

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

A. Klasifikasi Jalan

Jalan adalah seluruh bagian jalan, termasuk bangunan pelengkap dan perlengkapannya yang diperuntukan bagi lalu lintas umum, yang berada pada permukaan tanah, di atas permukaan tanah, di bawah permukaan tanah dan/atau air serta di atas permukaan air, kecuali jalan rel dan jalan kabel (UU No. 22 Tahun 2009). Jalan dapat diklasifikasikan berdasarkan fungsi, kelas dan statusnya. Dan apabila merujuk pada peraturan Peraturan Pemerintah UU No. 22 Tahun 2009, maka klasifikasi jalan berdasarkan fungsinya dapat dibedakan menjadi :

1. Jalan Arteri

Jalan arteri adalah jalan umum yang melayani angkutan utama dengan ciri-ciri perjalanan jarak jauh, kecepatan rata-rata tinggi, dan jumlah jalan masuk dibatasi secara efisien.

1.1 Jalan arteri primer

Jalan arteri primer sebagaimana dimaksud adalah jalan yang menghubungkan secara berdaya guna antara pusat kegiatan nasional atau antara pusat kegiatan nasional dengan pusat kegiatan wilayah. Sistem 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. Jalan arteri primer mempunyai kapasitas yang lebih besar dari volume lalu lintas rata-rata. Pada jalan arteri primer lalu lintas jarak jauh tidak boleh terganggu oleh lalu lintas ulang alik, lalu lintas lokal, dan kegiatan lokal. Jalan arteri primer didesain berdasarkan kecepatan rencana paling rendah 60 (enam puluh) kilometer per jam dengan lebar badan jalan paling sedikit 11 (sebelas) meter.

1.2 Jalan arteri sekunder

Jalan 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. Jalan arteri sekunder melayani angkutan utama dengan ciri perjalanan jarak jauh kecepatan rata-rata tinggi, dan jumlah jalan masuk dibatasi, dengan peranan pelayanan jasa distribusi untuk masyarakat dalam kota. Di daerah perkotaan disebut sebagai jalan protokol. Jalan arteri sekunder didesain berdasarkan kecepatan rencana paling rendah 30 (tiga puluh) kilometer per jam dengan lebar badan jalan paling sedikit 11 (sebelas) meter.

2. Jalan Kolektor

Jalan kolektor adalah jalan umum yang melayani angkutan pengumpul atau pembagi dengan ciri perjalanan jarak sedang, kecepatan rata-rata sedang dan jumlah jalan dibatasi.

2.1 Jalan kolektor primer

Jalan kolektor primer sebagaimana dimaksud adalah jalan yang menghubungkan secara berdaya guna antara pusat kegiatan nasional dengan pusat kegiatan lokal, antarpusat kegiatan wilayah, atau antara pusat kegiatan wilayah dengan pusat kegiatan lokal. Jalan kolektor primer yang memasuki kawasan perkotaan dan/atau kawasan pengembangan perkotaan tidak boleh terputus. Jalan kolektor primer didesain berdasarkan kecepatan rencana paling rendah 40 (empat puluh) kilometer per jam dengan lebar badan jalan paling sedikit 9 (sembilan) meter.

2.2 Jalan kolektor sekunder

Jalan kolektor sekunder adalah jalan yang menghubungkan kawasan sekunder kedua dengan kawasan sekunder kedua atau kawasan sekunder kedua dengan kawasan sekunder ketiga. Jalan kolektor sekunder adalah jalan yang melayani angkutan pengumpulan atau pembagi dengan ciri-ciri perjalanan jarak sedang, kecepatan rata-rata sedang, dan jumlah jalan masuk dibatasi, dengan peranan pelayanan jasa distribusi untuk masyarakat di dalam kota. Jalan kolektor sekunder didesain berdasarkan kecepatan rencana paling rendah 20 (dua puluh) kilometer per jam dengan lebar badan jalan paling sedikit 9 (sembilan) meter.

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.

3.1 Jalan lokal primer

Jalan 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. Jalan lokal primer didesain berdasarkan kecepatan rencana paling rendah 20 (dua puluh) kilometer per jam dengan lebar badan jalan paling sedikit 7,5 (tujuh koma lima) meter.

3.2 Jalan lokal sekunder

Jalan lokal sekunder adalah jalan yang menghubungkan kawasan sekunder kesatu dengan perumahan, kawasan sekunder kedua dengan perumahan, kawasan sekunder ketiga dan seterusnya sampai ke perumahan. Jalan lokal sekunder didesain berdasarkan kecepatan rencana paling rendah 10 (sepuluh) kilometer per jam dengan lebar badan jalan paling sedikit 7,5 (tujuh koma lima) meter.

4. Jalan Lingkungan

Merupakan jalan umum yang berfungsi melayani angkutan lingkungan dengan ciri perjalanan jarak pendek, dan kecepatan rata-rata rendah.

4.1 Jalan lingkungan primer

Jalan lingkungan primer sebagaimana dimaksud adalah jalan yang menghubungkan antarpusat kegiatan di dalam kawasan perdesaan dan jalan di dalam lingkungan kawasan perdesaan. Jalan lingkungan primer didesain berdasarkan kecepatan rencana paling rendah 15 (lima belas) kilometer per jam dengan lebar badan jalan paling sedikit 6,5 (enam koma lima) meter.

4.2 Jalan lingkungan sekunder

Jalan lingkungan sekunder sebagaimana dimaksud adalah jalan yang menghubungkan antarpersil dalam kawasan perkotaan. Jalan lingkungan sekunder didesain berdasarkan kecepatan rencana paling rendah 10 (sepuluh) kilometer per jam dengan lebar badan jalan paling sedikit 6,5 (enam koma lima) meter. Jalan lingkungan sekunder yang tidak diperuntukkan bagi kendaraan bermotor beroda 3 (tiga) atau lebih harus mempunyai lebar badan jalan paling sedikit 3,5 (tiga koma lima) meter.

Sedangkan klasifikasian jalan berdasarkan kelas jalan dapat mengacu pada Peraturan Pemerintah UU No.22 Tahun 2009 tentang lalu lintas dan angkutan jalan, kelas jalan dikalsifikasikan kedalam beberapa kelas berkaitan pada besaran muatan sumbu terberat (MST) dalam satuan ton. Apabila mengacu pada pasal 19 ayat 2 pada Peraturan Pemerintah UU No.22 Tahun 2009 tentang lalu lintas dan angkutan jalan, jalan dapat diklompokan dalam beberapa kelas berdasarkan:

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

Adapun klasifikasi jalan berdasarkan kelasnya pada pada pasal 19 ayat 2 pada Peraturan Pemerintah UU No.22 Tahun 2009 tentang lalu lintas dan angkutan jalan diantaranya:

1. Jalan Kelas I

Jalan kelas I yaitu jalan arteri dan kolektor yang dapat dilalui kendaran bermotor dengan ukuran lebar tidak melebihi 2.500 (dua ribu lima ratus) millimeter, ukuran panjang tidak melebihi 18.000 (delapan belas ribu) millimeter, ukuran paling tinggi 4.200 (empat ribu dua ratus) millimeter dan muatan sumbu terberat 10 (sepuluh) ton.

2. Jalan Kelas II

Jalan kelas II yaitu jalan arteri, kolektor, lokal dan lingkungan yang dapat dilalui kendaraan bermotor dengan ukuran lebar tidak melebihi 2.500 (dua ribu

lima ratus) millimeter, ukuran panjang tidak melebihi 12.000 (dua belas ribu) millimeter, ukuran paling tinggi 4.2000 (empat ribu dua ratus) millimeter dan muatan sumbu terberat 8 (delapan) ton.

3. Jalan Kelas III

Jalan kelas III yaitu jalan arteri, kolektor, lokal dan lingkungan yang dapat/bisa dilalui kendaraan bermotor dengan ukuran lebar tidak melebihi 2.100 (dua ribu seratus) millimeter, ukuran panjang tidak lebih 9.000 (sembilan ribu) millimeter, ukuran paling tinggi 3.500 (tiga ribu lima ratus) millimeter, dan muatan sumbu terberat 8 (delapan ton).

4. Jalan Kelas Khusus

Jalan kelas khusus yaitu jalan arteri yang dapat dilalui kendaraan bermotor dengan ukuran lebar melebihi 2.500 (dua ribu lima ratus) millimeter, ukuran panjang melebihi 18.000 (delapan belas ribu) millimeter, dan muatan sumbu terberat lebih dari 10 (sepuluh) ton.

Tabel 2.1 Klasifikasi Kelas Jalan

Kelas	Peranan	Dimensi Kendaraan (m)		MST Maks	Kecepatan Maksimal (km/jam)	
		Panjang	Lebar	Ton	Primer	Sekunder
I	Arteri & Kolektor	18	2,5	10	100/80	-
II	Arteri, Kolektor, Lokal & Lingkungan	18	2,5	8	100/80	70/60

Tabel 2.1 Lanjutan

III	Arteri, Kolektor, Lokal & Lingkungan	9	2,1	8	100/80	70/60
Khusus	Arteri	18	2,5	10	80	50

Sumber : Undang-undang No. 22 Tahun 2009

Dan apabila mengacu pada Peraturan Pemerintah Nomor. 34 Tahun 2006 yang membahas mengenai jalan berdasarkan statusnya pada bagian keempat pasal 25, adapun mengenai status jalan pada Peraturan Pemerintah Nomor. 34 Tahun 2006 bagian keempat pasal 25 diklasifikasikan menjadi berikut:

1. Jalan Nasional

Jalan nasional sebagaimana dimaksud terdiri atas:

- a. Jalan arteri primer;
- b. Jalan kolektor primer yang menghubungkan antaribukota provinsi;
- c. Jalan tol; dan
- d. Jalan strategis nasional.

