan

Pembagian Beban Sumbu Kendaraan bertujuan untuk membagi antara beban roda depan dan beban roda belakang yang di hitung dari berat total yang sesuai dengan konfigurasi sumbu kendaraan masing-masing golongan yang sudah di tentukan.

KONFIGURASI SUMBU DAN TIPE	BERAT KOSONG (TON)	BEBAN MUATAN MAKSIMUM(TON)	UE 18KSAL KOSONG	UE 18KSAL MAKSIMUM	<input type="radio"/> RODA GANDA PADA UJUNG RODA <input checked="" type="radio"/> RODA GANDA PADA UJUNG RODA
1,1 HP	1,5	0,5	0,0001	0,0005	
1,2 BUS	3	6	0,0037	0,3006	
1,2L TRUK	2,3	6	0,0013	0,2174	
1,2H TRUK	4,2	12	0,0143	5,0264	
1,22 TRUK	5	20	0,0044	2,7416	
1,2+2,2 TRAILER	6,4	25	0,0085	3,9083	
1,2+2 TRAILER	6,2	20	0,0192	6,1179	
1,2+2,2 TRAILER	10	32	0,0327	10,183	

Gambar 2.3 Konfigurasi Beban Sumbu Kendaraan

2.6 *Vehicle Damage Factor (VDF)*

Daya rusak jalan atau lebih dikenal dengan *Vehicle Damage Factor*, selanjutnya disebut *VDF*, merupakan salah satu parameter yang dapat menentukan tebal perkerasan cukup signifikan, dan jika makin berat kendaraan (khususnya kendaraan muatan angkutan barang) apalagi dengan beban *overload*, nilai *VDF* akan secara nyata membesar.

Beban konstruksi perkerasan jalan mempunyai ciri-ciri khusus dalam artian mempunyai perbedaan prinsip dari beban pada konstruksi lain di luar konstruksi jalan. Pemahaman atas ciri-ciri khusus beban konstruksi perkerasan jalan tersebut sangatlah penting dalam pemahaman lebih jauh, khususnya yang berkaitan dengan desain konstruksi perkerasan, kapasitas konstruksi perkerasan, dan proses kerusakan konstruksi yang bersangkutan.

Sifat beban konstruksi perkerasan jalan sebagai berikut:

1. Beban yang diperhitungkan adalah beban hidup yang berupa beban tekanan sumbu roda kendaraan yang lewat di atasnya yang dikenal dengan *axle load*. Dengan demikian, beban mati (berat sendiri) konstruksi diabaikan.
2. Kapasitas konstruksi perkerasan jalan dalam besaran sejumlah repetisi (lintasan) beban sumbu roda lalu lintas dalam satuan standar *axle load* yang dikenal dengan satuan *EAL (equivalent axle load)* atau *ESAL (Equivalent Single Axle Load)*. Satuan standar *axle load* adalah *axle load* yang mempunyai daya rusak kepada konstruksi perkerasan sebesar 1 *axle load* yang bernilai daya rusak sebesar 1 tersebut adalah *single axle load* sebesar 18.000 *lbs* atau 18 *kips* atau 8,16 ton untuk as tunggal roda ganda (*singel axle dual wheel*).
3. Tercapainya atau terlampauinya batas kapasitas konstruksi (sejumlah repetisi *EAL*) akan menyebabkan berubahnya konstruksi perkerasan yang semula mantap menjadi tidak mantap. Kondisi tidak mantap tersebut tidak berarti kondisi *failure* ataupun *collapse*. Dengan demikian istilah *failure* atau *collapse* secara teoritis tidak akan (tidak boleh) terjadi karena kondisi mantap adalah kondisi yang masih baik tetapi sudah memerlukan penanganan berupa pelapisan ulang (*overlay*). Kerusakan total (*failure, collapse*) dimungkinkan terjadi di lapangan, menunjukkan bahwa

konstruksi perkerasan jalan tersebut telah diperlakukan salah yaitu mengalami keterlambatan dalam penanganan pemeliharaan baik rutin maupun berkala untuk menjaga tidak terjadinya *collapse* atau *failure*. Konstruksi perkerasan jalan direncanakan dengan sejumlah repetisi beban kendaraan dalam satuan *standard axle load (SAL)* sebesar 18.000 lbs atau 8,16 ton untuk as tunggal roda ganda (*singel axle dual wheel*). Di lapangan berat dan konfigurasi sumbu kendaraan di dalam perhitungan perkerasan perlu terlebih dahulu ditransformasikan ke dalam *equivalent standard axle load (ESAL)*. Angka ekuivalen beban sumbu kendaraan (E) adalah angka yang menyatakan perbandingan tingkat kerusakan yang ditimbulkan oleh suatu lintas beban sumbu tunggal/ganda kendaraan terhadap tingkat kerusakan yang ditimbulkan oleh suatu lintasan beban standar. Formulasi perhitungan angka ekuivalen (E) yang diberikan oleh Bina Marga dapat dilihat pada Persamaan 2.1 berikut

Menghitung *VDF* masing-masing kendaraan golongan metode Bina Marga MDP (2017) menggunakan Persamaan:

$$\circ \text{ Sumbu tunggal, roda tunggal} = \left(\frac{L}{5404}\right)^4 \quad (2.2)$$

$$\circ \text{ Sumbu tunggal, roda ganda} = \left(\frac{L}{8158}\right)^4 \quad (2.3)$$

$$\circ \text{ Sumbu tandem, roda tunggal} = \left(\frac{L}{9177}\right)^4 \quad (2.4)$$

$$\circ \text{ Sumbu tandem, roda ganda} = \left(\frac{L}{13766}\right)^4 \quad (2.5)$$

$$\circ \text{ Sumbu tridem, roda ganda} = \left(\frac{L}{18457}\right)^4 \quad (2.6)$$

$$\circ \text{ Sumbu empat, roda ganda} = \left(\frac{L}{22536}\right)^4 \quad (2.7)$$

dengan:

L : Beban sumbu kendaraan (Kg)

2.7 Muatan *Overload*

Ada beberapa definisi mengenai muatan *overload* yaitu:

1. Berat as kendaraan yang melampaui batas maksimum yang diizinkan (MST = muatan sumbu terberat) yang dalam hal ini, MST ditetapkan berdasarkan peraturan pemerintah yang berlaku:
 - a. Pasal 11 PP No.43/1993: MST berdasarkan berat as kendaraan, kecuali untuk angkutan peti kemas yang diatur lebih lanjut oleh PP No. 74-1990, pasal 9.
 - b. Jalan kelas II: $MST \leq 10$ ton
 - c. Jalan kelas III (A, B, C): $MST \leq 8$ ton
2. Menurut Kamus Istilah Bidang Pekerjaan Umum 2008, Hal 57, muatan lebih adalah muatan sumbu kendaraan yang melebihi dari ketentuan seperti yang tercantum pada peraturan yang berlaku (PP 43 Tahun 1993) jumlah berat yang diizinkan disingkat JBI adalah berat maksimum kendaraan bermotor berikut muatannya yang diizinkan berdasarkan kelas jalan yang dilalui. Jumlah berat yang diizinkan semakin besar kalau jumlah sumbu kendaraan semakin banyak.

Berikut adalah rumus yang digunakan untuk menentukan presentase muatan *overload* dari beban kendaraan

$$\text{Persentase } \textit{overload} = \frac{\text{Hasil Penimbangan} - \text{JBI}}{\text{JBI}} \times 100 \% \quad (2.8)$$

Dimana:

JBI = Jumlah Beban Diizinkan

2.8 Jalan

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, di atas permukaan tanah, di bawah permukaan tanah dan/atau air, serta di atas permukaan air, kecuali jalan kereta api, jalan lori, dan jalan kabel. (Peraturan Pemerintah Nomor 34 Tahun 2006)

Jalan raya adalah jalur - jalur tanah di atas permukaan bumi yang dibuat oleh manusia dengan bentuk, ukuran - ukuran dan jenis konstruksinya sehingga dapat

digunakan untuk menyalurkan lalu lintas orang, hewan dan kendaraan yang mengangkut barang dari suatu tempat ke tempat lainnya dengan mudah dan cepat. (Clarkson H.Oglesby,1999)

Jalan adalah sebidang tanah yang diratakan dengan kelandaian tertentu, kemiringan tertentu, dan diperkeras permukaannya untuk dapat melayani kendaraan yang lewat di atasnya dengan aman. (Asiyanto, 1999) Pada dasarnya pembangunan jalan raya adalah proses pembukaan ruangan lalu lintas yang mengatasi berbagai rintangan geografi. (Wikipedia, 2019)

Jalan raya dapat meningkatkan kegiatan ekonomi di suatu tempat karena menolong orang untuk pergi atau mengirim barang lebih cepat ke suatu tujuan. Dengan adanya jalan raya, komoditi dapat mengalir ke pasar setempat dan hasil ekonomi dari suatu tempat dapat dijual kepada pasaran di luar wilayah itu. Selain itu, jalan raya juga mengembangkan ekonomi lalu lintas di sepanjang lintasannya. Contohnya, di pertengahan lintasan jalan raya utama yang menghubungkan bandar-bandar besar, penduduk setempat dapat menjual makanan kepada sopir truk yang kerap melewati jalan tersebut.

2.8.1 Fungsi Jalan

Berdasarkan fungsinya, maka jalan dibedakan menjadi beberapa fungsi, yaitu:

A. Jalan Arteri

- Arteri Primer adalah jalan yang menghubungkan secara berdaya guna antarpusat kegiatan nasional atau antara pusat kegiatan nasional dengan pusat kegiatan wilayah. Didesain berdasarkan kecepatan rencana paling rendah 60 km per jam, lebar badan jalan minimal 11 meter, lalu lintas jarak jauh tidak boleh terganggu lalu lintas ulang alik, lalu lintas lokal dan kegiatan lokal, jumlah jalan masuk ke jalan arteri primer dibatasi, serta tidak boleh terputus di kawasan perkotaan.
- Arteri Sekunder adalah jalan yang menghubungkan kawasan primer dengan kawasan sekunder kesatu, kawasan sekunder kesatu dengan kawasan sekunder kesatu, atau kawasan sekunder kesatu dengan kawasan sekunder kedua. Didesain berdasarkan kecepatan rencana paling

rendah 30 km per jam dengan lebar badan jalan minimal 11 meter, dan lalu lintas cepat tidak boleh terganggu oleh lalu lintas lambat.

B. Jalan Kolektor

- Kolektor Primer adalah jalan yang menghubungkan secara berdaya guna antara pusat kegiatan nasional dengan pusat kegiatan lokal, antar pusat kegiatan wilayah, atau antara pusat kegiatan wilayah dengan pusat kegiatan lokal. Didesain berdasarkan berdasarkan kecepatan rencana paling rendah 40 km per jam dengan lebar badan jalan minimal 9 meter, dan jumlah jalan masuk dibatasi.
- Kolektor Sekunder adalah jalan yang menghubungkan kawasan sekunder kedua dengan kawasan sekunder kedua atau kawasan sekunder kedua dengan kawasan sekunder ketiga. Didesain berdasarkan kecepatan rencana paling rendah 20 km per jam dengan lebar badan jalan minimal 9 meter, dan lalu lintas cepat tidak boleh terganggu oleh lalu lintas lambat.

C. Jalan Lokal

- Lokal Primer adalah jalan yang menghubungkan secara berdaya guna pusat kegiatan nasional dengan pusat kegiatan lingkungan, pusat kegiatan wilayah dengan pusat kegiatan lingkungan, antarpusat kegiatan lokal, atau pusat kegiatan lokal dengan pusat kegiatan lingkungan, serta antarpusat kegiatan lingkungan. Didesain berdasarkan kecepatan rencana paling rendah 20 km per jam dengan lebar badan jalan minimal 7,5 meter, dan tidak boleh terputus di kawasan perdesaan.
- Lokal Sekunder adalah jalan yang menghubungkan kawasan sekunder kesatu dengan perumahan, kawasan sekunder kedua dengan perumahan, kawasan sekunder ketiga dan seterusnya sampai ke perumahan. Didesain berdasarkan kecepatan rencana paling rendah 10 km per jam dengan lebar badan jalan minimal 7,5meter.

D. Jalan Lingkungan

- Lingkungan Primer adalah jalan yang menghubungkan antarpusat kegiatan di dalam kawasan perdesaan dan jalan di dalam lingkungan kawasan perdesaan. Didesain berdasarkan kecepatan rencana paling rendah 15 km per jam dengan lebar badan jalan minimal 6,5meter untuk

jalan yang diperuntukkan bagi kendaraan bermotor roda 3 atau lebih. Sedangkan jalan yang tidak diperuntukkan bagi kendaraan bermotor roda 3 atau lebih harus mempunyai lebar badan jalan minimal 3,5meter.

- Lingkungan Sekunder adalah jalan yang menghubungkan antarpersil dalam kawasan perkotaan. Didesain berdasarkan kecepatan rencana paling rendah 10 km per jam dengan lebar badan jalan minimal 6,5meter untuk jalan yang diperuntukkan bagi kendaraan bermotor roda 3 atau lebih. Sedangkan jalan yang tidak diperuntukkan bagi kendaraan bermotor roda 3 atau lebih harus mempunyai lebar badan jalan minimal 3,5meter. Lebar badan jalan paling sedikit 3,5meter ini dimaksudkan agar lebar jalur lalu lintas dapat mencapai 3 meter, dengan demikian pada keadaan darurat dapat dilewati mobil dan kendaraan khusus lainnya seperti pemadam kebakaran, ambulans, dan sebagainya.

2.8.2 Sistem jaringan Jalan

Sistem jaringan jalan disusun dengan mengacu pada rencana tata ruang wilayah dan dengan memperhatikan keterhubungan antarkawasan dan/atau dalam kawasan perkotaan, dan kawasan perdesaan.

Berdasarkan sistem jaringan jalan, maka dikenal 2 istilah, yaitu:

A. Sistem jaringan jalan primer

Jaringan jalan primer disusun berdasarkan rencana tata ruang dan pelayanan distribusi barang dan jasa untuk pengembangan semua wilayah di tingkat nasional, dengan menghubungkan semua simpul jasa distribusi yang berwujud pusat-pusat kegiatan sebagai berikut:

- Menghubungkan secara menerus pusat kegiatan nasional, pusat kegiatan wilayah, pusat kegiatan lokal sampai ke pusat kegiatan lingkungan.
- Menghubungkan antarpusat kegiatan nasional.

Sistem jaringan jalan primer merupakan sistem jaringan jalan yang menghubungkan antarkawasan perkotaan, yang diatur secara berjenjang sesuai dengan peran perkotaan yang dihubungkannya. Untuk melayani lalu lintas menerus maka ruas-ruas jalan dalam sistem jaringan jalan primer tidak terputus walaupun memasuki kawasan perkotaan.

B. Sistem jaringan jalan sekunder

Jaringan jalan sekunder disusun berdasarkan rencana tata ruang wilayah kabupaten/kota dan pelayanan distribusi barang dan jasa untuk masyarakat di dalam kawasan perkotaan yang menghubungkan secara menerus kawasan yang mempunyai fungsi primer, fungsi sekunder kesatu, fungsi sekunder kedua, fungsi sekunder ketiga, dan seterusnya sampai ke persil. Sistem jaringan jalan sekunder merupakan sistem jaringan jalan yang menghubungkan antarkawasan di dalam perkotaan yang diatur secara berjenjang sesuai dengan fungsi kawasan yang dihubungkannya.

2.8.3 Status Jalan

Sesuai dengan Undang-Undang Republik Indonesia Nomor 38 Tahun 2004 tentang Jalan dan Peraturan Pemerintah Nomor 34 Tahun 2006 tentang Jalan, maka sesuai dengan kewenangan/status, maka jalan umum dikelompokkan sebagai berikut:

- 1) Jalan Nasional
- 2) Jalan Provinsi
- 3) Jalan Kabupaten
- 4) Jalan Kota
- 5) Jalan Desa

Pengertian dari masing-masing status jalan tersebut adalah sebagai berikut:

- 1) Jalan Nasional

Jalan Nasional terdiri dari:

- a) Jalan Arteri Primer
- b) Jalan Kolektor Primer yang menghubungkan antar ibukota provinsi
- c) Jalan Tol
- d) Jalan Strategis Nasional

Penyelenggaraan Jalan Nasional merupakan kewenangan Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat, yaitu di Direktorat Jenderal Bina Marga yang dalam pelaksanaan tugas penyelenggaraan jalan nasional dibentuk Balai Besar Pelaksanaan Jalan Nasional sesuai dengan wilayah

kerjanya masing-masing. Sesuai dengan kewenangannya, maka ruas-ruas jalan nasional ditetapkan oleh Menteri Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat dalam bentuk Surat Keputusan (SK) Menteri PUPR.

2) Jalan Provinsi

Penyelenggaraan Jalan Provinsi merupakan kewenangan Pemerintah Provinsi. Jalan Provinsi terdiri dari:

- Jalan Kolektor Primer yang menghubungkan ibukota provinsi dengan ibu kota kabupaten atau kota
- Jalan Kolektor Primer yang menghubungkan antar ibukota kabupaten atau kota
- Jalan Strategis Provinsi
- Jalan di Daerah Khusus Ibukota Jakarta.

Ruas-ruas jalan provinsi ditetapkan oleh Gubernur dengan Surat Keputusan (SK) Gubernur.

3) Jalan Kabupaten

Penyelenggaraan Jalan Kabupaten merupakan kewenangan Pemerintah Kabupaten. Jalan Kabupaten terdiri dari:

- Jalan kolektor primer yang tidak termasuk jalan nasional dan jalan provinsi.
- Jalan lokal primer yang menghubungkan ibukota kabupaten dengan ibukota kecamatan, ibukota kabupaten dengan pusat desa, antar ibukota kecamatan, ibukota kecamatan dengan desa, dan antar desa.
- Jalan sekunder yang tidak termasuk jalan provinsi dan jalan sekunder dalam kota.
- Jalan strategis kabupaten.

Ruas-ruas jalan kabupaten ditetapkan oleh Bupati dengan Surat Keputusan (SK) Bupati

4) Jalan Kota

Jalan Kota adalah jalan umum pada jaringan jalan sekunder di dalam kota, merupakan kewenangan Pemerintah Kota. Ruas-ruas jalan kota ditetapkan oleh Walikota dengan Surat Keputusan (SK) Walikota

5) Jalan Desa

Jalan Desa adalah jalan lingkungan primer dan jalan lokal primer yang tidak termasuk jalan kabupaten di dalam kawasan perdesaan, dan merupakan jalan umum yang menghubungkan kawasan dan/atau antar permukiman di dalam desa.

2.8.4 Kelas Jalan

Kelas jalan diatur dalam Undang-Undang Nomor 22 tahun 2009 tentang Lalu lintas dan Angkutan Jalan. Jalan dikelompokkan dalam beberapa kelas berdasarkan:

- 1) Fungsi dan intensitas lalu lintas guna kepentingan pengaturan penggunaan jalan dan kelancaran lalu lintas angkutan jalan.
- 2) Daya dukung untuk menerima muatan sumbu terberat dan dimensi kendaraan bermotor.

Pengelompokan jalan menurut Kelas Jalan terdiri dari:

1) Jalan Kelas I

Jalan Kelas I adalah jalan arteri dan kolektor yang dapat dilalui Kendaraan Bermotor dengan ukuran lebar tidak melebihi 2.500 milimeter, ukuran panjang tidak melebihi 18.000 milimeter, ukuran paling tinggi 4.200 milimeter, dan muatan sumbu terberat 10 ton.

2) Jalan Kelas II

Jalan Kelas II adalah jalan arteri, kolektor, lokal, dan lingkungan yang dapat dilalui Kendaraan Bermotor dengan ukuran lebar tidak melebihi 2.500 milimeter, ukuran panjang tidak melebihi 12.000 milimeter, ukuran paling tinggi 4.200 milimeter, dan muatan sumbu terberat 8 ton.

3) Jalan Kelas III

Jalan Kelas III adalah jalan arteri, kolektor, lokal, dan lingkungan yang dapat dilalui Kendaraan Bermotor dengan ukuran lebar tidak melebihi 2.100 meter, ukuran panjang tidak melebihi 9.000 milimeter, ukuran paling tinggi 3.500 milimeter, dan muatan sumbu terberat 8 ton. Dalam keadaan tertentu daya dukung Jalan Kelas III dapat ditetapkan muatan sumbu terberat kurang dari 8 ton.

4) Jalan Kelas Khusus

Jalan Kelas Khusus adalah jalan arteri yang dapat dilalui Kendaraan Bermotor dengan ukuran lebar melebihi 2.500 milimeter, ukuran panjang melebihi 18.000 milimeter, ukuran paling tinggi 4.200 milimeter, dan muatan sumbu terberat lebih dari 10 ton. Penetapan kelas jalan pada setiap ruas jalan yang dinyatakan dengan Rambu Lalu Lintas dilakukan oleh:

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

Tabel 2.4 menjelaskan hubungan jaringan jalan dan fungsi jalan serta beberapa parameternya.

Tabel 2.4 Sistem Jaringan Jalan dan Parameter Perencanaannya

	Jaringan Jalan					
	Primer			Sekunder		
	arteri	kolektor	Lokal	arteri	kolektor	Lokal
lebar jalan	> 8 m	> 7 m	> 6 m	> 8 m	> 7 m	> 5 m
Indeks Permukaan (Ip)	≥ 2	≥ 2	≥ 1.5	≥ 1.5	≥ 1.5	≥ 1

Sumber: Perkerasan lentur Jalan Raya. (Sukirman, 1999)

2.8.5 Perkerasan Jalan

Hary Chirstady Hardiyatmo (2015) mengatakan bahwa perkerasan jalan adalah suatu sistem yang terdiri dari beberapa lapis material yang diletakkan pada tanah dasar (*Subgrade*). Tujuan utama dari dibangunnya perkerasan adalah untuk memberikan permukaan yang rata dengan kekesatan tertentu, dengan umur layan cukup panjang, serta pemeliharaan yang minimum. Sukirman (2003) mengatakan bahwa perkerasan jalan merupakan lapisan perkerasan yang terletak di antara lapisan tanah dasar dan roda kendaraan, yang memiliki fungsi memberikan pelayanan kepada sarana transportasi, dan selama masa pelayanannya diharapkan

tidak terjadi kerusakan yang berarti. Agar perkerasan jalan sesuai dengan mutu yang diharapkan, maka pengetahuan mengenai sifat, pengadaan dan pengelolaan dari bahan penyusun perkerasan jalan sangat diperlukan. Pada saat tanah dibebani, beban akan menyebar ke dalam tanah dalam bentuk gaya-gaya. Gaya ini menyebar sedemikian rupa sehingga dapat menyebabkan lendutan dan akhirnya keruntuhan. Maka diperlukan suatu lapisan tambahan di atas tanah dasar untuk menahan gaya tersebut.

Untung, S (1993) mengatakan bahwa perkerasan jalan adalah campuran antara agregat dan bahan pengikat yang digunakan untuk melayani beban lalu lintas. Agregat yang dipakai adalah batu pecah atau batu belah atau batu kali ataupun bahan lainnya. Bahan ikat yang dipakai adalah aspal, semen ataupun tanah liat. Perkerasan jalan raya adalah bagian jalan raya yang diperkeras 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. Menurut DPU (2017) mengatakan bahwa perkerasan jalan merupakan lapisan perkerasan yang terletak di antara lapisan tanah dasar dan roda kendaraan, yang berfungsi memberikan pelayanan kepada sarana transportasi, dan selama masa pelayanannya diharapkan tidak terjadi kerusakan yang berarti.

Hardiyatmo (2011) mengatakan bahwa tanah asli di alam jarang sekali dalam kondisi mampu mendukung beban berulang dari lalu lintas kendaraan tanpa mengalami deformasi yang besar. Karena itu, dibutuhkan suatu struktur yang dapat melindungi tanah dari beban roda kendaraan, struktur ini disebut perkerasan (*pavement*). Perkerasan memiliki fungsi untuk melindungi tanah dasar (*subgrade*) dan lapisan-lapisan pembentuk perkerasan agar tidak mengalami tegangan dan regangan yang berlebihan oleh akibat dari beban lalu lintas yang terjadi. Perkerasan merupakan struktur yang diletakkan pada tanah dasar yang berada di bawahnya. Perkerasan harus memberikan permukaan yang rata dengan kekesatan tertentu, dengan umur pelayanan yang cukup panjang, serta pemeliharaan yang minimum. Sukirman (1992) mengatakan bahwa salah satu kegunaan perkerasan jalan adalah untuk memikul beban lalu lintas pada lapisan permukaan dan menyebarkan ke lapisan tanah dasar, tanpa menimbulkan perbedaan penurunan yang dapat merusak struktur tanah dasar.

Fungsi perkerasan jalan adalah:

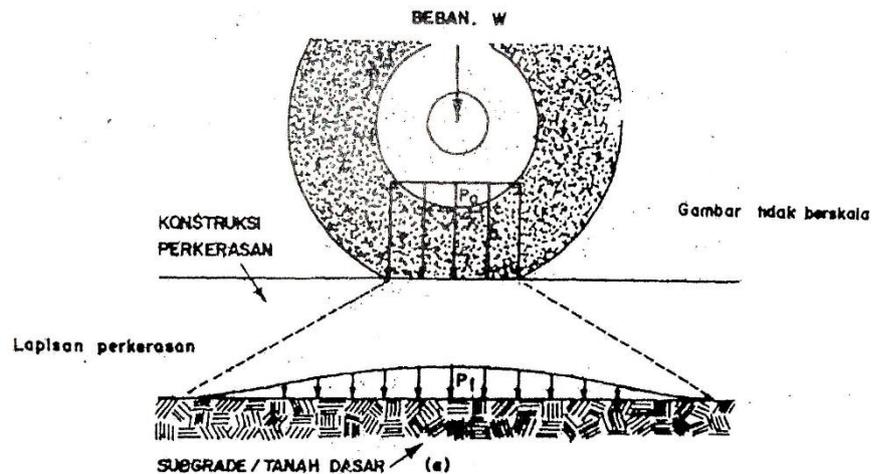
- 1) Untuk memberikan permukaan rata / halus bagi pengendara.
- 2) Untuk mendistribusikan beban kendaraan di atas formasi tanah secara memadai, sehingga melindungi tanah dari tekanan yang berlebihan.
- 3) Untuk melindungi formasi tanah dari pengaruh buruk perubahan cuaca.