2. Jalan Provinsi

Jalan provinsi sebagaimana dimaksud terdiri atas:

- a. Jalan kolektor primer yang menghubungkan ibukota provinsi dengan ibukota kabupaten atau kota;
- b. Jalan kolektor primer yang menghubungkan antaribukota kabupaten atau kota;
- c. Jalan strategis provinsi; dan
- d. Jalan di Daerah Khusus Ibukota Jakarta, kecuali jalan nasional.

3. Jalan Kabupaten

Jalan kabupaten sebagaimana dimaksud terdiri atas:

- a. Jalan kolektor primer yang tidak termasuk jalan nasional sebagaimana dimaksud sebagai jalan kolektor primer yang menghubungkan antaribukota provinsi dan jalan provinsi;
- b. Jalan lokal primer yang menghubungkan ibukota kabupaten dengan ibukota kecamatan, ibukota kabupaten dengan pusat desa, antaribukota kecamatan, ibukota kecamatan dengan desa, dan antardesa;
- c. Jalan sekunder yang tidak termasuk jalan provinsi dan jalan sekunder dalam kota; dan
- d. Jalan strategis kabupaten.

4. Jalan Kota

Jalan kota sebagaimana dimaksud adalah jalan umum pada jaringan jalan sekunder di dalam kota.

5. Jalan Desa

Jalan desa sebagaimana dimaksud adalah jalan lingkungan primer dan jalan primer yang tidak termasuk jalan kabupaten di dalam kawasan pedesaan, dan merupakan jalan umum yang menghubungkan kawasan dan/atau antarpemukiman di dalam desa.

B. Perkerasan Jalan

Tujuan utama dari dibangunnya perkerasan adalah untuk memberikan permukaan yang rata dengan kekesatan tertentu, dengan umur rencana layanan cukup panjang, serta pemeliharaan yang minimum. Dapat dinyatakan perkerasan adalah lapisan kulit (permukaan) keras yang diletakan pada formasi tanah setelah selesainya pekerjaan tanah, atau dapat pula didefinisikan bahwa perkerasan adalah struktur yang memisahkan antara roda/ban kendaraan dengan tanah dasar yang berada di bawahnya. Perkerasan di atas tanah biasanya dibentuk dari beberapa lapisan yang relatif lemah di bagian bawah, dan berangsur-angsur lebih kuat di bagian yang labih atas. Suasana yang demikian ini memungkinkan penggunaan

secara lebih ekonomis dari material yang tersedia (Hardiyatmo, 2015). Adapun menurut Hardiyatmo (2015) adapun dijelaskan guna dari perkerasan jalan adalah sebagai berikut:

1. Untuk memberikan perkuatan rata/halus bagi pengendara.
2. Untuk mendistribusikan beban kendaraan di atas formasi tanah secara memadai, sehinggamelindungi tanah dari teknan tyang berlebihan.
3. Untuk melindungi formasi tanah dari pengaruh buruk perubahan cuaca.

Adapun menurut Sukirman (1999) tingkat kinerja dari perkerasan jalan meliputi tiga hal, dan tiga hal tersebut diantaranya yaitu:

1. Keamanan (*Safety*)

Keamanan yang ditentukan oleh besarnya gesekan akibat adanya kontak antara ban dan permukaan jalan. Besarnya gaya gesek yang terjadi dipengaruhi oleh bentuk dan kondisi ban, tekstur permukaan jalan, kondisi cuaca dan lain sebagainya.

2. Wujud perkerasan (*Structural pavement*)

Yaitu kondisi fisik jalan tersebut, seperti adanya retak-retak, amblas, alur, gelombang, dan lain sebagainya.

3. Fungsi pelayanan (*Fungtional performance*)

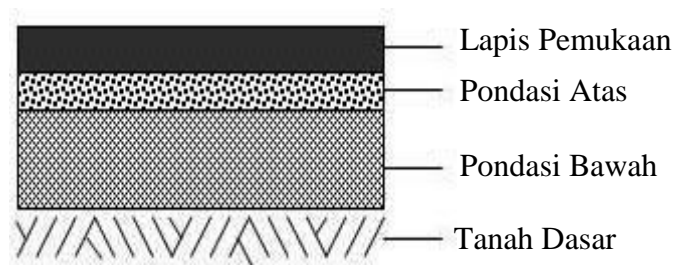
Fungsi pelayanan sehubungan dengan bagaimana perkerasan tersebut memberikan pelayanan kepada pemakai jalan. Wujud perkerasan dan fungsi pelayanan umumnya merupakan satu kesatuan yang dapat digambarkan dengan kenyamanan mengemudi (*riding quality*).

C. Jenis Perkerasan Jalan

Perkerasan adalah susunan konstruksi struktural yang menggunakan campuran bahan ikat baik itu berupa aspal maupun semen (*portaland cement*) dan agregat baik itu berupa batu pecah, batu kali, batu belah maupun berupa agregat sintetis/ buatan (*synthetic/artificial aggregates*) yang berada diatas lapisan tanah dasar (*subgrade*) guna melayani lalu lintas rencana yang telah ditentukan. Apabila dilihat dari bahan pengikatnya, maka jenis perkerasa jalan dapat diklasifikasikan menjadi:

1. Perkerasan Lentur (*Flexible Pavement*)

Perkerasan lentur/*flexible pavement* merupakan perkerasan yang menggunakan aspal sebagai bahan pengikatnya dan umumnya di Indonesia menggunakan campuran aspal dengan penetrasi 60/70 dan 85/100. Lapisan perkerasan jenis ini ditopang dengan dua lapisan pondasi berbutir yang berada di bawah lapisan permukaan (*surface course*) yaitu lapisan pondasi (*base course*) dan pondasi bawah (*subbase course*), dan perkerasan lentur ini memiliki tingkat pelayanan kenyamanan yang lebih baik apabila dibandingkan dengan perkerasan kaku. Adapun lapisan-lapisan perkerasan lentur beserta fungsinya adalah :



Gambar 2.1 Lapisan-lapisan Struktur Perkerasan Lentur

1.1 Lapisan Permukaan (*Surface Course*)

Lapisan permukaan (*surface course*) adalah lapisan yang teratas pada suatu perkerasan lentur (*flexible pavement*) yang dimana lapisan ini adalah yang biasanya kita pijak, atau lapisan yang bersentuhan langsung dengan ban kendaraan. Secara non struktural lapisan ini digunakan sebagai lapisan aus dan kedap air, dimana material yang digunakan adalah campuran aspal panas. Komponen pada lapisan permukaan adalah lapisan penutup (*wearing course*) yang digunakan sebagai lapisan aus dan lapisan pengikat (*blinder course*) yang disusun setelah lapisan penutup. Adapun fungsi dari lapisan permukaan (*surface course*) ini diantaranya:

- a. Sebagai lapisan yang menahan dan menyebarkan beban roda.
- b. Memberikan kenyamanan bagi pengguna jalan.
- c. Sebagai lapisan yang memberikan koefisien gesek pada ban kendaraan sehingga tidak terjadi slip.
- d. Menahan repitisi dari adanya beban yang diakibatkan oleh kendaraan.
- e. Lapisan kedap air yang mencegah masuknya air ke dalam lapisan struktur dibawahnya.

1.2 Lapisan Pondasi Atas (*Base Course*)

Lapisan pondasi atas (*base course*) merupakan lapisan struktur perkerasan lentur yang terletak di antara lapis permukaan dan lapisan pondasi bawah. Adapun menurut Hardiyatmo (2015) bahan lapisan pondasi (*base course*) terdiri dari material pilihan, yaitu batu pecah yang stabil (awet), tahan terhadap pelapukan/ abarasi akibat beban berulang, dengan gradasi tertentu, dan pertimbangan utama dalam perancangan lapis pondasi adalah sebagai berikut :

- a. Ketebalannya;
- b. Stabilitas akibat beban lalu lintas; dan
- c. Ketahanan terhadap pelapukan.

Apabila merujuk pada dokumen Departemen Pekerjaan Umum mengenai spesifikasi umum bidang jalan dan jembatan (2005), adapun agregat lapis pondasi dan pondasi bawah sebagai lapisan struktur perkerasan dibagi menjadi 3 kelas, yaitu: kelas A, B, dan C dengan persyaratan sebagai berikut :

a. Sumber Bahan

Bahan lapis pondasi agregat harus dipilih dari sumber yang disetujui Direksi Pekerjaan sesuai.

b. Kelas Lapis Pondasi Agregat

Terdapat tiga kelas yang berbeda dari lapis pondasi agregat yaitu kelas A, kelas B dan kelas C. Lapis pondasi atas harus terdiri dari agregat kelas A atau kelas B, sedangkan lapis pondasi bawah harus terdiri dari agregat kelas C.

c. Fraksi Agregat Kasar

Agregat kasar (tertahan pada saringan 4,75 mm) harus terdiri dari partikel yang keras dan awet. Agregat kasar kelas A yang berasal dari batu kali harus 100 % mempunyai paling sedikit dua bidang pecah. Agregat kasar kelas B yang berasal dari batu kali harus 65 % mempunyai paling sedikit satu bidang pecah. Agregat kasar kelas C berasal dari kerikil.

d. Fraksi Agregat Halus

Agregat halus (lolos saringan 4,75 mm) harus terdiri dari partikel pasir atau batu pecah halus.

e. Sifat-sifat Bahan Yang Disyaratkan

Agregat untuk lapis pondasi harus bebas dari bahan organik dan gumpalan lempung atau bahan-bahan lain yang tidak dikehendaki, dan harus memenuhi sifat-sifat yang sesuai dalam Tabel 2.3 dan memenuhi ketentuan gradasi yang diberikan dalam Tabel 2.4.

Tabel 2.3 Gradasi Agregat Lapis Pondasi

Ukuran saringan ASTM		Persen berat lolos saringan (%)		
Nomer	Diameter butiran (mm)	Kelas A	Kelas B	Kelas C
2"	50	-	100	100
1 ½"	37,5	100	88-95	70-100
1"	25,0	77-85	70-85	55-87
3/8 "	9,50	44-58	40-65	40-70
No. 4	4,75	27-44	25-52	27-60
No. 10	2,0	17-30	15-40	20-50
No. 40	0,425	7-17	8-20	10-30
No. 200	0,075	2-8	2-8	5-15

Sumber : Departemen Pekerjaan Umum, 2005

Tabel 2.4 Sifat-sifat Agregat Lapis Pondasi dan Pondasi Bawah

Sifat-sifat	Kelas A	Kelas B	Kelas C
Abrasi agregat kasar (SNI 03-2417-1990)	Maks. 40%	Maks. 40%	Maks. 40%
Indeks plastisitas (SNI-03-1996-1990)	Maks. 6	Maks. 6	4-9
Hasil kali indeks Plastisitas dengan % lolos saringan No. 200	Maks. 25	-	-

Tabel 2.4 Lanjutan

Batas cair (SNI 03-1967-1990)	Maks. 25	Maks. 25	Maks. 25
Bagian yang lunak	Maks. 5%	Maks. 5%	-
CBR (SNI 03-1744-1989)	Min. 90%	Min. 65%	Min. 35%
Perbandingan persen lolos saringan No. 200 dan No.40	Maks. 2/3	Maks. 2/3	Maks. 2/3

Sumber : Departemen Pekerjaan Umum, 2005

Adapun fungsi dari lapis pondasi (*base course*) ini diantaranya:

- a. Sebagai lapisan pendukung lapisan permukaan.
- b. Menyalurkan beban yang diterima menuju struktur yang ada di bawahnya.
- c. Sebagai lapisan peletakan lapis permukaan.
- d. Sebagai *drainage layer* apabila terdapat resapan air.

1.3 Lapisan Pondasi Bawah (*Subbase Course*)

Lapisan ini berada di antara lapisan pondasi atas dan diatas lapisan tanah dasar. Adapun material untuk lapis pondasi adalah agregat yang harus bebas dari bahan organik dan gumpalan lempung atau bahan-bahan lain yang tidak dikehendaki dan memenuhi ketentuan gradasi yang diberikan dalam Tabel 2.5.

Tabel 2.5 Sifat-sifat Agregat Lapis Pondasi dan Pondasi Bawah

Sifat-sifat	Kelas A	Kelas B	Kelas C
Abrasi agregat kasar (SNI 03-2417-1990)	Maks. 40%	Maks. 40%	Maks. 40%
Indeks plastisitas (SNI-03-1996-1990)	Maks. 6	Maks. 6	4-9
Hasil kali indeks Plastisitas dengan % lolos saringan No. 200	Maks. 25	-	-

Tabel 2.5 Lanjutan

Batas cair (SNI 03-1967-1990)	Maks. 25	Maks. 25	Maks. 25
Bagian yang lunak	Maks. 5%	Maks. 5%	-
CBR (SNI 03-1744-1989)	Min. 90%	Min. 65%	Min. 35%
Perbandingan persen lolos saringan No. 200 dan No.40	Maks. 2/3	Maks. 2/3	Maks. 2/3

Sumber : Departemen Pekerjaan Umum, 2005

Terdapat jenis material lapisan pondasi bawah (*sub-base course*) yang biasanya dipakai di Indonesia menggunakan agregat bergradasi baik berupa Sirtu/Pitru kelas A, Sirtu/Pitru kelas B, dan Sirtu/Pitru kelas C dengan bahan strabilisasi yang biasa digunakan berupa *cement treated sub base*, *lime treated sub base*, *soil cement stabilization*, dan *soil lime stabilization*. Adapun fungsi lapisan pondasi bawah (*sub-base course*) adalah sebagai berikut:

- a. Menyebarkan beban kendaraan ke tanah dasar.
- b. Untuk mencegah naiknya tanah dasar ke lapisan pondasi.
- c. Efisien dalam penggunaan material dan biaya konstruksi, karena nilai material yang digunakan lebih murah daripada lapisan di atasnya.
- d. Mencegah terjadinya pumping pada tanah dasar apabila terjadi rembesan air maupun air tanah yang muncul.

1.4 Lapisan Tanah Dasar (*Subgrade*)

Lapisan tanah dasar adalah bagian terbawah dari perkerasan jalan berupa tanah asli, galian, maupun timbunan sebagai lapisan perletakan bagi lapisan di atasnya. Apabila kondisi tanah pada lokasi pembangunan jalan mempunyai spesifikasi yang direncanakan maka tanah tersebut akan langsung dipadatkan dan digunakan. Tebalnya berkisar antara 50 – 100 cm. Apabila mengacu pada dokumen AASHTO T99, lapisan tanah dasar (*subgrade*) harus dipadatkan sekurang-kurangnya 95% sampai dengan

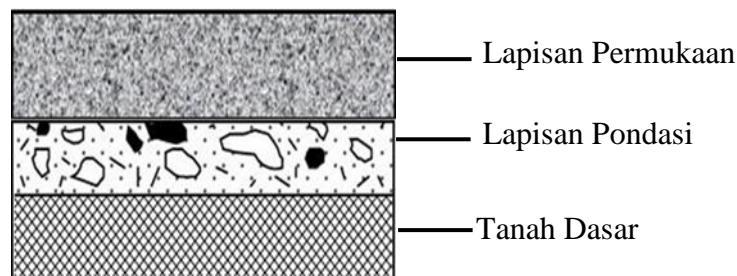
100% dari kepadatan kering maksimum sebagaimana pada kadar air $\pm 2\%$ dari kadar air optimum di laboratorium. Fungsi utama lapisan tanah dasar (*subgrade*) adalah sebagai tempat perletakan jalan raya dan sebagai penopang lapisan perkerasan yang ada di atasnya.

2. Perkerasan Kaku (*Rigit Pavement*)

Perkerasan kaku atau *rigit pavement* adalah perkerasan yang menggunakan bahan ikat berupa semen dengan tulangan atau tanpa tulangan dan beban lalu lintas yang dilalui pada perkerasan kaku ini relatif besar. Adapun menurut Suryawan (2015) perkerasan jalan beton semen portland atau yang lebih sering disebut perkerasan kaku atau juga disebut *rigit pavement*, terdiri dari pelat beton semen portland dan lapisan pondasi di atas tanah dasar, perkerasan beton yang kaku dan memiliki modulus elastisitas yang tinggi, akan mendistribusikan beban terhadap bidang area tanah yang cukup luas, sehingga bagian terbesar dari kapasitas struktur perkerasan diperoleh dari slab beton sendiri. Penggunaan perkerasan kaku adalah guna memenuhi kapasitas jalan dengan volume dan beban lalu lintas rencana yang besar dengan kapasitas daya dukung tanah dasar yang kurang baik. Keunggulan menggunakan perkerasan kaku yaitu mempunyai sifat kaku sehingga pendistribusian beban ke lapisan bawahnya merata. Pada perkerasan kaku perkerasan tidak dibuat menerus seperti halnya pada perkerasan lentur akan tetapi perkerasan jalan dibuat dengan konstruksi *segment* dengan menggunakan sistem *joint*. Suryawan (2015) menyatakan bahwa lapisan perkerasan beton dapat diklasifikasikan atas dua tipe sebagai berikut:

- a. Perkerasan beton dengan tulangan *dowel* dan *tie bar*. Jika diperlukan untuk kendali retak dapat digunakan *wire mesh*, penggunaan independen terhadap adanya tulangan *dowel*.
- b. Perkerasan beton bertulang menerus terdiri dari prosentasi besi yang relatif cukup banyak dan tidak ada siar, kecuali untuk keperluan pelaksanaan konstruksi dan beberapa siar muai.

Adapun lapisan-lapisan struktur dari perkerasan kaku (*rigit pavement*) beserta fungsinya adalah:



Gambar 2.2 Lapisan-lapisan Struktur Perkerasan Kaku

2.1 Lapisan Permukaan (*Surface Course*)

Lapisan permukaan (*surface course*) adalah lapisan yang teratas pada suatu perkerasan kaku (*rigid pavement*) yang dimana lapisan ini berupa slab beton dengan tebal $\geq 10-15$ cm, adapun jenis *rigid pavement* terdiri atas dua jenis, yaitu perkerasan dengan tulangan dan perkerasan tanpa tulangan. Adapun menurut Hardiyatmo (2015), plat beton biasanya diletakan di atas material granuler yang dipadatkan atau pondasi bawah yang dirawat (*treated subbase*) yang dibawahnya didukung oleh tanah dasar (*subgrade*) yang dipadatkan. Adapun fungsi dari lapisa permukaan (*surface course*) sama dengan perkersan lentur, yaitu :

- a. Sebagai lapisan yang menahan dan menyebarkan beban roda.
- b. Memberikan kenyamanan bagi pengguna jalan.
- c. Sebagai lapisan yang memberikan koefisien gesek pada ban kendaraan sehingga tidak terjadi slip.
- d. Menahan repitisi dari adanya beban yang diakibatkan oleh kendaraan
- e. Lapisan kedap air yang mencegah masuknya air ke dalam apisan struktur dibawahnya.