Silvia Sukirman (1999) mengatakan bahwa perkerasan jalan berdasarkan material bahan pengikat dan pendistribusiannya dapat dibagi menjadi 3 jenis yaitu:

1. Perkerasan Lentur (*Flexible Pavenment*), yaitu suatu jenis perkerasan yang menggunakan aspal sebagai bahan pengikat dan mempunyai sifat lentur dimana setelah pembebanan berlangsung perkerasan akan seperti semula. Pada struktur perkerasan lentur, beban lalu lintas didistribusikan ke tanah dasar secara berjenjang dan berlapis (*Layer System*). Dengan sistem ini beban lalu lintas didistribusikan dari lapisan atas ke lapisan bawahnya, lapisan-lapisan perkerasannya bersifat memikul dan menyebarkan beban lalu lintas ke tanah dasar.
2. Perkerasan Kaku (*Rigid Pavenment*), yaitu suatu jenis perkerasan jalan menggunakan semen (*portland cement*) sebagai bahan pengikat dan mempunyai sifat kaku dimana setelah pembebanan berlangsung perkerasan tidak mengalami perubahan bentuk sehingga tegangan yang terjadi pada dasar perkerasan sudah kecil sekali. Beban lalu lintas sebagian besar dipikul oleh pelat beton. Pelat beton dengan atau tanpa tulangan diletakkan di atas tanah dasar dengan atau tanpa lapisan pondasi bawah.
3. Perkerasan komposit (*Composite Pavenment*), yaitu perkerasan kaku yang dikombinasikan dengan perkerasan lentur, dapat berupa perkerasan lentur di atas perkerasan kaku, atau perkerasan kaku di atas perkerasan lentur.

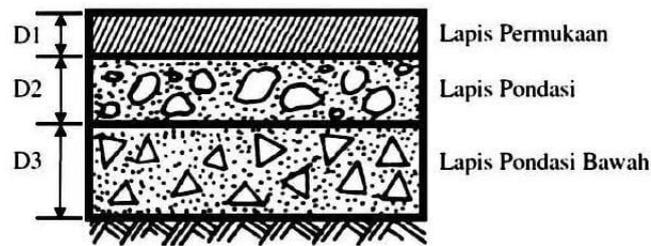
2.8.5.1 Perkerasan Lentur

Konstruksi perkerasan lentur terdiri dari lapisan-lapisan yang diletakkan diatas tanah dasar yang telah dipadatkan. Lapisan-lapisan tersebut berfungsi untuk menerima beban lalu lintas dan menyebarkannya kelapisan dibawahnya. Pada gambar dibawah terlihat bahwa beban kendaraan dilimpahkan keperkerasan jalan melalui bidang kontak roda berupa beban terbagi rata P_0 . Beban tersebut diterima oleh lapisan permukaan disebarkan ketanah dasar menjadi P_1 yang lebih kecil daya dukung tanah dasar.



Gambar 2.4 Penyebaran beban roda melalui lapisan perkerasan jalan

Kapasitas dukung perkerasan lentur murni, bergantung pada karakteristik distribusi beban dari sistem lapisan pembentuknya. Perkerasan lentur terdiri dari beberapa lapisan dengan material yang berkualitas tinggi diletakkan didekat permukaan. Jadi, Kekuatan perkerasan lentur adalah lebih dihasilkan dari kerjasama lapisan yang tebal dalam menyebarkan beban ke tanah dasar (*subgrade*), dari pada dihasilkan oleh aksi perlawanan pelat terhadap beban. Karena sifat penyebaran gaya maka muatan yang diterima oleh masing-masing lapisan berbeda dan semakin kebawah semakin kecil. Lapisan permukaan harus mampu menerima seluruh jenis gaya yang bekerja, lapisan pondasi atas menerima gaya vertikal dan getaran, sedangkan tanah dasar dianggap hanya menerima gaya vertikal saja. Struktur jalan untuk jenis *flexible pavement* dapat digambarkan sebagai berikut:



Gambar 2.5 Komponen-komponen Perkerasa Lentur

Sumber: Metode Pelaksanaan Pekerjaan Jalan Aspal (*flexible pavement*)

Asiyanto, 1999

A. Tanah Dasar (*subgrade*)

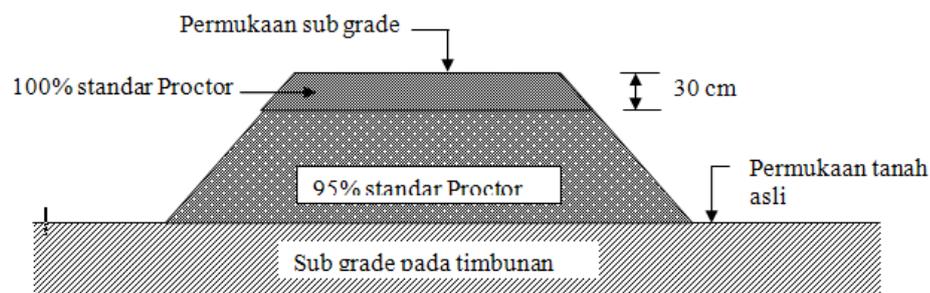
Tanah Pondasi yang secara langsung mendukung beban akibat beban lalu lintas dari suatu sistem perkerasan. Lapisan tanah dasar dapat berupa tanah asli yang dipadatkan jika tanah aslinya baik, tanah yang didatangkan dari tempat lain dan dipadatkan atau tanah yang distabilisasi dengan kapur atau bahan lainnya dan berfungsi sebagai landasan/pondasi dari sistem perkerasan. Pemadatan yang baik diperoleh jika dilakukan pada kadar air optimum dan diusahakan kadar air tersebut konstan selama umur rencana. Untuk badan jalan yang terletak pada daerah galian, maka subgradenya adalah dasar galian tersebut. Sedang badan jalan yang terletak pada daerah timbunan, maka permukaan timbunan tersebut berfungsi sebagai subgrade. Tanah dasar sebagai pondasi jalan, terdiri dari material dalam galian atau pada bagian atas timbunan dengan ketebalan sekitar 50-90 cm, dibawah dasar struktur perkerasan. Karena tanah dasar merupakan bagian dari timbunan dimana pondasi bawah (*subbase*), pondasi (*base*) atau perkerasan berada, maka integritas dari struktur perkerasan bergantung pada stabilitas struktur tanah dasar. Pada prinsipnya, tanah dasar harus tetap dalam kondisi stabil pada kadar air konstan. Untuk itu, tanah dasar harus dipadatkan dengan baik, agar kemungkinan terjadinya perubahan volume atau terjadinya penurunan tak seragam akibat beban kendaraan dapat diperkecil. Pemadatan yang baik dibutuhkan pada pembangunan timbunan untuk badan jalan. Selain itu, drainase yang baik juga dibutuhkan untuk menghindari kadar air tanah yang terlalu tinggi dalam tanah galian. Tanah dasar yang berupa lempung ekspansif oleh akibat perubahan kadar air akan

mengalami perubahan volume yang sangat besar. Pengembangan tanah ini akan merusak perkerasan. Tanah dasar mengalami tegangan akibat roda kendaraan lebih rendah dibandingkan dengan lapisan permukaan atau lapis pondasi. Tegangan akibat beban roda, berkurang dengan bertambahnya kedalaman, dan pengontrolan tegangan pada tanah dasar umumnya pada puncaknya kecuali kondisi tidak umum. Kondisi tidak umum tersebut misalnya tanah dasar berlapis-lapis, kadar air atau kepadatan yang sangat bervariasi. Hal-hal ini dapat merubah lokasi pengontrolan tegangan. Kondisi tanah dasar yang bervariasi tersebut dapat diketahui saat penyelidikan tanah. Perkerasan di atas tanah dasar, harus mampu mereduksi tegangan yang diterima oleh tanah dasar pada suatu nilai yang cukup rendah, sehingga dapat mencegah deformasi berlebihan pada tanah dasar tersebut.

Tebal lapis pondasi bawah ditentukan dari beberapa pertimbangan sebagai berikut. (O'Flaherty, 2001; Rogers, 2008):

- 1) Lapis pondasi bawah tidak diperlukan, jika tanah dasar berupa batuan keras atau material granuler yang mempunyai $CBR > 30\%$, dengan kedudukan muka air tanah tidak tinggi.
- 2) Jika tanah dasar mempunyai $CBR > 15\%$, diperlukan tebal lapis pondasi bawah 150 mm (yaitu tebal minimum lapis pondasi bawah)
- 3) Jika tanah dasar mempunyai CBR antara 2,5% sampai 15% maka untuk perkerasan lentur (termasuk perkerasan komposit lentur) dipilih satu dari dua:
 - a) Di atas lapisan penopang (*capping layer*), digunakan tebal lapisan pondasi bawah 15 cm, dengan tebal lapis penopang ditentukan berdasar pada CBR tanah dasar.
 - b) Digunakan lapis pondasi bawah saja yang tebalnya ditentukan dari interpolasi 2 nilai batas: yaitu bila tanah dasar mempunyai $CBR = 15\%$, tebal lapis pondasi 15 cm dan bila tanah dasar mempunyai $CBR = 2,5\%$, dibutuhkan tebal lapis pondasi bawah 35 cm. Jika tanah dasar mempunyai $CBR = 3,5\%$ maka dapat dipilih satu dari dua:
 - o Digunakan lapis pondasi bawah 150 mm dengan lapis penopang 33 mm atau;

- Hanya digunakan lapis pondasi bawah saja dengan tebal 280 mm.
- 4) Untuk sebarang tipe perkerasan, dimana tanah dasarnya mempunyai CBR $< 2,5\%$, dan untuk perkerasan kaku (termasuk perkerasan kaku komposit) yang tanah dasarnya mempunyai CBR $< 15\%$ maka diatas lapis penopang harus diletakkan lapis pondasi bawah tebal 15 cm. bila tanah dasar mempunyai CBR $< 2\%$ dibutuhkan tebal lapisan penopang 60cm.
- 5) Bila tanah dasar mempunyai CBR $< 2\%$ maka lebih baik dibongkar dan diganti dengan material yang lebih baik. Kedalam tanah yang diganti, Umumnya berkisar antara 50-100 cm. Walaupun material pengganti ini cukup kuat, namun dalam perancangan tetap dianggap mempunyai CBR = 2%. Karena itu, tebal lapisan penopang yang dibutuhkan tetap 60 cm. Jika CBR tanah dasar kurang dari 2%, maka penghamparan dengan menggunakan alat berat dan pemadatan lapis penopang menjadi sulit, terutama bila tanah dasar berupa lempung berkadar air tinggi. Untuk itu diatas tanah dasar sebaiknya digunakan geotekstil guna memisahkan tanah dasar dengan material lapis penopang dan pemadatannya menjadi lebih mudah dan cepat. Untuk badan jalan, yang terletak pada daerah timbunan, memiliki persyaratan standar proctor sebesar 95 % dan pada permukaan setebal 30 cm dipersyaratkan kepadatan 100 % standar proctor, lihat **Gambar 2.6**.



Gambar 2.6 Standar proctor pada lapisan

- Sifat Tanah Dasar

Subgrade atau lapisan tanah dasar merupakan lapisan tanah yang paling atas, diatas dimana diletakkan lapisan dengan material yang lebih baik. sifat tanah dasar mempengaruhi ketahanan lapisan diatasnya dan mutu jalan secara

keseluruhan. Dalam penelitian ini Daya Dukung Tanah (DDT) ditentukan dengan mempergunakan nilai CBR yang telah diketahui atau telah ditentukan. Nilai DDT didapat dari Grafik korelasi DDT dan CBR Bina Marga menganjurkan untuk mendasarkan DDT pengukuran nilai CBR. Bila diketahui sejumlah nilai CBR, maka digunakan nilai rata-rata CBR yang didapat dengan cara:

- 1) Tentukan nilai CBR terendah;
- 2) Tentukan berapa banyak harga CBR yang sama dan lebih besar dari masing-masing nilai CBR;
- 3) Angka jumlah terbanyak dinyatakan sebagai 100%. Jumlah lainnya merupakan persentase dari 100%

B. Pondasi Atas (*base course*)

Lapisan perkerasan yang terletak diantara lapis pondasi bawah dan lapis permukaan dinamakan lapis pondasi atas (*base course*). Lapisan pondasi atas(*base course*), digunakan dalam perkerasan lentur untuk menambah kekuatan perkerasan.

Dalam sistem lapis perkerasan, kedua lapis tersebut dapat:

- 1) Menambah kekakuan sistem perkerasan dan ketahanan terhadap kelelahan (*fatigue*).
- 2) Membentuk lapisan yang lebih tebal, sehingga beban perkerasan yang menekan ketanah dasar menjadi lebih menyebar.

Lapis pondasi atas (*base course*), yang merupakan elemen struktural utama perkerasan yang berfungsi:

- 1) Menyebarkan tekanan akibat beban-beban lalu lintas agar tanah dasar (*subgrade*) tidak mengalami tekanan secara berlebihan.
- 2) Bagian perkerasan yang menahan gaya lintang dari beban roda dan menyebarkan beban kelapisan bawahnya.
- 3) Sebagai dasar peletakan (bantalan) terhadap lapisan pondasi bawah
- 4) Lapisan peresapan untuk lapisan pondasi bawah.

Bahan lapis pondasi (*base course*) terdiri dari material pilihan, yaitu batu pecah yang stabil (awet), tahan terhadap pelapukan/abrasi akibat beban berulang, dengan gradasi tertentu. Lapis pondasi juga harus menyediakan fungsi drainase jika

air hujan merembes lewat retakan atau sambungan. Lapis pondasi kadang-kadang diletakkan secara langsung pada tanah dasar, tapi sering digunakan material lapis pondasi yang diletakkan diatas lapis pondasi bawah. Untuk lapisan pondasi atas tanpa bahan pengikat umumnya menggunakan material dengan CBR > 50% dan Plastisitas Indeks (PI) < 4%.