2.2 Lapisan Pondasi Bawah (*Subbase Course*)

Lapisan pondasi bawah (*subbase course*) ini terletak diantara lapisan plat beton yang merupakan lapisan permukaan dan lapisan tanah dasar (*subgrade*). Lapisan pondasi ini bawah ini selain memberikan tambahan daya dukung atau kestabilan pada struktur juga berperan sebagai drainase bawah permukaan atau *drainage layer*. Pondasi bawah diharapkan dapat mengalirkan air resapan yang masuk lewat sambungan/*join slab* beton. Adapun fungsi dari lapis pondasi bawah pada *rigid pavement* adalah :

- a. Mengurangi pengaruh pumping pada tanah dasar akibat resapan air dan air tanah yang muncul ke permukaan.
- b. Sebagai lapisan drainase yang mengalirkan air resapan yang meresap melalui cela-cela sambungan pelat beton.
- c. Sebagai lapisan guna menambah daya dukung atau kestabilan struktur terhadap beban lalu lintas.
- d. Mengurangi terjadinya keretakan pada pelat beton.
- e. Sebagai lantai kerja lapisan *rigid pavement*.

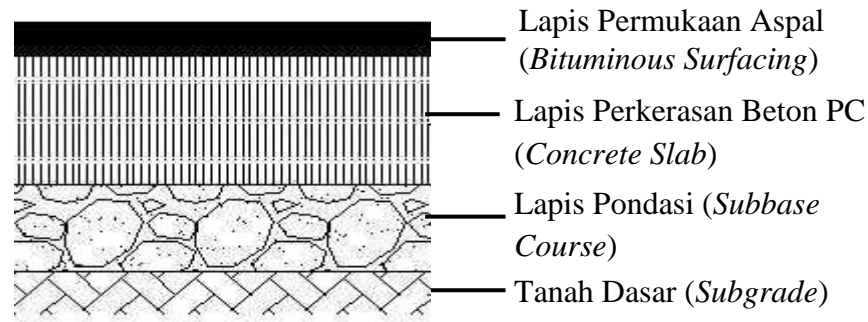
2.3 Lapisan Tanah dasar (*Subgrade*)

Sama halnya dengan perkerasan lentur, dimana lapisan tanah dasar adalah bagian terbawah dari perkerasan jalan berupa tanah asli, galian, maupun timbunan sebagai lapisan perletakan bagi lapisan di atasnya. Adapun bahan yang dipilih sebaiknya yang tidak termasuk tanah yang berplastisitas tinggi yang diklasifikasikan sebagai A-7-6 menurut AASHTO M145 atau sebagai CH, OL, Oh, dan PT menurut “*Unified atau Casagrande Soil Classification System*”. Apabila kondisi tanah pada lokasi pembangunan jalan mempunyai spesifikasi yang direncanakan maka tanah tersebut akan langsung dipadatkan dan digunakan. Tebalnya berkisar antara 50 – 100 cm. Apabila mengacu pada dokumen AASHTO T99, lapisan tanah dasar (*subgrade*) harus dipadatkan sekurang-kurangnya 95% sampai dengan 100% dari kepadatan kering maksimum sebagaimana pada kadar air $\pm 2\%$ dari kadar air optimum di laboratorium. Fungsi utamanya adalah sebagai tempat perletakan jalan raya dan penopang lapisan perkerasan yang ada di atasnya.

3. Perkerasan Komposit (*Composite Pavement*)

Perkerasan komposit (*composite pavement*) merupakan kombinasi antara konstruksi perkerasan kaku (*rigid pavement*) dan lapisan perkerasan lentur (*flexible pavement*) di atasnya. Dari kombinasi kedua perkerasan tersebut bekerja sama dalam memikul beban lalu lintas. Adapun lapisan strukturnya dimulai dari tanah dasar (*subgrade*), lapis pondasi (*subbase course*), lapisan perkerasan beton, dan lapis permukaan aspal sebagai lapisan aus, yang

dimana lapisan-lapisan struktural dari perkerasan komposit (*composite pavement*) memiliki fungsi yang sama seperti perkerasan lentur (*flexible pavement*) dan perkerasan kaku (*rigid pavement*).



Gambar 2.3 Lapisan-lapisan Struktur Perkerasan Komposit (*Composite Pavement*)

D. Bagian-bagian Jalan

Apabila merujuk pada Peraturan Direktorat Jendral Bina Marga Tahun 1997, bagian-bagian jalan meliputi ruang manfaat jalan (Rumaja), ruang milik jalan (Rumija) dan ruang pengawasan jalan (Ruwasja). Dan adapun uraian mengenai bagian jalan tersebut sebagai berikut:

1. Ruang manfaat jalan (Rumaja)

Ruang manfaat jalan (Rumaja) adalah daerah yang meliputi seluruh badan jalan, saluran tepi jalan dan ambang pengaman. Ruang manfaat jalan (Rumaja) dibatasi oleh :

- a. lebar antara batas ambang pengaman konstruksi jalan di kedua sisi jalan;
- b. tinggi 5 meter di atas permukaan perkerasan pada sumbu jalan, dan;
- c. kedalaman ruang bebas 1,5 meter di bawah muka jalan.

2. Ruang milik jalan (Rumija)

Ruang milik jalan (Rumija) adalah daerah yang meliputi seluruh daerah manfaat jalan dan daerah yang diperuntukkan bagi pelebaran jalan dan penambahan jalur lalu lintas di kemudian hari serta kebutuhan ruangan untuk pengaman jalan. Ruang milik Jalan (Rumija) dibatasi oleh lebar yang sama

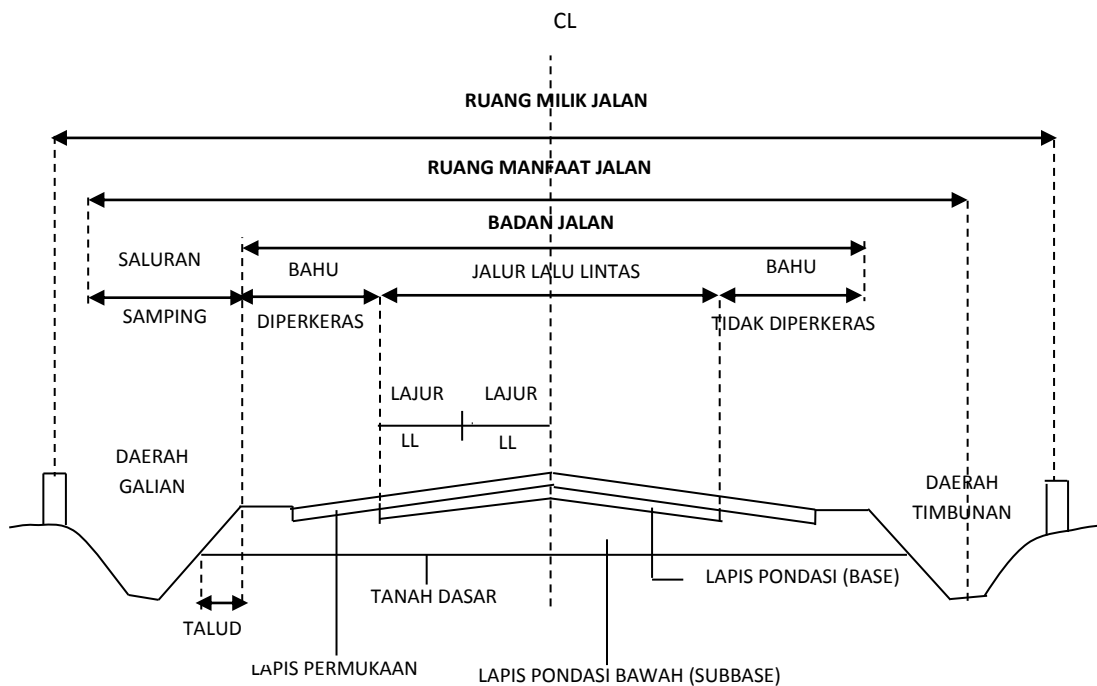
dengan Rumaja ditambah ambang pengaman konstruksi jalan dengan tinggi 5 meter dan kedalaman 1,5 meter.

3. Ruang pengawasan jalan (Ruwasja)

Ruang pengawasan jalan (Ruwasja) adalah lajur lahan yang berada di bawah pengawasan penguasa jalan, ditujukan untuk penjagaan terhadap terhalangnya pandangan bebas pada pengemudi kendaraan bermotor dan untuk pengamanan konstruksi jalan dalam hal ruang milik jalan tidak mencukupi. Ruang pengawasan jalan (Ruwasja) adalah ruang sepanjang jalan di luar Rumaja yang dibatasi oleh tinggi dan lebar tertentu, diukur dari sumbu jalan sebagai berikut :