Material untuk base, ada beberapa macam, yaitu:

- 1) Koral alam/sirtu yang stabil (mengandung butir halus yang cukup).
- 2) Batu pecah, hasil *crushing plant*.
- 3) Stabilisasi tanah dengan semen/kapur.
- 4) *Cement treated base (CTB)*.
- 5) Aspal beton (*asphalt treated base*)

Jenis pondasi atas yang umum dipergunakan di Indonesia antara lain:

1. Agregat bergradasi baik dapat dibagi atas:
 - a) Batu pecah kelas A
 - b) Batu pecah kelas B
 - c) Batu pecah kelas C
2. Pondasi macadam
3. Pondasi Telford
4. Penetrasi Macadam (Lapen)
5. Aspal beton pondasi (*Asphalt Concrete Base/Asphalt Treated Base*)
6. Stabilisasi yang terdiri dari:
 - a) Stabilisasi agregat dengan semen (*Cement Treated Base*)
 - b) Stabilisasi agregat dengan kapur (*Lime Treated Base*)
 - c) Stabilisasi agregat dengan aspal (*Asphalt Treated Base*)

Batu pecah kelas A mempunyai gradasi yang lebih kasar dari batu pecah kelas B, batu pecah kelas B lebih kasar dari pada batu pecah kelas C

C. Lapisan Permukaan (*surface course*)

Surface course adalah lapisan yang terletak paling atas, lapisan yang berfungsi memberi keamanan dan permukaan yang halus/ rata. Lapisan permukaan jalan adalah lapisan yang langsung menerima beban kendaraan. Adapun fungsi lain dari lapis permukaan yaitu:

- 1) Lapis perkerasan menahan beban roda, lapisan mempunyai stabilitas tinggi untuk menahan beban roda selama masa pelayanan
- 2) Lapis kedap air, sehingga air hujan yang jatuh di atasnya tidak meresap ke lapisan bawah dan melemahkan lapisan-lapisan tersebut.
- 3) Lapis Aus (*Wearing Course*), lapisan yang langsung terkena gesekan akibat rem kendaraan sehingga mudah menjadi aus.
- 4) Lapisan yang menyebar beban ke lapisan bawah, sehingga dapat dipikul oleh lapisan lain yang mempunyai daya dukung yang lebih jelek.

Guna dapat memenuhi fungsi di atas, pada umumnya lapisan permukaan dibuat dengan menggunakan bahan pengikat aspal sehingga menghasilkan lapisan yang kedap air dengan stabilitas yang tinggi dan daya tahan yang lama.

Jenis lapis permukaan yang umum digunakan di Indonesia antara lain:

- 1) Lapisan bersifat *nonstructural*, berfungsi sebagai lapisan aus dan kedap air antara lain:
 - a) Burtu (Laburan aspal satu lapis), merupakan lapis penutup yang terdiri dari lapisan aspal yang ditabur dengan satu lapis agregat bergradasi seragam, dengan tebal maksimum 2 cm.
 - b) Burda (Laburan aspal 2 lapis), merupakan lapisan penutup yang terdiri dari lapisan aspal yang di taburi agregat yang dikerjakan dua kali secara berurutan dengan tebal padat maksimum 3,5 cm.
 - c) Latasir (Lapis tipis aspal pasir), merupakan lapis penutup yang terdiri dari lapisan aspal pasir alam bergradasi menerus dicampur, dihampar dan dipadatkan pada suhu tertentu dengan tebal padat 1-2 cm.
 - d) Buras (laburan aspal), merupakan lapis penutup yang terdiri dari lapisan aspal taburan pasir dengan ukuran butir maksimum 3/8 inch.
 - e) Latasbum (Lapisan tipis asbuton murni), merupakan lapis penutup yang terdiri dari campuran asbuton dan bahan pelunak dengan perbandingan tertentu yang dicampur secara dingin dengan tebal padat maksimum 1 cm.
 - f) Lataston (Lapis tipis aspal beton), dikenal dengan nama hot roll sheet (HRS), merupakan lapis penutup yang terdiri dari campuran antara agregat bergradasi timpang, mineral pengisi (*filler*) dengan aspal keras

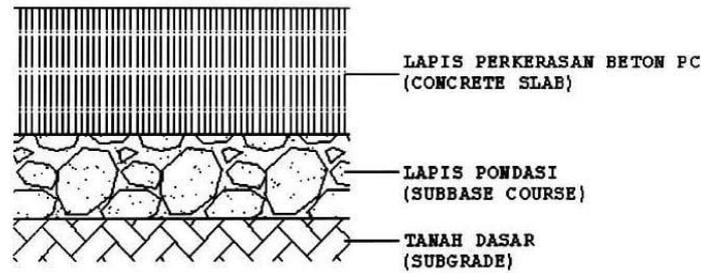
dengan perbandingan tertentu, yang dicampur dan dipadatkan dalam keadaan panas. Tebal padat antara 2,5 – 3 cm.

Jenis lapisan permukaan tersebut diatas walaupun bersifat non struktural, dapat menambah daya tahan perkerasan terhadap penurunan mutu, sehingga secara keseluruhan menambah masa pelayanan dari konstruksi perkerasan. Jenis perkerasan ini terutama digunakan untuk pemeliharaan jalan.

- 2) Lapisan bersifat struktural, berfungsi sebagai lapisan yang menahan dan menyebarkan beban roda.
 - a) Penetrasi macadam (lapen), merupakan lapis perkerasan yang terdiri dari agregat pokok dan agregat pengunci bergradasi terbuka dan seragam yang diikat oleh aspal dengan cara disemprotkan diatasnya dan dipadatkan lapis demi lapis. Datas lapen ini biasanya diberi laburan aspal dengan agregat penutup. Tebal lapisan satu lapis dapat bervariasi dari 4-10 cm.
 - b) Lasbutag merupakan suatu lapisan pada konstruksi jalan yang terdiri dari campuran antara agregat, asbuton dan bahan pelunak yang diaduk, dihampar dan dipadatkan secara dingin. Tebal padat tiap lapisannya antara 3-5cm.
 - c) Laston (Lapian aspal beton), merupakan suatu lapisan pada konstruksi jalan yang terdiri dari campuran aspal keras dan agregat yang mempunyai gradasi menerus, dicampur, dihampar dan diadatkan pada suhu tertentu.

2.8.5.2 Perkerasan kaku

Rigid Pavement atau Perkerasan Kaku adalah suatu susunan konstruksi perkerasan di mana sebagai lapisan atas digunakan pelat beton yang terletak di atas pondasi atau di atas tanah dasar pondasi atau langsung di atas tanah dasar (*subgrade*).



Gambar 2.7 Komponen-Komponen Perkerasan Kaku

Pada mulanya plat perkerasan kaku hanya di letakkan di atas tanah tanpa adanya pertimbangan terhadap jenis tanah dasar dan drainasinya. Ukuran saat itu hanya 6 – 7 *inch*. Seiring dengan perkembangan jaman, beban lalu lintas pun bertambah terutama saat sehabis Perang Dunia ke II, para *engineer* akhirnya mulai menyadari tentang pentingnya pengaruh jenis tanah dasar terhadap pengerjaan perkerasan terutama sangat pengaruh terhadap terjadinya pumping pada perkerasan. Pumping merupakan proses pengocokan butiran – butiran *subgrade* atau *subbase* pada daerah – daerah sambungan (basah atau kering) akibat gerakan vertikal pelat karena beban lalu lintas yang mengakibatkan turunnya daya dukung lapisan bawah tersebut.

1) Jenis-jenis perkerasan kaku

Berdasarkan adanya sambungan dan tulangan plat beton perkerasan kaku, perkerasan beton semen dapat diklasifikasikan menjadi 3 jenis sebagai berikut:

- a) Perkerasan beton semen biasa dengan sambungan tanpa tulangan untuk kendali retak.
- b) Perkerasan beton semen biasa dengan sambungan dengan tulangan plat untuk kendali retak. Untuk kendali retak digunakan *wire mesh* diantara siar dan penggunaannya independen terhadap adanya tulangan dowel.
- c) Perkerasan beton bertulang menerus (tanpa sambungan). Tulangan beton terdiri dari baja tulangan dengan prosentasi besi yang relatif cukup banyak (0,02 % dari luas penampang beton).

Pada saat ini, jenis perkerasan beton semen yang populer dan banyak digunakan di negara-negara maju adalah jenis perkerasan beton bertulang menerus. Dalam konstruksinya, plat beton sering disebut sebagai lapis pondasi karena dimungkinkan masih adanya lapisan aspal beton pada bagian atasnya yang

berfungsi sebagai lapis permukaan. Perkerasan beton yang kaku dan memiliki modulus elastisitas yang tinggi, mendistribusikan beban dari atas menuju ke bidang tanah dasar yang cukup luas sehingga bagian terbesar dari kapasitas struktur perkerasan diperoleh dari plat beton sendiri. Hal ini berbeda dengan perkerasan lentur dimana kekuatan perkerasan diperoleh dari tebal lapis pondasi bawah, lapis pondasi dan lapis permukaan.

Karena yang paling penting adalah mengetahui kapasitas struktur yang menanggung beban, maka faktor yang paling diperhatikan dalam perencanaan tebal perkerasan beton semen adalah kekuatan beton itu sendiri. Adanya beragam kekuatan dari tanah dasar dan atau pondasi hanya berpengaruh kecil terhadap kapasitas struktural perkerasannya. Lapis pondasi bawah jika digunakan di bawah plat beton karena beberapa pertimbangan, yaitu antara lain untuk menghindari terjadinya *pumping*, kendali terhadap sistem drainase, kendali terhadap kembang-susut yang terjadi pada tanah dasar dan untuk menyediakan lantai kerja (*working platform*) untuk pekerjaan konstruksi.

Secara lebih spesifik, fungsi dari lapis pondasi bawah adalah:

- Menyediakan lapisan yang seragam, stabil dan permanen.
- Menaikkan harga modulus reaksi tanah dasar (*modulus of sub-grade reaction = k*), menjadi modulus reaksi gabungan (*modulus of composite reaction*).
- Mengurangi kemungkinan terjadinya retak-retak pada plat beton.
- Menyediakan lantai kerja bagi alat-alat berat selama masa konstruksi.
- Menghindari terjadinya *pumping*, yaitu keluarnya butir-butiran halus tanah bersama air pada daerah sambungan, retakan atau pada bagian pinggir perkerasan, akibat lendutan atau gerakan vertikal plat beton karena beban lalu lintas, setelah adanya air bebas terakumulasi di bawah pelat.

2) Persyaratan umum perkerasan kaku

a) Tanah Dasar

Untuk daya dukung tanah ditentukan oleh CBR insitu sesuai dengan SNI 03-1731-1989 atau CBR Laboratorium sesuai dengan SNI 03-1744-1989, masing – masing untuk perencanaan tebal perkerasan lama dan perkerasan jalan baru. Di sini apabila tanah dasar memiliki nilai CBR di

bawah 2% maka digunakan pondasi bawah yang terbuat dari beton kurus setebal 15 cm sehingga tanah dianggap memiliki CBR 5%.

b) Pondasi Bawah

Untuk bahan pondasi bawah biasanya digunakan:

- Bahan Berbutir
- Stabilisasi atau dengan beton giling padat (*Lean Rolled Concrete*)
- Campuran beton kurus (*Lean-Mix Concrete*)

c) Beton Semen

Kekuatan beton harus dinyatakan dalam nilai kuat tarik uji lentur (flexural, strength) umur 28 hari, yang didapat dari hasil pengujian balok dengan pembebanan tiga titik (ASTM C-78) yang besarnya secara tipikal sekitar 3-5 Mpa (30-50 kg/cm²). Beton juga bisa di perkuat dengan serat baja (steel fibre) untuk memperkuat kuat tarik lenturnya serta mengendalikan retak pada plat khususnya bentuk tak lazim.

d) Lalu Lintas

Untuk penentuan beban lalu lintas rencana pada perkerasan beton semen dinyatakan dalam jumlah sumbu kendaraan niaga sesuai dengan konfigurasi sumbu pada lajur rencana selama umur rencana. Lalu lintas harus dianalisis berdasarkan hasil perhitungan volume lalu lintas dan konfigurasi sumbu menggunakan data terakhir atau data 2 tahun terakhir. Untuk kendaraan yang ditinjau memiliki berat total minimum 5 ton.

e) Bahu

Bahu dapat terbuat dari bahan lapisan pondasi bawah dengan atau tanpa lapisan penutup beraspal atau lapisan beton semen. Pada pedoman yang dimaksud dengan Bahu beton semen adalah bahu yang dikunci dan diikatkan dengan lajur lalu-lintas dengan lebar minimum 1,50 m, atau bahu yang menyatu dengan lajur lalu-lintas selebar 0,60 m yang juga mencakup saluran dan kereb.

f) Sambungan

Sambungan pada perkerasan beton berfungsi sebagai:

- 1) Membatasi tegangan dan pengendalian retak yang disebabkan oleh penyusutan, pengaruh lenting serta beban lalu lintas.

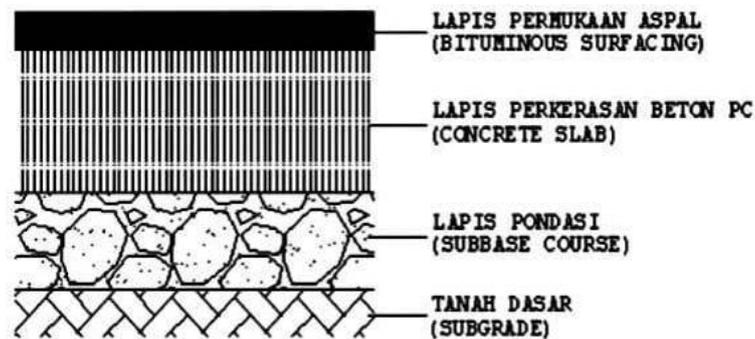
- 2) Memudahkan pelaksanaan
- 3) Mengakomodasi gerakan pelat

Untuk polanya, sambungan beton semen memiliki batas – batas tersendiri diantaranya:

- Panel diusahakan sepersegi mungkin dengan perbandingan maksimum panjang dan lebarnya 1,25.
- Jarak maksimum sambungan memanjangnya 3-4m.
- Jarak maksimum sambungan melintang 25 kali tebal plat, maksimum 5m.
- Antar sambungan harus terhubung dengan satu titik untuk menghindari terjadinya retak refleksi pada lajur bersebelahan
- Sudut dari sambungan yang lebih kecil dari 60 derajat harus dihindari dengan mengatur 0.5 m panjang terakhir dibuat tegak lurus terhadap tepi perkerasan
- Semua bangunan lain seperti manhole harus dipisahkan dari perkerasan dengan sambungan muai selebar 12 mm meliputi keseluruhan tebal plat.