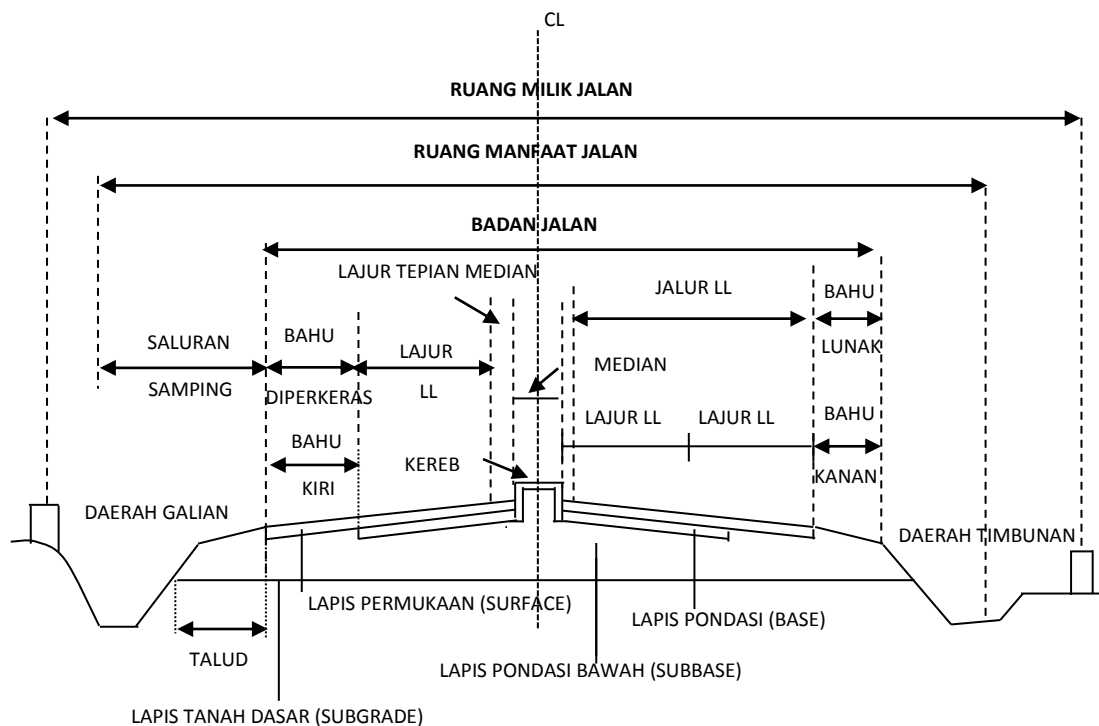
- a. jalan Arteri minimum 20 meter,
- b. jalan Kolektor minimum 15 meter,
- c. jalan Lokal minimum 10 meter.

Ruwasja pada daerah tikungan ditentukan oleh jarak pandang bebas.



Gambar 2.4 Penampang Melintang Jalan Tanpa Median

Sumber: Direktorat Jendral Bina Marga 1997



Gambar 2.5 Penampang Melintang Jalan Dengan Median

Sumber: Direktorat Jendral Bina Marga 1997

G. Umur Rencana

Umur rencana ditentukan apabila desain suatu jalan telah jadi dan dibuka guna melayani lalu lintas hingga pada jangka waktu tertentu pelayanan jalan tersebut menurun samapai harus diperlukan adanya perbaikan/rehabilitasi berupa *overlay* lapisan perkerasan maupun pelebaran jalan untuk melayani laju pertumbuhan lalu lintas. Laju pertumbuhan lalu lintas merupakan dampak dari pertumbuhan kepemilikan kendaraan, pertumbuhan ekonomi, pertumbuhan penduduk dan pertumbuhan tata guna lahan yang mengakibatkan terjadinya kepadatan lalu lintas dan bertambahnya volume lalu lintas pada setiap ruas jalan yang dapat menyebabkan berkurangnya tingkat pelayanan jalan. Berdasarkan Petunjuk Perencanaan Perkerasan Lentur Jalan Raya dengan Metode Analisa Komponen (1987) umur rencana merupakan jumlah waktu dan tahun dihitung sejak jalan tersebut mulai dibuka sampai saat diperlukan perbaikan berat atau dianggap perlu diberi lapis permukaan yang baru. Tingkat pelayanan jalan yang menurun akibat semakin bertambahnya umur pelayanan dan pertumbuhan

lalu lintas akan berlanjut pada kerusakan struktur jalan yang lebih parah hingga pada tingkat yang paling minimal, yang artinya jalan dinyatakan tidak layak lagi melayani pertumbuhan lalu lintas yang ada apabila tidak dilakukan rehabilitasi terhadap struktur jalan tersebut.

Apabila sudah terjadi kerusakan utama pada struktur jalan, kerusakan tersebut akan menjadi faktor untuk kerusakan-kerusakan yang lain. Sebagai contoh pada kerusakan retak buaya yang disebabkan oleh beban lalu lintas yang dilayani dan faktor lingkungan disekitarnya, dimana retakan tersebut menjadi celah air meresap dan dapat menyebabkan kerusakan pada struktur jalan seperti lubang, pelepasan butiran, dan sampai tahap terparahnya apabila air masuk kedalam lapisan *subgrade* yang dapat menyebabkan *pumping* dan menyebabkan kerusakan yang lebih parah pada struktur jalan sehingga tidak mampu untuk melayani lalu lintas lagi. Pemeliharaan dan perbaikan jalan harus dilakukan pada tingkat kerusakan jalan yang masih rendah dikarenakan biaya untuk pemeliharaan dan perbaikan akan relatif lebih murah. Dan apabila tidak dilakukan pemeliharaan dan perbaikan, maka tingkat kerusakan menjadi lebih parah, maka biaya yang dikeluarkan untuk perbaikan akan lebih tinggi.

Adapun menurut Sukirman (1999), umur rencana pelaksanaan jalan adalah jumlah tahun dari saat jalan tersebut dibuka untuk lalu lintas kendaraan sampai dilakukan suatu perbaikan yang bersifat struktural (sampai diperlukan *overlay* lapisan perkerasan). Selama umur rencana tersebut pemeliharaan perkerasan jalan tetap harus dilakukan, seperti pelapisan nonstruktural yang berfungsi sebagai lapis aus. Umur rencana untuk perkerasan lentur jalan baru umumnya diambil 20 tahun dan untuk peningkatan jalan 10 tahun. Umur rencana yang lebih besar dari 20 tahun tidak lagi ekonomis karena perkembangan lalu lintas yang terlalu besar dan sukar mendapatkan ketelitian yang memadai (tambahan tebal lapisan perkerasan menyebabkan biaya awal yang cukup tinggi).

E. Tingkat Kinerja Perkerasan Jalan

Kinerja perkerasan didasarkan berdasarkan kinerja struktural (*structural performance*) dan kinerja fungsional (*fungsional performance*), dimana keduanya saling berpengaruh dalam pelayanan jalan terhadap lalu lintas yang dilayaninya. Adapun kinerja perkerasan secara struktural meliputi keamanan, kenyamanan dan kekuatan perkerasan pada stuktur penyusun perkerasan dalam memikul beban lalu lintas, sedangkan kinerja perkerasan secara fungsional dapat dinyatakan dalam Indek Permukaan (IP)/*Present Serviceability Index* (PSI) atau dapat juga dinyatakan dalam Indeks Kondisi Jalan atau *Road Condition Index* (RCI) (Hardiani, 2008).

1. Indek Permukaan (IP) atau *Present Serviceability Index* (PSI)

Adapun tingkat kinerja perkerasan jalan didasarkan pada Indek Permukaan (IP) atau *Serviceability Index* (PSI). Dimana nilai *Serviceability Index* (IP) dengan rentan 0-5, yang dimana rentan nilai 0 sampai 5 tersebut pada masing-masing angka menunjukkan nilai dari fungsi pelayanannya (Sukirman, 1999). Pada *serviceability Index* terdapat nilai IPO, yang dimana nilai IPO ditentukan berdasarkan jenis lapis permukaan yang dipilih dan nilai ketidakrataan permukaan yang mungkin dicapai pada saat itu dibangun atau nilai IPO ditetapkan pada saat jalan baru dioperasikan dan nilainya akan berangsur-angsur berkurang sesuai dengan bertambahnya umur struktur jalan, adapun indeks penilaian *Serviceability Index* (IP) dapat dilihat pada Tabel 2.6.

Tabel 2.6 Nilai Indeks Permukaan/*Serviceability Index* (IP)

IP	Fungsi Pelayanan
4 – 5	Sangat Baik
3 – 4	Baik
2 – 3	Cukup
1 – 2	Kurang
0 – 1	Sangat Kurang

Sumber : Sukirman, 1999

2. Road Condition Index (RCI)

Indikator kinerja fungsional jalan selain Indeks Permukaan/*Serviceability Index* adalah *Road Condition Index* (RCI) dengan rentan nilai 2-10, yang dimana rentan nilai 2 sampai 10 tersebut pada masing-masing angka menunjukkan kondisi permukaan pada perkerasan jalan atau dapat dinyatakan bahwa nilai *Road Condition Index* (RCI) adalah skala tingkat kenyamanan atau kinerja jalan yang dapat diperoleh dengan alat *roughometer* maupun secara visual, adapun indeks penilaian *Road Condition Index* (RCI) dapat dilihat pada Tabel 2.7.

Tabel 2.7 Indeks Kondisi Jalan (*Road Condition Index* = RCI)

RCI	Kondisi Permukaan Jalan Secara Visual
8 – 10	Sangat rata dan teratur
7 – 8	Sangat baik, umumnya rata
5 – 6	Baik
4 – 5	Cukup, sedikit sekali atau tidak ada lubang, tetapi permukaan jalan tidak rata
3 – 4	Rusak, bergelombang, banyak lubang
2 – 3	Rusak berat, banyak lubang dan seluruh daerah perkerasan hancur
≤ 2	Tidak dapat dilalui, kecuali dengan 4WD jeep

Sumber : Sukirman, 1999

Pada dasarnya kinerja struktur perkerasan jalan dilapangan seperti tingkat pelayanan, kekasaran permukaan, tingkat kenyamanan, kondisi atau wujud struktural dan lainnya, dimana nilai dari keseluruhan akan menurun dengan semakin bertambahnya umur dari struktur jalan tersebut sehingga perlu dilakukannya pemeliharaan. Pemeliharaan jalan merupakan upaya guna menghambat kerusakan yang berarti pada pekerasan jalan sehingga mampu melayani atau memberikan pelayanan lalu lintas saat ini dan masa mendatang sesuai dengan yang direncanakan berdasarkan umur rencana. Menurut Direktorat Jendral Bina Marga No. 024/T/Bt/1995 dalam Hardiyatmo (2005) mengenai

Petunjuk Pelaksanaan Pemeliharaan Jalan Kabupaten pemeliharaan dibagi dalam 2 kategori, adapun dua ketegori dalam pemeliharaan jalan tersebut yaitu :

1. Pemeliharaan Rutin

Pemeliharaan rutin mencakup pekerjaan-pekerjaan perbaikan kecil dan pekerjaan rutin, yang umumnya dilaksanakan pada jangka waktu yang teratur dalam satu tahun dan atas dasar sebagai yang dikehendaki seperti penambalan permukaan, pemotongan rumput dan termasuk pekerjaan-pekerjaan perbaikan untuk menjaga agar jalan tetap pada kondisi yang baik. Pemeliharaan rutin biasanya dilaksanakan pada semua ruas atau segmen yang ada dalam keadaan baik atau sedang, termasuk proyek-proyek pembangunan jalan baru dan peningkatan jalan sesudah berakhirnya ketentuan mengenai pemeliharaan dalam kontrak. Adapun frekuensi pemeliharaan yang dilakukan dengan interval penanganan kurang dari 1 (satu) tahun baik itu berupa kegiatan pemeliharaan rutin yang direncanakan (*cyclic*) maupun kegiatan pemeliharaan rutin yang tidak direncanakan yang tergantung pada kerusakan di lapangan (*reactive*).

2. Pemeliharaan Berkala

Pemeliharaan berkala merupakan pekerjaan yang mempunyai frekuensi yang terencana lebih dari satu tahun pada salah satu lokasi. Untuk jalan-jalan Kabupaten, pekerjaan ini terdiri dari pemberian lapis ulang pada jalan-jalan dengan lapis permukaan dari aspal, dan pemberian lapis ulang krikil pada jalan krikil, termasuk pekerjaan penyiapan permukaan. Pada umumnya jalan-jalan berkondisi rusak atau rusak berat memerlukan usaha besar agar mencapai standar minimum yang sesuai untuk lalu lintas yang di harapkan, adapun usaha usaha tersebut dapat berupa:

- a. Pembangunan baru yang terdiri atas pekerjaan untuk meningkatkan jalan tanah atau jalan setapak agar dapat dilalui kendaraan bermotor. Kondisi seperti ini biasanya memerlukan biaya yang besar dengan pekerjaan tanah yang besar pula.
- b. Pekerjaan peningkatan yang merupakan standar pelayanan dari jalan yang sudah ada, baik dengan membuat lapisan menjadi halus, seperti pengaspalan terhadap jalan yang belum diaspal, maupun penambahan lapisan permukaan

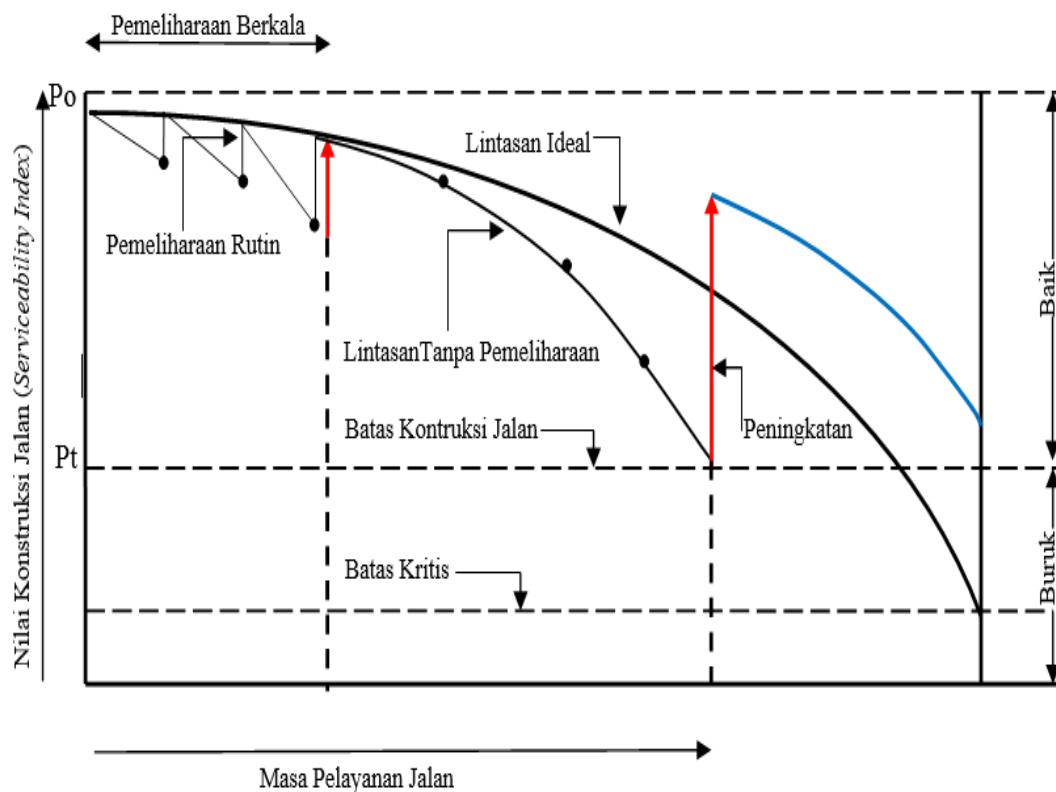
(*overlay*), penambahan lapisan structural untuk memperkuat perkerasan maupun pelebaran lapis perkerasan yang ada.

- c. Pekerjaan rehabilitasi, dimana pekerjaan ini diperlukan bila pekerjaan pemeliharaan yang seharusnya secara tetap dilaksanakan telah diabaikan, atau pemeliharaan berkala seperti *overlay* terlalu lama ditunda, sehingga keadaan lapis permukaan semakin memburuk. Pembangunan kembali secara keseluruhan biasanya diperlukan bila kerusakan struktural sudah tersebar luas sebagai akibat diabaikannya pemeliharaan, kekuatan desain yang tidak sesuai, atau dapat juga karena umur rencana yang sudah terlewati

Adapun skema tingkat pelayanan jalan terhadap masa pelayanan dapat dijelaskan pada Gambar 2.6, jalan akan mengalami penurunan tingkat pelayanan atau dapat dikatakan menurunnya kondisi perkerasan akibat faktor lalu lintas maupun faktor non lalu lintas, dimana penurunan tingkat pelayanan jalan tersebut diindikasikan dengan terjadinya kerusakan pada perkerasan jalan. Pada titik pemeliharaan rutin menunjukkan bahwa pada keadaan jalan akan berada pada lintasan ideal sesuai umur rencana apabila dilakukan pemeliharaan rutin atau pemeliharaan berkala serta membutuhkan dana yang lebih kecil dibandingkan dengan jalan tanpa adanya pemeliharaan secara rutin atau berkala hingga pada titik batas kemampuan akhir konstruksi jalan tersebut tidak mampu melayani beban lalu lintas yang ada sehingga membutuhkan dana yang lebih besar pada pelaksanaan *reconstruction* atau pembangunan kembali. Pelaksanaan peningkatan struktur jalan yang dijelaskan pada Gambar 2.6 dapat berupa lapis tambah (*overlay*) perlu dilakukan guna meningkatkan pelayanan jalan terhadap lalu lintas saat ini dan masa mendatang dengan umur rencana yang sudah ditentukan, hal tersebut juga dilakukan guna mencegah kerusakan yang berarti atau kegagalan struktur akibat umur rencana yang semakin berkurang dan beban lalu lintas yang semakin bertambah.

Menurut Hardiyatmo (2005), Pemeliharaan yang direncanakan sebelum terjadinya kerusakan (*preventif*) umumnya lebih diutamakan dibandingkan dengan pemeliharaan yang tidak terencana atau pemeliharaan setelah terjadi kerusakan (*korektif*). Pada Gambar 2.7 menunjukkan bahwa kondisi perkerasan yang

masih baru awalnya dalam kondisi yang sangat baik, dan kemudian memburuk perlahan-lahan dengan berjalannya waktu dan akibat repetisi beban lalu lintas. Saat terjadi penurunan kondisi perkerasan jalan hingga 40% dan segera dilakuka perawatan atau perbaikan, maka biayanya akan lebih murah 4 sampai 5 kalinya jika dibandingkan dengan biaya yang dibutuhkan apabila perkerasan jalan sudah mengalami penurunan sebesar 80%.