2.8.5.3 Perkerasan Komposit

Struktur Perkerasan Komposit (*Composite Pavement*) Struktur perkerasan komposit adalah perkerasan kaku dengan lapisan beraspal pada permukaan sebagai lapisan aus. Lapisan beraspal / lapisan aus ini diperhitungkan sebagai bagian yang ikut memikul beban. tulangan lapis beraspal pelat beton semen lapis pondasi bawah tanah dasar. Susunan lapis struktur perkerasan komposit Perbedaan struktur perkerasan komposit dengan struktur perkerasan kaku adalah terletak pada lapisan permukaannya. Pada struktur perkerasan komposit, lapisan atas berupa lapisan beraspal sedangkan pada struktur perkerasan kaku berupa beton semen.



Gambar 2.8 Komponen-komponen perkerasan komposit

2.9 Kinerja Perkerasan Jalan

Kinerja perkerasan meliputi 3 hal yaitu:

- 1) Keamanan yang ditentukan oleh besarnya gesekan akibat kontak antara ban dan permukaan jalan. Besarnya gesekan yang terjadi dipengaruhi oleh bentuk kendaraan, tekstur permukaan jalan, kondisi cuaca dll.
- 2) Wujud perkerasan (*structural perkerasan*), sehubungan dengan kondisi fisik dari jalan tersebut seperti adanya retak-retak, ambles, alur, gelombang dan lain sebagainya.
- 3) Fungsi pelayanan (*functional performance*), sehubungan bagaimana perkerasan tersebut memberikan pelayanan kepada pemakai jalan. Wujud perkerasan dan fungsi umumnya merupakan satu kesatuan yang dapat kan dengan "kenyamanan mengemudi (*riding quality*)"

Kinerja perkerasan lentur dapat dapat dinyatakan dalam

- a) Indeks Permukaan / *Serviceability Index*
- b) Indeks kondisi jalan / *Road Condition Index*

Dalam penelitian ini parameter yang digunakan hanya indeks permukaan. Indeks Permukaan (*Serviceability index*) diperkenalkan oleh AASHTO yang diperoleh dari pengamatan kondisi jalan, meliputi kerusakan-kerusakan seperti retak retak, alur-alur, lubang-lubang, lendutan pada lajur roda, kekasaran permukaan dan lain sebagainya yang terjadi selama umur jalan tersebut. Indeks Permukaan bervariasi dari angka 0-5, **Tabel 2.5** tingkat fungsi pelayanan jalan.

Tabel.2.5 Tingkat Fungsi Pelayanan Jalan

Indeks Permukaan(IP)	Fungsi pelayanan
4-5	sangat baik
3-4	baik
2 - 1	cukup
1 - 0	kurang
0 - 1	sangat kurang

Sumber: perkerasan lentur jalan raya. (Sukirman, 1992)

2.9.1 Kualitas dan Kemampuan Pelayanan (*Serviceability*) Jalan

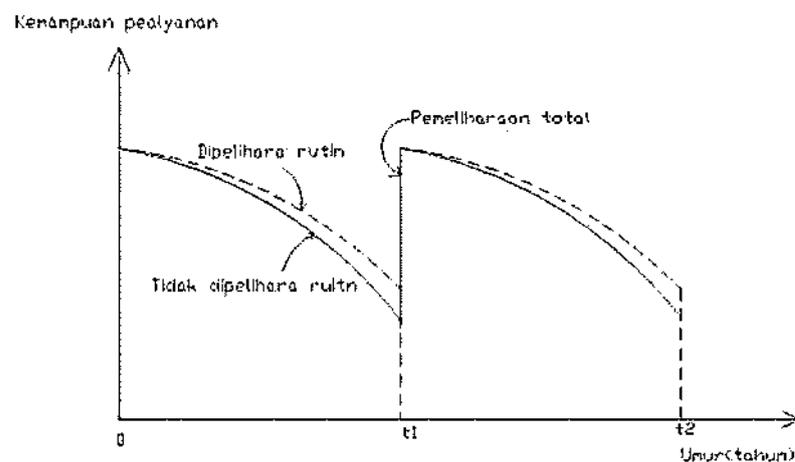
Kualitas pelayanan jalan diukur dari kemampuan jalan dalam memberikan pelayanan bagi pemakai jalan raya dengan tetap mengantisipasi kecepatan kendaraan yang tinggi, beragam jenis kendaraan yang menimbulkan peningkatan beban berulang pada kondisi yang ada sesuai dengan umur rencananya. Perencanaan dan pembangunan sarana dan prasarana transportasi, sangat mempengaruhi dan menentukan peningkatan pertumbuhan perekonomian dalam menunjang pencapaian sasaran pembangunan dan hasil-hasilnya, yang berdampak nyata pada perubahan yang konstruktif dalam masyarakat disemua aspek kehidupan. Selain itu, situasi dan kondisi lingkungan mengalami perubahan yang fundamental kearah peningkatan yang lebih baik dan lebih maju, sehingga mampu meningkatkan taraf hidup masyarakat luas dan memperkuat stabilitas nasional.

Pelayanan jalan merupakan kemampuan dari suatu segmen jalan untuk tetap memberikan pelayanan bagi pemakai jalan dengan mengantisipasi kecepatan kendaraan yang tinggi , beragam jenis kendaraan yang menimbulkan peningkatan beban berulang pada kondisi yang ada sesuai dengan umur rencana dari konstruksi jalan tersebut. Kinerja atau performance dan perkerasan jalan meliputi tiga hal yaitu :

1. Keamanan (*safety*) yang dipengaruhi oleh besarnya gesekan akibat kontak ban roda kendaraan dan permukaan jalan. Besarnya gays gesek dipengaruhi

- oleh bentuk ban, tekstur permukaan jalan, cuaca dan sebagainya
2. Struktur perkerasan yang berhubungan dengan kondisi fisik dari jalan tersebut seperti adanya retak, alur, gelombang dan sebagainya
 3. Fungsi pelayanan, sehubungan dengan bagaimana perkerasan itu memberikan kenyamanan mengemudi.

Saat selesai pembangunan perkerasan jalan dan lalu lintas mulai dibuka, dengan berjalannya waktu, kemampuan pelayanan berkurang. Laju pengurangan kemampuan pelayanan, bergantung pada rutinitas pemeliharaan perkerasan. Pada tahun t_1 , perkerasan dilakukan pemeliharaan, misalnya perataan permukaan (*resurfacing*), karena itu kemampuan pelayanan kembali mendekati seperti semula. Ketika lalu lintas terus berjalan, pada tahun t_2 , kemampuan pelayanan berkurang lagi, demikian seterusnya. Dalam kenyataan, proses perancangan bergantung pada banyak faktor yang harus dipertimbangkan. Gambar 2.9 Hubungan kemampuan pelayanan dengan umur perkerasan.



Gambar 2.9 Hubungan Kemampuan Pelayanan Dengan Umur Perkerasan

(Sumber : Austroad 1992 dan Departemen Perhubungan dan Prasarana Wilayah 2003).

2.9.2 Kekuatan Relatif Material

Ketebalan tiap lapisan perkerasan sangat ditentukan oleh material perkerasan yang dipilih. Setiap material memiliki Koefisien Kekuatan Relatif. Koefisien kekuatan relatif (a) masing masing bahan dan kegunaannya sebagai lapis permukaan, pondasi, dan pondasi bawah, ditentukan secara korelasi sesuai nilai Marshall Test (untuk bahan dengan aspal), Kuat Tekan (untuk bahan yang

distabilisasi dengan semen atau kapur), atau CBR (untuk bahan lapis pondasi atau pondasi bawah). Nilai kekuatan relatif untuk beberapa jenis bahan dapat dilihat tabel koefisien kekuatan relatif bahan.

2.10 Kerusakan Jalan

Seringkali, kita masih menjumpai rusaknya prasarana jalan di sekitar kita, seperti jalan lingkungan perumahan, jalan dan gang kampung, jalan lingkungan perkantoran dan hotel/apartemen, jalan yang dilalui kendaraan dengan beban gardan ringan ataupun berat. Hal ini biasanya diperparah lagi pada musim penghujan seperti pada saat ini. Pada berbagai tingkat kerusakannya, kerusakan jalan terkadang menyebabkan kubangan-kubangan, jalan longsor dan sebagainya.

Kondisi tersebut tentunya juga akan mengganggu kenyamanan dan membahayakan pengguna jalan tersebut. Kecelakaan seringkali terjadi karena pengemudi tidak mampu mengontrol dan mengantisipasi jalan yang rusak tersebut, bahkan banyak juga yang sampai merengut nyawa pengemudi. Kerusakan jalan juga dapat mempengaruhi laju roda perekonomian. Jalan yang rusak menjadikan arus transportasi barang dan manusia terhambat, juga dapat mengakibatkan biaya operasional kendaraan menjadi bertambah karena kerusakan bagian kendaraan akibat beban dan jalan yang bergelombang dan berlubang. Secara teknis, kerusakan jalan menunjukkan suatu kondisi dimana struktural dan fungsional jalan sudah tidak mampu memberikan pelayanan optimal terhadap lalu lintas yang melintasi jalan tersebut. Kondisi lalu lintas dan jenis kendaraan yang akan melintasi suatu jalan sangat berpengaruh pada desain perencanaan konstruksi dan perkerasan jalan yang dibuat. Sama dengan bangunan gedung, dimana konstruksinya direncanakan berdasarkan dengan beban-beban yang nantinya bekerja sesuai pada fungsi bangunan gedung itu sendiri. Konstruksi jalan harus direncanakan mampu menahan beban lalu lintas di atasnya tanpa mengalami kegagalan.

2.10.1 Faktor Yang Mempengaruhi Kerusakan Jalan

Banyak faktor yang mempengaruhi kerusakan perkerasan jalan akan tetapi faktor-faktor yang paling dominan yang berpengaruh, yaitu:

1. Lalu Lintas (*Traffic*)

Lalu lintas merupakan faktor terpenting dalam perencanaan perkerasan jalan yang memberikan pertumbuhan beban dan beban berulang (*repetitive load*).

2. Kelelahan material (*Fatigue material*)

Kelelahan material dapat terjadi akibat beban berulang, kondisi lingkungan dan perubahan temperatur, serta faktor material konstruksi jalan itu sendiri.

2.10.1.1 Faktor Pengaruh lalu lintas (*Traffic*)

Lalu lintas (*traffic*) merupakan faktor yang terpenting dalam perencanaan dan pengevaluasian suatu perkerasan jalan. Lalu lintas akan memberikan kontak dan pengulangan beban (*repetitive load*) terhadap perkerasan. Dalam perencanaan lalu lintas, terdapat berbagai jenis kendaraan, yang berbeda dari segi dimensi, berat, konfigurasi sumbu dan sebagainya oleh karena itu dalam menghitung volume lalu lintas umumnya dikelompokkan atas beberapa kelompok yang masing-masing mewakili satu jenis kendaraan, misalnya; kelompok mobil penumpang (dengan berat total < 2 ton), Bus, truk 2 as, truk 3 as, truk 5 as, trailer dan sebagainya. Tebal lapisan perkerasan jalan ditentukan dari beban yang akan dipikul, berarti dari arus lalu lintas yang hendak memakai jalan tersebut.

Besarnya arus lalu lintas dapat diperoleh dari analisa lalu-lintas saat ini, sehingga diperoleh data mengenai:

- a. Jumlah kendaraan yang hendak memakai jalan
- b. Jenis kendaraan beserta jumlah tiap jenisnya
- c. Konfigurasi sumbu dari setiap jenis kendaraan
- d. Beban masing-masing sumbu kendaraan

Pada perencanaan jalan baru perkiraan volume lalu lintas ditentukan dengan menggunakan hasil survei volume lalu lintas didekat jalan tersebut dan analisa pola lalu lintas di sekitar lokasi jalan. Beban lalu lintas merupakan beban

kendaraan yang dilimpahkan ke perkerasan jalan melalui kontak antara ban dan muka jalan. Beban lalu lintas ini merupakan beban dinamis yang selalu terjadi secara berulang. Beban lalu lintas dinyatakan dalam akumulasi repetisi beban sumbu standar selama umur rencana yang dipengaruhi oleh beberapa faktor seperti distribusi kendaraan ke masing-masing lajur, berat kendaraan, pertumbuhan lalu lintas, beban sumbu masing-masing kendaraan dan umur rencana.