Keterangan :

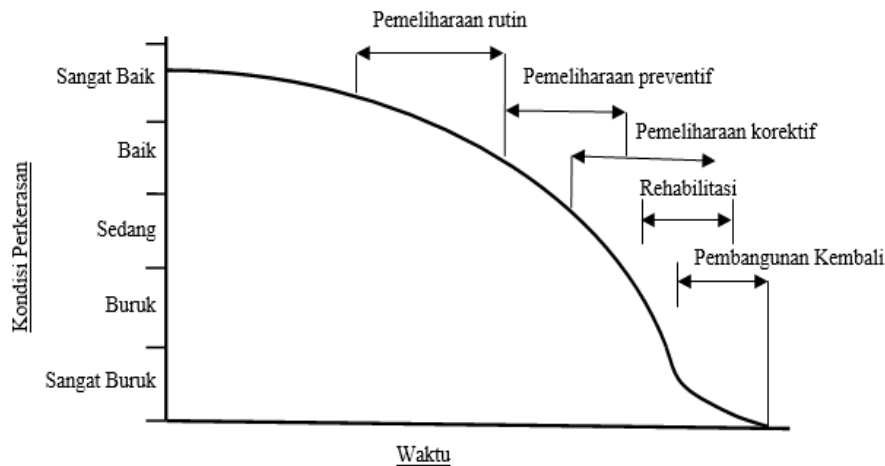
Po = Nilai konstruksi/Serviceability index awal (baru)

Pt = Nilai konstruksi/Serviceability index akhir (batas kemampun akhir)

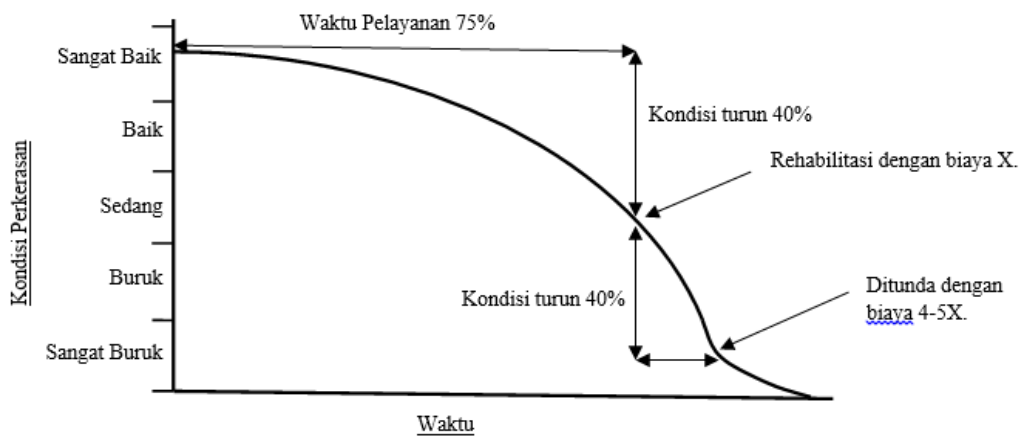
Gambar 2.6 Grafik Hubungan Nilai Konstruksi dengan Masa Pelayanan Jalan

Sumber : *Life Cycle Cost Analysis For Indot Pavement Design Procedures*

FHWA/IN/JTPR-2004/28 dalam Danu Wahyudi



a) Alternatif Perbaikan Perkerasan



b) Alternatif Perbaikan Perkerasan

Gambar 2.7 Hubungan Perbaikan Perkerasan Jalan dengan Biaya Perbaikan

Sumber : Hardiyatmo, 2005

Secara umum menurut *World Bank* (dalam Departemen Pekerjaan Umum 2005), dapat dijelaskan bahwa terdapat 3 (tiga) tujuan utama dari pelaksanaan pemeliharaan jalan yaitu:

1. Mempertahankan Kondisi Jalan Agar Tetap Berfungsi

Salah satu tujuan adanya pemeliharaan dan peningkatan jalan adalah guna menjaga fungsi jalan agar tetap mampu melayani lalu lintas yang ada guna mendukung pelayanan perpindahan barang dan jasa, industri, perokonomian masyarakat, pembangunan dan bahkan keamanan/integrasi suatu daerah.

2. Mengurangi Tingkat Kerusakan Jalan

Jalan yang digunakan untuk melayani lalu lintas akan mengalami penurunan kondisi dan ada akhirnya konstruksi jalan akan semakin memburuk dan penurunan tersebut akan terus berlanjut sampai kondisi jalan berada pada titik kritis atau gagal konstruksi sehingga tidak dapat digunakan untuk melayani lalu lintas yang ada. Dengan adanya pemeliharaan dan peningkatan kondisi jalan, maka laju kerusakan jalan tersebut dapat dikurangi sehingga masa pelayanan jalan dapat melayani lalu lintas sesuai dengan umur rencananya.

3. Memperkecil Biaya Operasi Kendaraan (BOK)

Besarnya biaya operasi kendaraan ditentukan oleh jenis kendaraan, geometri jalan, dan kondisi dari jalan. Sehingga dengan pemeliharaan jalan yang baik maka tingkat kerataan dapat dipertahankan dan biaya operasi kendaraan tidak meningkat. Jalan dengan kerusakan yang cukup tinggi akan memiliki ketidakteraturan permukaan yang tinggi yang akan memberikan konsekuensi keausan kendaraan dan konsumsi bahan bakar yang meningkat.

H. Kerusakan Struktur Perkerasan Jalan

Kerusakan pada konstruksi perkerasan jalan dapat disebabkan oleh beberapa faktor yang saling berkaitan, yang dimana faktor-faktor tersebut mengurangi kekuatan pada struktur perkerasan dalam menerima beban lalu lintas. Adapun menurut Sukirman (1999) kerusakan pada konstruksi perkerasan jalan dapat disebabkan oleh:

1. Lalu lintas, yang dapat berupa peningkatan beban dan repetisi beban yang disalurkan.
2. Air, yang dapat berasal dari air hujan, sistem drainase jalan yang tidak baik, naiknya air akibat sifat kapilaritas dan hal-hal lainnya di lingkungan sekitar perkerasan yang dapat mempengaruhi kinerja pelayanan perkerasan.
3. Material penyusun konstruksi perkerasan, dalam hal ini dapat disebabkan oleh sifat material itu sendiri atau dapat pula disebabkan oleh sistem pengolahan bahan yang tidak baik.

4. Cuaca/iklim, mengingat Indonesia merupakan negara di daratan Asia Tenggara yang beriklim tropis, dimana suhu udara dan curah hujan umumnya tinggi, yang dapat mempengaruhi kinerja perkerasan jalan dan merupakan salah satu penyebab kerusakan jalan.
5. Kondisi tanah dasar yang tidak stabil, kemungkinan disebabkan oleh sistem pelaksanaan yang kurang baik, atau dapat juga disebabkan oleh sifat tanah dasar pada struktur perkerasan jalan yang dasarnya yang memang jelek.
6. Proses pemadatan lapisan diatas tanah yang pada dasarnya dinilai kurang baik.

Pada dasarnya secara umum kerusakan jalan digolongkan menjadi dua tipe kerusakan pada struktur perkerasan jalan, adapun dua tipe kerusakan yaitu:

1. Kerusakan Fungsional

Kerusakan fungsional terjadi bila struktur perkerasan tidak dapat lagi dapat melayani lalu lintas sesuai dengan fungsi yang diharapkan. Kerusakan fungsional ini merupakan kerusakan yang bisa berhubungan dengan kerusakan struktur dan dapat juga dikatakan tidak berhubungan dengan kerusakan struktur. Kerusakan fungsional pada jalan ini didasarkan pada tingkat ketidakrataan permukaan (*roughness*).

2. Kerusakan Struktural

Kerusakan struktural terjadi ditandai dengan kerusakan pada satu atau lebih lapisan perkerasan. Kerusakan ini membuat struktur perkerasan jalan tidak mampu lagi menahan beban lalu lintas yang bekerja diatasnya dan apabila kerusakan ini tidak cepat dilakukan perbaikan atau penambahan tebal lapisan permukaan (*overlay*), maka akan berkembang dengan cepat menjadi kerusakan yang lebih parah sehingga jalan tidak layak lagi untuk digunakan.

I. Faktor-faktor Kerusakan

Pada dasarnya jalan merupakan infrastruktur yang amat penting, sehingga dalam tahap pelaksanaan konstruksi perkerasan jalan haruslah dilakukan sesuai dengan standar prosedur yang ada sehingga dapat mengurangi adanya kerusakan dini dan ditambah dengan semakin rutinnya pemeliharaan yang dilakukan sesuai

dengan periode yang ditentukan maka akan dapat mengurangi kemungkinan kerusakan pada perkerasan jalan dan biaya yang dikeluarkan tidak akan sebesar apabila melakukan rehabilitasi jalan yang sudah mengalami kerusakan yang lebih parah. Adapun faktor-faktor kerusakan yang perlu diperhatikan karena mempengaruhi tingkat pelayanan konstruksi perkerasan jalan antara lain adalah lalu lintas, lingkungan/air (drainase), desain perkerasan jalan, material penyusun perkerasan jalan, temperatur, dan cuaca/iklim, adapun penjelasannya sebagai berikut:

1. Lalu lintas

Terjadinya pemampatan volume pada tanah dasar akibat pengaruh dari beban lalu lintas akan menyebabkan terjadinya penurunan tak seragam pada lapisan struktur perkerasan yang tentunya akan berpengaruh pada tingkat kerataan jalan, sehingga mengurangi tingkat kenyamanan dan keselamatan bagi pengguna jalan. Adapun kerusakan-kerusakan yang dapat terjadi akibat beban lalu lintas yang ditopang oleh struktur perkerasan seperti ambles (*depression*), alur (*rutting*), sungkur (*shoving*), patah slip (*slippage cracking*) dan lain sebagainya. Dewasa ini lalu lintas yang menggunakan jalan umumnya merupakan lalu lintas campuran seperti kendaraan bermotor, dan tidak bermotor, kendaraan kecil dan besar serta konfigurasi sumbu dan jumlah beban yang diangkut kendaraan tersebut. Pengaruh dari masing-masing jenis kendaraan tersebut baik terhadap kualitas pelayanan lalu lintas maupun terhadap kerusakan struktur perkerasan tentunya akan berbeda-beda, sebagaimana dapat diketahui bahwa kendaraan dengan beban sumbu kendaraan lebih besar dan pengulangan beban akan lebih mempengaruhi tingkat pelayanan perkerasan. Adapun yang perlu diperhatikan terhadap dampak kerusakan pada struktur perkerasan yaitu:

- a. Peningkatan volume lalu lintas.
- b. Distribusi beban kendaraan.
- c. Pengulangan beban kendaraan/repetisi beban kendaraan.
- d. Faktor perusak (*equivalency factor*).