Besarnya beban lalu lintas dipengaruhi oleh beberapa faktor yaitu sebagai berikut:

1. Konfigurasi sumbu dan roda kendaraan.
2. Beban sumbu kendaraan.
3. Survei timbang.
4. Repetisi lintas sumbu standar.
5. Beban lalu lintas pada jalur rencan

2.10.1.2 Pengaruh Kelelahan Material (*Fatigue Material*)

Dalam memperkirakan kerusakan jalan, faktor dominan yang harus diperhitungkan adalah lalu lintas (*traffic*) sebagai beban utama yang menyebabkan fatigue atau kelelahan matenal yang secara integrasi juga akan menyebabkan meningkatnya kerusakan (pada perkerasan). Beban berulang akan menyebabkan terjadinya fatigue pada matenal perkerasan disamping faktor – faktor pengaruh lain (suhu, lingkungan, iklim). Repetisi beban ini dapat dikatakan sebagai faktor dominan yang memacu fatigue.

2.10.2 Jenis Kerusakan Jalan

Kerusakan jalan jika dilihat dari bentuk kerusakannya dibedakan menjadi:

1. Retak (*cracking*)
2. Distorsi (*distortion*)
3. Cacat permukaan (*disintegration*)
4. Pengausan (*polished aggregate*)
5. Kegemukan (*bleeding or flushing*)
6. Penurunan pada bekas penanaman utilitas (*utility cutdepression*)

Sumber: Manual Pemeliharaan Jalan No: 03/MN/B/1983 yang dikeluarkan oleh Direktorat Jenderal Bina Marga

Dari beberapa jenis kerusakan jalan tersebut yang akan dibahas dalam penelitian ini adalah kerusakan yang lebih disebabkan oleh kendaraan dengan muatan berlebih (*overloading*) yang menyebabkan berkurangnya umur layan perkerasan jalan, diantara kerusakan tersebut diantaranya yaitu:

2.10.2.1 Retak (*cracking*) dan Penyebabnya

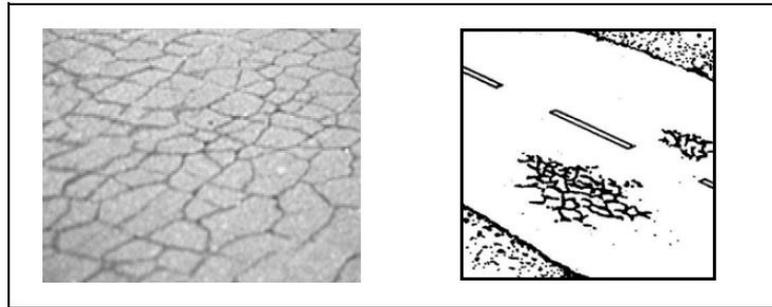
Retak yang terjadi pada lapisan permukaan jalan dapat dibedakan atas:

- 1) Retak halus (*hair cracking*), lebar celah lebih kecil atau sama dengan 3 mm, penyebab adalah bahan perkerasan yang kurang baik, tanah dasar atau bagian perkerasan di bawah lapis permukaan kurang stabil. Retak halus ini dapat meresapkan air ke dalam lapis permukaan. Retak rambut dapat berkembang menjadi retak kulit buaya



Gambar 2.10 Retak Halus

- 2) Retak kulit buaya (*alligator cracks*), lebar celah lebih besar atau sama dengan 3 mm. Saling merangkai membentuk serangkaian kotak-kotak kecil yang menyerupai kulit buaya. Retak ini disebabkan oleh bahan perkerasan yang kurang baik, pelapukan permukaan, tanah dasar atau bagian perkerasan bawah lapis permukaan kurang stabil, atau bahan lapis pondasi dalam keadaan air (air tanah baik). umumnya daerah dimana terjadi retak kuliat 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 dipikul oleh lapisan permukaan.



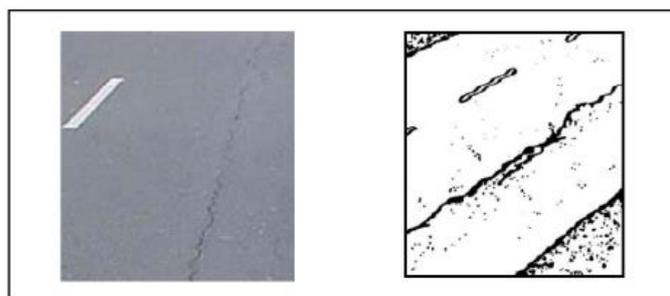
Gambar 2.11 Retak Kulit Buaya

- 3) Retak sambungan bahu dan perkerasan (*edge joint cracks*), retak memanjang yang umumnya terjadi pada sambungan bahu dengan perkerasan. Retak dapat disebabkan dengan drainase di bawah bahu jalan lebih buruk dari pada di bawah perkerasan, terjadinya *settlement* di bahu jalan penyusutan material bahu atau perkerasan jalan, atau akibat lintasan truck/kendaraan berat di bahu jalan. Perbaikan dapat dilakukan seperti perbaikan retak refleksi.



Gambar 2.12 Retak sambungan bahu dan perkerasan

- 4) Retak sambungan jalan (*lane joint cracks*), retak memanjang yang terjadi pada sambungan 2 lajur lalu lintas. Hal ini disebabkan tidak baiknya ikatan sambungan kedua lajur.



Gambar 2.13 Retak Sambungan Jalan

- 5) Retak Refleksi (*reflection crack*) Kerusakan ini terjadi pada lapisan tambahan (*overlay*), dapat berbentuk memanjang (*longitudinal cracks*), diagonal (*diagonal cracks*), melintang (*transverse cracks*), ataupun kotak (*blocks cracks*) yang menggambarkan pola retakan perkerasan dibawahnya. Retak ini dapat terjadi bila retak pada perkerasan lama tidak diperbaikisecara benar sebelum pekerjaan pelapisan ulang (*overlay*) dilakukan.

Kemungkinan penyebab:

- a) Pergerakan vertikal/ horizontal di bawah lapis tambahan (lapisan *overlay*) sebagai akibat perubahan kadar air pada tanah dasar yang ekspansif.
- b) Perbedaan penurunan (*settlement*) dari timbunan/ pemotongan badan jalandengan struktur perkerasan.

Akibat lanjutan:

- Kerusakan menyeluruh atau setempat pada perkerasan jalan dan akan mengganggu kenyamanan berkendara.
- Lepasnya butir pada tepi retak sehingga kerusakan akan bertambah parah. Untuk retak memanjang, melintang dan diagonal perbaikan dapat dilakukan denganmengisi celah-celah dengan campuran aspal cair dan pasir.
- Untuk retak berbentuk kotak, perbaikan dilakukan dengan membongkar dan melapis kembali dengan bahan yang sesuai

- 6) Retak Susut (*shrinkage crack*)

Retak yang terjadi tersebut saling bersambungan membentuk kotak besar dengan sudut tajam atau dapat dikatakan suatu interconnected cracks yang membentuk suatu seri blocks cracks. Umumnya penyebaran retak ini menyeluruh pada perkerasan jalan.

Kemungkinan penyebab:

- a) Perubahan volume perkerasan yang mengandung terlalu banyak aspal dengan penetrasi rendah.
- b) Perubahan volume pada lapisan pondasi dan tanah dasar.

Akibat lanjutan:

- Retak ini akan menyebabkan meresapnya air pada badan jalan sehingga akan menimbulkan kerusakan setempat atau menyeluruh pada perkerasan jalan dan mengganggu kenyamanan berkendara.
- Lepasnya butir pada tepi retak sehingga timbul lubang (*potholes*).
- Perbaikan dapat dilakukan dengan mengisi celah dengan campuran aspal cair dan pasir, dan dilapis dengan burtu.

7) Retak Selip (*slippage crack*)

Kerusakan ini sering disebut dengan *parabolic cracks*, *shear cracks*, atau *crescent shaped cracks*. Bentuk retak lengkung menyerupai bulan sabit atau berbentuk seperti jejak mobil disertai dengan beberapa retak. Kadang-kadang terjadi bersama dengan terbentuknya sungkur (*shoving*).

Kemungkinan penyebab:

- a) Ikatan antar lapisan aspal dengan lapisan bawahnya tidak baik yang disebabkan kurangnya aspal/ permukaan berdebu
- b) Penggunaan agregat halus terlalu banyak.
- c) Lapis permukaan kurang padat/ kurang tebal
- d) Penghamparan pada temperature aspal rendah atau tertarik roda penggerak oleh mesin penghampar aspal/ mesin lainnya.

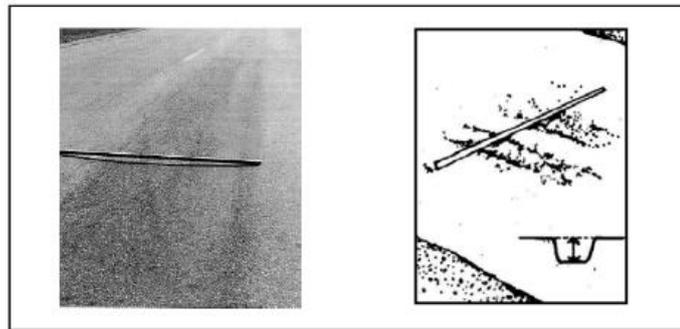
Akibat lanjutan:

- Kerusakan setempat atau menyeluruh pada perkerasan jalan dan akan mengganggu kenyamanan berkendara.
- Lepasnya butir pada tepi retak sehingga timbul lubang (*potholes*). Perbaikan dapat dilakukan dengan membongkar bagian jalan

2.10.2.2 Distorsi (*Distortion*)

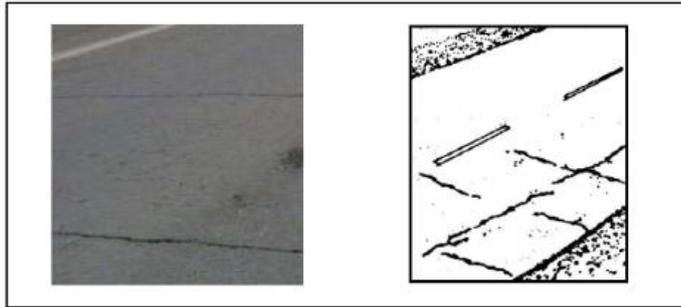
Distorsi/perubahan bentuk dapat terjadi akibat lemahnya tanah dasar, pemadatan yang kurang pada lapis pondasi, sehingga terjadi tambahan pemadatan akibat beban lalu lintas. Sebelum perbaikan dilakukan sewajarnya ditentukan terlebih dahulu jenis dan penyebab distorsi yang terjadi. Dengan demikian dapat ditentukan jenis penanganan yang cepat. Distorsi (*distortion*) dapat dibedakan atas:

- 1) Alur (*ruts*), yang terjadi pada lintasan roda sejajar dengan as jalan. Alur dapat merupakan tempat menggenangnya air hujan yang jatuh di atas permukaan jalan, mengurangi tingkat kenyamanan dan akhirnya dapat timbul retak-retak. Terjadinya alur disebabkan oleh lapis perkerasan yang kurang padat, dengan demikian terjadi tambahan pemadatan akibat repetisi beban lalulintas pada lintasan roda. Campuran aspal dengan stabilitas rendah dapat pula menimbulkan deformasi plastis. Perbaikan dapat dilakukan dengan memberi lapisan tambahan dan lapis permukaan yang sesuai.



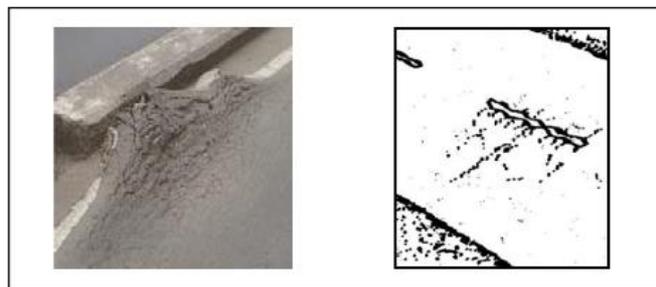
Gambar 2.14 Alur

- 2) Keriting (*corrugation*), alur yang terjadi melintang jalan. Dengan timbulnya lapisan permukaan yang keriting ini pengemudi akan merasakan ketidaknyamanan mengemudi. Penyebab kerusakan ini adalah rendahnya stabilitas campuran yang berasal dari terlalu tingginya kadar aspal, terdapat banyak mempergunakan agregat halus agregat berbentuk bulat dan berpermukaan penetrasi yang tinggi. Keriting dapat juga terjadi jika lalulintas, dibuka sebelum perkerasan mantap (untuk perkerasan yang mempergunakan aspal cair). Sungkur (*shoving*), deformasi plastis yang terjadi di tempat kendaraan sering berhenti, kelandaian curam, dan tikungan tajam. Kerusakan dapat terjadi dengan/tanpa retak. Penyebab kerusakan sama dengan kerusakan keriting.



Gambar 2.15 Keriting

- 3) Amblas (*grade depressions*), terjadi setempat, dengan atau tanpa retak. Amblas dapat terdeteksi dengan adanya air yang tergenang. Air tergenang ini dapat meresap ke dalam lapisan perkerasan yang akhirnya menimbulkan lubang. Penyebab amblas adalah beban kendaraan yang melebihi apa yang direncanakan, pelaksanaan yang kurang, baik atau penurunan bagian perkerasan dikarenakan tanah dasar mengalami settlemen.



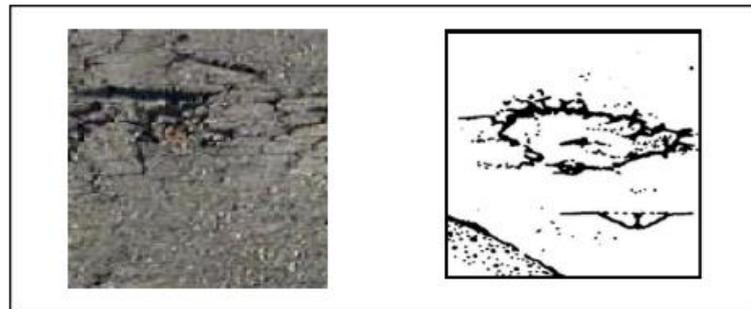
Gambar 2.16 Amblas

- 4) Sungkur (*shoving*), deformasi plastis yang terjadi setempat, di tempat kendaraan sering berhenti, kelandaian curam, dan tikungan tajam. Kerusakan dapat terjadi dengan/tanpa retak. Penyebab kerusakan sama dengan kerusakan keriting. Perbaikan dapat dilakukan dengan cara dibongkar dan dilapis kembali (lihat retak kulit buaya).
- 5) Jembul (*upheaval*), terjadi setempat, dengan atau tanpa retak. Hal ini terjadi akibat adanya pengembangan tanah dasar pada tanah dasar ekspansif. Perbaikan dilakukan dengan membongkar bagian yang rusak dan melapisinya kembali.

2.10.2.3 Cacat Permukaan (*Disintegration*)

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

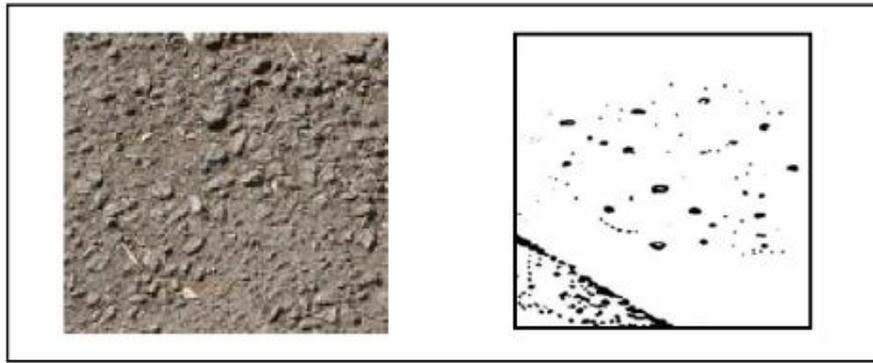
- 1) Lubang (*potholes*), berupa mangkuk, ukuran bervariasi dari kecil sampai besar. Lubang-lubang ini menampung dan meresapkan air ke dalam lapis permukaan yang menyebabkan semakin parahnya kerusakan jalan.



Gambar 2.17 Lubang

Lubang dapat terjadi akibat:

- a) campuran material lapis permukaan jelek, seperti
 - kadar aspal rendah, sehingga film aspal tipis dan mudah lepas
 - Agregat kotor sehingga ikatan antara aspal dan agregat tidak baik.
 - Temperatur campuran tidak memenuhi persyaratan.
 - b) Lapis permukaan tipis sehingga ikatan aspal dan agregat mudah lepas akibat pengaruh cuaca.
 - c) Sistem drainase jelek, sehingga air hanyak yang meresap dan mengumpul dalam lapis perkerasan.
 - d) Retak-retak yang terjadi tidak segera ditangani sehingga air meresap dan mengakibatkan terjadinya lubang-lubang kecil.
- 2) Pelepasan butir (*ravelling*), dapat terjadi secara meluas dan mempunyai efek serta disebabkan oleh hal yang sama dengan lubang.



Gambar 2.18 Pelepasan Butir

- 3) Pengelupaan lapisan permukaan (*Stripping*), dapat disebabkan oleh kurangnya ikatan antara lapis permukaan dan lapis dibawahnya, atau terlalu tipisnya lapisan permukaan.
- 4) Pengausan (*polished aggregate*)
 Pengausan merupakan kerusakan yang terjadi karena agregat yang berasal dari material yang tidak tahan aus terhadap roda kendaraan/ agregat berbentuk bulat dan licin. Berikut tampak kerusakan pengausan:



Gambar 2.19 Pengausan

- 5) Kegemukan (*bleending or flushing*)
 Kegemukan merupakan kerusakan yang terjadi pada saat temperatur tinggi, aspal menjadi lunak, dan akan terjadi jejak roda yang dapat disebabkan pemakaian kadar aspal yang tinggi pada campuran aspal. Berikut tampak kerusakan kegemukan:



Gambar 2.20 Kegemukan

- 6) Penurunan pada bekas penanaman utilitas (*utility cut depression*)
Kerusakan jenis ini merupakan kerusakan yang terjadi karena pemadatan yang tidak memenuhi syarat.



Gambar 2.21 Penurunan pada bekas penanaman utilitas

2.11 Umur Rencana

Artinya adalah jumlah tahun dari saat jalan tersebut dibuka untuk melayani lalu lintas kendaraan (akhir pelaksanaan) sampai diperlukan suatu perbaikan atau peningkatan yang bersifat struktural. Selama umur rencana tersebut pemeliharaan perkerasan jalan tetap harus dilakukan. Umur Rencana juga bisa diartikan sebagai jumlah repetisi beban lalu lintas (dalam satuan Equivalent Standard Load, ESAL) yang diperkirakan akan melintas dalam kurun waktu tertentu.

Dalam perancangan perkerasan, diperlukan pemilihan umur rancangan atau periode perkerasan. Umur rencana adalah waktu di mana perkerasan diharapkan

mempunyai kemampuan pelayanan sebelum dilakukan pekerjaan rehabilitasi atau kemampuan pelayanannya berakhir. Dalam Pt.T-01-2002-B (Pedoman Perencanaan Tebal Perkerasan Lentur), periode rancangan diistilahkan sebagai umur rancangan. Umur rancangan merupakan jumlah waktu dalam tahun yang dihitung sejak perkerasan jalan mulai dibuka untuk lalu lintas, sampai saat diperlukan perbaikan kerusakan berat, atau dianggap perlu dilakukan lapis permukaan baru. Parameter perancangan yang berpengaruh pada umur pelayanan total dari perkerasan adalah jumlah total beban lalu lintas, oleh sebab itu lebih cocok bila untuk menggambarkan umur rancangan perkerasan dinyatakan dalam istilah beban lalu lintas rancangan total (*total design traffic loading*). Dari pengertian ini, bila perkerasan dirancang untuk 40 tahun dengan pertumbuhan lalu lintas 2,5%, namun dalam kenyataan pertumbuhan lalu lintasnya 3,5%, maka umur perkerasan akan lebih pendek dari yang direncanakan.

2.11.1 Penurunan Umur Rencana

Penurunan Umur rencana atau sisa umur rencana adalah konsep kerusakan yang diakibatkan oleh jumlah repetisi beban lalu lintas dalam satuan satuan *Equivalent Standard Load (ESAL)* yang diperkirakan akan melintas dalam kurun waktu tertentu (AASHTO,1993). Untuk menghitung *penurunan umur rencana jalan* yang diakibatkan oleh beban berlebih (*overload*) menggunakan nilai *Vehicle Damage Factor*.

2.12 Perencanaan Tebal Perkerasan

Parameter perencanaan dari Metode Bina Marga terdiri dari lalu lintas, modulus elastisitas, serviceability, reliabilitas, dan faktor drainase. Dari nilai parameter perencanaan tersebut dapat ditentukan nilai indeks tebal perkerasan atau structural number dan diperoleh tebal perkerasan untuk masing-masing lapisan dengan menggunakan persamaan 2.9

$$\log_{10}(W_{18}) = ZR \times S_0 + 9,36 \times \log_{10}(ITP + 1) - 0,20 + \frac{\log_{10} \left[\frac{p_0 - p_t}{4,2 - 1,5} \right]}{0,40 + \frac{1094}{(ITP+1)^{5,19}}} + 2,32 \times \log_{10}(Mr) - 8,07 \quad (2.9)$$

Dimana:

W18 = Kumulatif beban gandar selama umur rencana (ESAL)

ZR = Standar normal deviasi.

So = Deviasi standar keseluruhan (So) = 0.40 – 0.50

ITP = Indeks Tebal Perkerasan

Po = Indeks pelayanan awal

Pt = Indeks pelayanan akhir

Mr = Modulus resilien (psi)

2.12.1 Traffic Design

Data dan parameter lalu lintas yang digunakan suatu perencanaan tebal perkerasan meliputi sebagai berikut.

- a. Jenis kendaraan.
- b. Volume lalu lintas harian rata-rata.
- c. Pertumbuhan lalu lintas tahunan (kendaraan per hari).
- d. *Damage factor*.
- e. Umur rencana.
- f. Faktor distribusi arah.
- g. Faktor distribusi lajur.
- h. *ESAL* selama umur rencana.

2.12.2 Faktor pertumbuhan Lalu lintas

Faktor laju pertumbuhan lalu lintas hasil rata-rata yang didapat pada volue lalu lintas. Pertumbuhan lalu menggunakan lintas selama umur rencana dihitung dengan faktor pertumbuhan kumulatif (*Cumulative Growth Factor*):

$$R = \left[\frac{(1+0,01 i)^{UR}-1}{0,01 i} \right] \quad (2.10)$$

Keterangan:

R = Faktor pengali pertumbuhan lalu lintas kumulatif

I = Laju pertumbuhan lalu lintas tahunan (%)

UR = Umur rencana (tahun)

2.12.3 *Equivalency factor (E)*

Angka ekivalen beban sumbu kendaraan dalam angka yang menyatakan perbandingan tingkat kerusakan yang ditimbulkan oleh suatu lintasan sumbu tunggal atau ganda kendaraan terhadap tingkat kerusakan yang ditimbulkan oleh satu lintasan beban sumbu tunggal roda tunggal sebanyak 8,16 ton.

2.12.4 *Reabilitas (R)*

Reabilitas merupakan probabilitas bahwa perkerasan yang direncanakan akan tetap memuaskan selama masa layannya. Penetapan angka *reabilitas* dari 50%-99,99%. Menurut *AASHTO* (1993) merupakan tingkat kehandalan desain untuk mengatasi, mengakomodasi kemungkinan melesetnya besaran-besaran desain yang dipakai semakin tinggi nilai *reabilitas* yang digunakan dalam perancangan. Nilai *R* dan *Zr* mengacu pada *AASHTO* (1993) terdapat pada **Tabel 2.6** dan **Tabel 2.7**.

Tabel 2.6 Nilai *R* yang Disarankan

Klasifikasi jalan	R (%)	
	Urban	Rural
Jalan tol	85-99,9	80-99,9
Arteri	80-99	75-95
Kolektor	80-95	75-95
Lokal	50-80	50-80

Sumber: *AASHTO* (1993)

Tabel 2.7 Hubungan Antara *R* dan *Zr*

R (%)	Zr	R (%)	Zr
50	0	93	-1,476
60	-0,253	94	-1,555
70	-0,524	95	-1,645
75	-0,674	96	-1,751
80	-0,841	97	-1,881
85	-1,037	98	-2,054

Lanjutan Tabel 2.7

R (%)	Zr	R (%)	Zr
90	-1,282	99	-2,327
91	-1,340	99,9	-3,093
92	-1,405	99,99	-3,750

Sumber: AASHTO (1993)

2.12.5 Indeks Pelayanan (*erviceability*)

AASHTO (1993) mengembangkan konsep penilaian kemampuan pelayanan yang dikaitkan dengan kerataan dan kemampuan pelayanan perkerasan, dinyatakan dalam indeks kemampuan sekarang (*PSI*). *PSI* merupakan selisih dari indeks pelayanan awal dengan indeks pelayanan akhir. Indeks pelayanan awal (P_o) untuk perkerasan lentur menurut AASHTO yaitu 4,2.

Nilai indeks pelayanan akhir (P_t) untuk berbagai tipe jalan yang disarankan ASHTO (1993) dapat dilihat pada Tabel 2.8 sebagai berikut.

Tabel 2.8 Nilai Indeks Pelayanan Akhir (P_t)

Jenis Jalan	Pt
Jalan raya utama	2,5
Jalan raya dengan lalu lintas rendah	2,0
Jalan raya relatif minor	1,5

Sumber : AASHTO (1993)

Untuk menghitung total *loss of serviceability* (ΔPSI) dapat menggunakan Persamaan sebagai berikut.

$$\Delta PSI = P_o - P_t \quad (2.11)$$

dengan :

ΔPSI = Total *serviceability loss*,

P_o = Indeks pelayanan awal, dan

P_t = Indeks pelayanan akhir

2.12.6 CBR

CBR yang umum digunakan di Indonesia berdasarkan departemen pekerjaan umum 2005 yaitu 5%. Menurut Suryawan (2009), tanah dasar dengan nilai *CBR* 5% atau 4% juga dapat digunakan setelah melalui kajian geoteknik. Dengan nilai *CBR* kurang dari 6% ini jika digunakan sebagai dasar perancangan tebal perkerasan masalah yang terpengaruh adalah fungsi tebal perkerasan yang akan bertambah atau penanganan khusus lapis tanah dasar tersebut. Nilai *CBR* tanah dasar berguna untuk mengetahui modulus reaksi tanah dasar. Untuk mendapat nilai *K*, dapat menggunakan Persamaan sebagai berikut.

$$K = MR/19,4 \quad (2.12)$$

di mana:

$$MR = 1500 \times CBR \quad (2.13)$$

dengan :

K = Modulus reaksi tanah dasar (*PSI*), dan

Mr = *Rebilient* modulus (*PSI*)

2.12.7 Koefisien Drainase

Keberadaan air dapat mempengaruhi kinerja perkerasan, yaitu mengurangi kekuatan tanah dasar dan lapis pondasi bawah. Maksud diberikanya koefisien drainase adalah untuk memperhitungkan kinerja perkerasan karena sistem drainase yang kurang baik. Untuk mendapatkan nilai koefisien drainase sebelumnya kita harus melihat kondisi drainase yang kemudian di input untuk menganalisa nilai proses struktur perkerasan dalam 1 tahun terkena air dengan pendekatan asumsi dengan rumus

$$P_{heff} = \frac{T_{jam}}{24} \times \frac{T_{Hari}}{365} \times WL \times 100 \quad (2.14)$$

$$WL = 100 - C \quad (2.15)$$

Dimana:

Pheff : Nilai presentase struktur perkerasan terkena air dalam 1 tahun

C : Koefisin limpasan

Tjam : Waktu hujan per hari (asumsi)

Thari : Hari hujan dalam 1 tahun

Tabel 2.9 Kualitas Drainase

Kualitas drainase	Air tersingkir dalam waktu
Sempurna	2 jam
Baik	1 hari
Sedang	1 minggu
Buruk	1 bulan
Sangat buruk	Air tidak mengalir

Sumber : *AASHTO* (1993)

Tabel 2.10 Koefisien Limpasan

No	Deskripsi Lahan / Karakter Permukaan	Koefisien C
1.	Bisnis	
	▪ Perkotaan ▪ Pinggiran	0,70 – 0,95 0,50 – 0,70
2.	Perumahan	
	▪ rumah tunggal	0,30 – 0,50
	▪ multiunit terpisah, terpisah	0,40 – 0,60
	▪ multiunit, tergabung	0,60 – 0,75
	▪ perkampungan	0,25 – 0,40
▪ apartemen	0,50 – 0,70	
3	Industri	
	▪ ringan ▪ berat	0,50 – 0,80 0,60 – 0,90
	Perkerasan	
	▪ aspal dan beton	0,70 – 0,95
	▪ batu bata, paving	0,50 – 0,70
	Atap	0,75 – 0,95
	Halaman, tanah berpasir	
	datar 2%	0,05 – 0,10
	rata-rata 2 – 7%	0,10 – 0,15
	curam 7%	0,15 – 0,20
	Halaman tanah berat	
	datar 2%	0,13 – 0,17
	rata-rata 2 – 7%	0,18 – 0,22
	curam 7%	0,25 – 0,35
	Halaman kereta api	0,10 – 0,35
	Taman tempat bermain	0,20 – 0,35
	Taman, pekuburan	0,10 – 0,25
	Hutan	
	datar, 0 – 5%	0,10 – 0,40
	bergelombang, 5 – 10%	0,25 – 0,50
	berbukit 10 – 30%	0,30 – 0,60

Sumber: Mc Guen, 1989

Tabel 2.11 Koefisien Drainase

Kualitas drainase	Persen waktu struktur perkerasan tergenang air hingga kelembabanya mendekati jenuh air			
	< 1%	1-5%	<25%	>25%
Sempurna	1,25-1,2	1,2-1,15	1,15-1,1	1,1
Baik	1,2-1,17	1,15-1,1	1,1-1,0	2,0
Sedang	1,15-1,1	1,1-1,0	1,0-0,9	0,9
Buruk	1,1-1,0	1,0-0,9	0,9-0,8	0,8
Sangat buruk	1,0-0,9	0,9-0,8	0,8-0,7	0,7

Sumber: AASHTO (1993)

Penentuan C_d bergantung pada kualitas drainase dan persen waktu struktur perkerasan terkena air. Penetapan kualitas drainase mengacu pada Tabel 2.11 dengan pendekatan sebagai berikut.

- Air hujan atau air dari atas permukaan jalan yang masuk ke dalam pondasi jalan, relatif kecil berdasarkan hidrologi, yaitu sekitar 70-95%.
- Air dari samping jalan yang kemungkinan akan masuk ke pondasi jalan dan muka air tanah yang tinggi di bawah tanah dasar.
- Pendekatan lama dengan frekuensi hujan, yang rata-rata terjadi hujan selama 3 jam perhari.

Waktu 3 jam (bahkan kurang) dapat diambil sebagai pendekatan dalam penentuan kualitas drainase, sehingga pemilihan mutu drainase adalah “baik” untuk jalan tol “sedang” untuk bukan jalan tol. Untuk kondisi khusus, misalnya sistem drainase sangat buruk, maka air tanah tinggi dan mencapai lapisan tanah dasar, maka dapat dilihat pada Tabel 2.8

2.12.8 Indeks Tebal Perkerasan

Menurut Siegfried (2007), *Indeks Tebal Perkerasan* merupakan fungsi dari ketebalan lapisan, koefisien relatif lapisan, dan koefisien drainase dinyatakan dalam rumus:

$$ITP = a_1.D_1 + a_2.m_2.D_2 + a_3.m_3.D_3 \quad (2.16)$$

di mana:

a_i = koefisien relatif lapis ke- i

D_i = tebal masing-masing lapis perkerasan ke- i (cm)

M_i = koefisien drainase untuk lapis pondasi dan pondasi bawah

Tabel 2.12 Koefisien Kekuatan Relatif Material

Koefisien Kekuatan Relatif			Kekuatan Bahan			Jenis Bahan
a1	a2	a3	MS (kg)	Kt (kg/cm)	CBR (%)	
0,40	-	-	744	-	-	Laston
0,35	-	-	590	-	-	
0,35	-	-	454	-	-	
0,30	-	-	340	-	-	
0,35	-	-	744	-	-	
0,31	-	-	590	-	-	Lasbutag
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	-	Stab. Tanah dengan semen
-	0,13	-	-	18	-	
-	0,14	-	-	-	100	Batu pecah (kelas A)
-	0,13	-	-	-	80	Batu pecah (kelas A)
-	0,12	-	-	-	60	Batu pecah (kelas A)
-	-	0,13	-	-	70	Sirtu/pitrun (kelas A)
-	-	0,12	-	-	50	Sirtu/pitrun (kelas A)
-	-	0,11	-	-	30	Sirtu/pitrun (kelas A)
-	-	0,10	-	-	20	Tanah/lempung kepasiran

Sumber : AASHTO (1993)

2.12.9 Lalu lintas Pada Lajur Rencana

Lajur rencana adalah salah satu lajur lalu lintas dari suatu ruas jalan yang akan menanggung lalu lintas kendaraan niaga (truk dan bus) paling besar. Lalu lintas pada lajur rencana memperhitungkan dua faktor, yaitu:

- a) Faktor Distribusi Arah (DD), untuk jalan dua arah faktor distribusi arah umumnya diambil nilai 0,50.
- b) Faktor Distribusi Lajur (DL), faktor distribusi lajur digunakan untuk menyesuaikan beban kumulatif (ESA) pada jalan dengan dua lajur atau lebih dalam satu arah. Nilai faktor distribusi jalan dijelaskan pada tabel 2.18.

Tabel 2.13 Distribusi Lajur (DL)

Jumlah lajur setiap arah	(DL) %
1	100
2	80-100
3	60-80
4	50-75

Sumber: MDP no. 02/M/BM/2017

Tabel 2.14 Penelitian Terdahulu

Nama	Judul	Tahun	Metode	Jenis Perkerasan	Hasil
Rinto Pardosi	Studi Pengaruh Beban Berlebih (<i>Overload</i>) Terhadap Pengurangan Umur Rencana Perkerasan Jalan	2010	VDF = Bina Marga 2002 Penurunan Umur Rencana = ASSHTO 1993 Tebal Perkerasan = Bina Marga 2002	Perkerasan Lentur	Naiknya beban truk dari beban standar menyebabkan penurunan persen umur perkerasan jalan menjadi lebih kecil dari 100 persen hal ini dapat dilihat dari grafik hubungan persen kenaikan beban dan persen umur. Sehingga hal ini akan menunjukkan penurunan umur perkerasan jalan.
Dian Novita Sari	Analisa Beban Kendaraan Terhadap Derajat Kerusakan Jalan Dan Umur Sisa	2014	VDF = Bina Marga 1987 Penurunan Umur Rencana = AASHTO 1993 Tebal Perkerasan = -	Perkerasan Lentur	Dari hasil perhitungan umur sisa (<i>remaining life</i>) diketahui bahwa dalam keadaan normal dengan n selama 10 tahun didapat umur sisa 99,955% yang dapat diartikan bahwa jalan tersebut masih aman untuk 10 tahun kedepan. Sedangkan dalam keadaan kendaraan yang kelebihan muatan sesuai dengan aslinya didapat umur sisa 48,393%.
Enji Putra Purwingga	Evaluasi Kerusakan Jalan Akibat Beban Berlebih Pada Perkerasan Lentur (Studi Kasus Ruas Jalan Kartasura batas Kota Klaten KM 11+900 - KM 12+300)	2016	VDF = Bina Marga 1987 Penurunan Umur Rencana = ASSHTO 1993 Tebal Perkerasan = -	Perkerasan Lentur	Sisa UR perkerasan didapat umur perkerasan jalan berkurang sebesar 14,75%, hal ini menunjukan bahwa umur rencana jalan dapat berkurang bila muatan kendaraan yang melalui ruas jalan tersebut mengalami <i>overloading</i> dan tidak sesuai dengan yang sudah direncanakan, sesuai dengan analisis perhitungan, umur rencana jalan berkurang 4 tahun dan perkerasan jalan berakhir pada tahun ke 6 atau tahun 2020.

Lanjutan Tabel 2.13

Nama	Judul	Tahun	Metode	Jenis Perkerasan	Hasil
Waskito Yudo P	Analisis Kerusakan Dini Perkerasan Lentur Terhadap Umur Sisa Perkerasan Akibat Beban Berlebih Kendaraan (Overload): Studi Kasus Ruas Jalan Jogja – Solo	2017	VDF = Bina Marga 1987 Penurunan Umur Rencana = ASSHTO 1993 Tebal Perkerasan = -	Perkerasan Lentur	Kerusakan perkerasan pada ruas Jalan Jogja – Solo disebabkan adanya beban berlebih dari beberapa kendaraan yang memiliki rasio nilai VDF rencana dengan nilai VDF <i>overload</i> yaitu sebesar 117,8377% sampai 2008,0736 %. Kemudian sisa masa layan dari perkerasan ruas jalan Jogja – Solo mengalami penurunan sebesar 26,30% dengan nilai <i>remaining life</i> rencana sebesar 84,62% dan nilai <i>remaining life overload</i> sebesar 58,35% atau lebih cepat 2 tahun dari umur rencana.
Fiky Apriyadi	Pengaruh Beban Berlebih Kendaraan Berat Terhadap Umur Rencana Perkerasan Kaku Pada Jalan Diponegoro, Cilacap	2018	VDF = Bina Marga 1987, ASSHTO 1993, NASRA 2004 Penurunan Umur Rencana = ASSHTO 1993 Tebal Perkerasan = ASSHTO 1993	Perkerasan Kaku	Muatan berlebih aktual di lapangan dapat mengakibatkan peningkatan nilai VDF kumulatif, berdasar metode Bina Marga (1987) diperoleh peningkatan VDF kumulatif akibat muatan berlebih aktual di lapangan sebesar 86,68%, berdasar metode NAASRA (2004) sebesar 81,57%, sedangkan dengan metode AASHTO (1993) sebesar 95,83%. Penurunan umur rencana akibat muatan berlebih aktual di lapangan, berdasar metode Bina Marga (1987) diperoleh penurunan umur rencana sebesar 4,137 tahun atau turun sebesar 20,69% dari umur rencana (20 tahun), berdasar metode NAASRA (2004) diperoleh penurunan umur rencana 3,954 tahun turun sebesar 19,77%, sedangkan dengan metode AASHTO (1993) terjadi penurunan umur rencana 4,453 tahun atau turun sebesar 22,26%.

Lanjutan Tabel 2.13

Putri Angelia Safitra	Analisa Pengaruh Beban Berlebih Terhadap Umur Rencana Jalan (Studi Kasus: Ruas Jalan Manado - Bitung)	2019	VDF = Bina Marga Penurunan Umur Rencana = ASSHTO 1993 Tebal Perkerasan = -	Perkerasan Lentur	Dampak dari beban berlebih mengakibatkan penurunan umur rencana, berdasarkan metode AASHTO 1993 penurunan umur rencana yaitu sebesar 28,08% atau terjadi penurunan umur rencana sebesar 2,808 tahun. Sehingga persentase peningkatan VDF kumulatif akibat muatan berlebih (<i>overload</i>) adalah sebesar 59,483%. Adapun persentase kendaraan dengan muatan berlebih (<i>overload</i>) yang menyebabkan kerusakan diperoleh untuk pickup sebesar 54,35%, truk ringan sebesar 47,65%, truk sedang sebesar 70,121%, truk berat sebesar 33,56%, truk trailer 1.2-2 sebesar 34,54%, truk trailer 1.2-2.2 sebesar 24,45%, dan truk gandeng sebesar 40%.
Pafras Leonard Zalukhu	Analisa Dampak Beban Kendaraan Dan Lalu-Lintas Harian Rata-Rata Terhadap Kerusakan Jalan (Studi Kasus)	2021	VDF = Bina Marga 1987 Penurunan Umur Rencana = ASSHTO 1993 Tebal Perkerasan = -	Perkerasan Lentur	Dari perbandingan dan data yang diamati, tonase kendaraan adalah faktor utama kerusakan jalan di Patumbak. Adapun penyebabnya karena tidak sesuai kelas jalan dengan tonase kendaraan yang melewati jalan tersebut. Perlu adanya pengadaan dan pemasangan jembatan timbang di jalan Pertahanan – Talun kenas Patumbak. Perlu di tingkatkan pengawasan dari pihak yang berwenang. Perlu peningkatan kelas jalan dari yang saat ini menjadi kelas jalan 1. Karena kendaraan yang lewat tidak sesuai dengan kelasnya. Drainase sepanjang jalan tidak berfungsi dengan baik