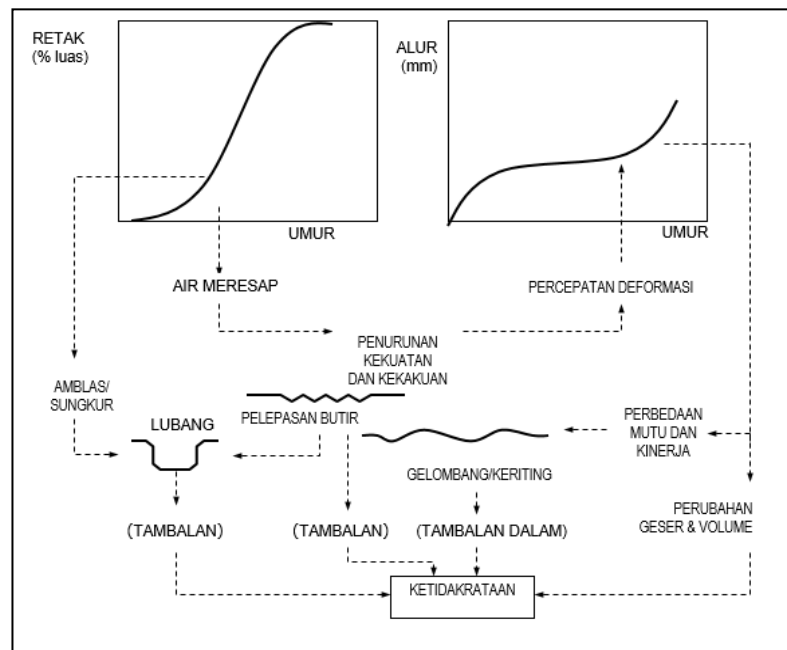
2. Lingkungan

Faktor lingkungan yang kurang mendukung terutama pada saluran pembuangan jalan atau drainase yang kurang memadai akan menyebabkan genangan air, yang dimana air tersebut akan meresap ke lapisan struktur perkerasan jalan yang akan membuat daya dukung struktur perkerasan jalan tersebut berkurang. Pada dasarnya air merupakan musuh utama struktur perkerasan jalan dan apabila sistem drainase di sekitar konstruksi perkerasan jalan dinilai kurang memadai atau bahkan tidak ada saluran drainase akan menyebabkan genangan pada badan jalan, genangan tersebut dapat mempengaruhi sifat-sifat teknis konstruksi yang ada pada struktur perkerasan tersebut dan dapat menyebabkan kerusakan. Air akan membuat daya rekatan antar material perkerasan berkurang dan menyebabkan adanya retakan-retakan pada permukaan lapisan perkerasan (*surface course*). Apabila sudah terjadi retakan pada lapis permukaan, maka retakan tersebut akan menjadi penyebab utama adanya kerusakan-kerusakan lainnya yang lebih parah pada perkerasan jalan seperti lubang, pelepasan butiran, hingga apabila air masuk lewat retakan dan bahu jalan akan membasahi atau meresap hingga pada lapis pondasi atau bahkan hingga pada lapis tanah dasar, maka hal tersebut akan mengurangi kekuatan pada konstruksi struktur perkerasan terhadap beban lalu lintas di atasnya hingga menyebabkan kerusakan yang fatal hingga pada keadaan gagal konstruksi. Adapun menurut Hardiyatmo (2015) perubahan kadar air dalam perkerasan umumnya diakibatkan oleh satu atau lebih, dari hal-hal berikut:

- a. Rembesan dari permukaan tanah yang lebih tinggi ke struktur jalan.
- b. Fluktuasi muka air tanah.
- c. Infiltrasi air yang berasal dari permukaan perkerasan jalan dan bahu jalan.
- d. Transfer kelembabab sebagai akibat perbedaan kadar air atau suhu dalam bentuk cair atau uap.
- e. Permeabilitas relatif dari lapisan-lapisan perkerasan terhadap tanah dasar (*subgrade*)

Dari faktor-faktor di atas hanya poin a, b dan c dapat dikendalikan dengan cara pemasangan drainase dan penanganan tanah dasar yang baik. Adapun

mekanisme faktor lingkungan yang kurang memadai sehingga mempengaruhi kinerja perkerasan jalan dapat dilihat pada Gambar 2.8.



Gambar 2.8 Mekanisme Kerusakan Perkerasan Jalan

Sumber: Paterson (1987) dalam *Jurnal Perkuliahan Penilaian Perkerasan Jalan UMY*

3. Desain Perkerasan Jalan

Pemilihan jenis perkerasan akan bervariasi sesuai kereteria perencanaan agar sesuai dengan umur pelayanan yang telah ditentukan, sehingga biaya pemeliharaan yang dibutuhkan relatif kecil dan mencegah kerusakan dini pada perkerasan jalan. Adapun kereteria yang mempengaruhi perencanaan perkerasan jalan sehingga dapat ditentukan jenis perkerasan, tebal lapis struktur perkerasan dan material perkerasan jalan tersebut adalah :

- a. Kendaraan rencana
- b. Satuan Mobil Penumpang (SMP)
- c. Kecepatan rencana
- d. Volume lalu lintas rencana

Sehingga perencanaan desain perkerasan perlu diperhatikan agar sesuai dengan umur peyalanan rencana. Adapun desain perkerasan juga harus

mempertimbangkan iklim wilayah, biaya selama umur pelayanan terendah, batasan dan kepraktisan konstruksi.

4. Material Penyusun Perkerasan

Dalam pemilihan material perkerasan dapat didasarkan kepada kereteria desain perkerasan jalan berupa kendaraan rencana, Satuan Mobil Penumpang (SMP), kecepatan rencana, volume lalu lintas rencana dan tentunya iklim wilayah tersebut karena dapat mempengaruhi sifat fisik material penyusun struktur perkerasan jalan yang menyebabkan berkurangnya tingkat pelayanan jalan terhadap lalu lintas yang ada. Dan dalam pemilihan material penyusun perkerasan jalan juga perlu dilakukan kajian yang sesuai dengan penerapannya dan harus meninjau dari beberapa aspek berupa nilai ekonomis material, sifat material (nilai keawetan/kekuatan material), umur rencana, tingkat keperluan, pelaksanaan konstruksi dan syarat teknis lainnya, sehingga didapatkan konstruksi struktur jalan sesuai dengan apa yang direncanakan dengan biaya yang ada. Adapun karakteristik modulus bahan untuk iklim dan kondisi pembebanan Indonesia diberikan dalam Tabel 2.6 untuk bahan berpengikat dan Tabel 2.7 untuk bahan berbutir lepas (Direktorat Jendral Bina Marga No. 02/M/BM/2013).

Tabel 2.8 Karakteristik Modulus Bahan Berpengikat yang Digunakan Untuk Pengembangan Bagan Desain dan Untuk Analisis Mekanistik Material

Jenis Bahan	Modulus Tipikal	Koefisien Relatif (a)	Rasio Poisson's
HRS WC	800 MPa	0,28	0,40
HRS BC	900 MPa	0,28	
AC WC	1100 MPa	0,31	
AC BC (lapis atas)	1200 MPa	0,31	
AC Base atau AC BC (sebagai base)	1600 MPa	0,31	

Tabel 2.6 Lanjutan

Bahan bersemen (CTB)	500 MPa retak		0,2 (mulus) 0,35 (retak)
Tanah dasar (disesuaikan musiman)	10×CBR (MPa)		0,45 (tanah kohesif) 0,35 (tanah non kohesif)

Sumber: Direktorat Jendral Bina Marga No. 02/M/BM/2013

Berdasarkan Direktorat Jendral Bina Marga No. 02/M/BM/2013 besarnya modulus bahan berbutir lepas tergantung dari tegangan yang bekerja, dengan alasan tersebut modulus yang tercantum di dalam Tabel 2.7 menurun apabila ketebalan dan kekakuan lapisan aspal di atasnya membesar.

Tabel 2.9 Karakteristik Modulus Bahan Berbutir Lepas yang Digunakan Untuk Pengembangan Bagan Desain dan Untuk Analisis Mekanistik Material

Ketebalan Lapisan Atas Bahan Berpengikat	Modulus Bahan Lapis Atas Berpengikat (MPa)		
	900 (HRS WC/ HRS Base)	1100 (AC WC)	1200 (AC BC) atau AC Base
40 mm	350	350	350
75 mm	350	350	350
100 mm	350	350	350
125 mm	320	300	300
150 mm	280	250	250
175 mm	250	250	250
200 mm	220	210	210

Sumber: Direktorat Jendral Bina Marga No. 02/M/BM/2013

Dan sifat-sifat bahan yang disyaratkan untuk lapis pondasi dapat dilihat pada Tabel 2.8 mengenai gradasi agregat lapis pondasi dan Tabel 2.9 mengenai sifat-sifat agregat lapis pondasi dan pondasi bawah, yang mana bahan penyusun harus bebas dari bahan organik dan gumpalan lempung atau bahan-bahan lain yang tidak dikehendaki.

Tabel 2.10 Gradasi Agregat Lapis Pondasi

Ukuran Saringan ASTM		Persen Berat Lolos Saringan (%)		
Nomer	Diameter butiran (mm)	Kelas A	Kelas B	Kelas C
2"	50	-	100	100
1 1/2"	37,5	100	88-95	70-100
1"	25,0	77-85	70-85	55-87
3/8"	9,50	44-58	40-65	40-70
No. 4	4,75	27-44	25-52	27-60
No. 10	2,0	17-30	15-40	20-50
No. 40	0,425	7-17	8-20	10-30
No. 200	0,075	2-8	2-8	5-15

Sumber : Departemen Pekerjaan Umum, 2005

Tabel 2.11 Sifat-sifat Agregat Lapis Pondasi dan Pondasi Bawah

Sifat-sifat	Kelas A	Kelas B	Kelas C
Abrasi agregat kasar (SNI 03-2417-1990)	Maks. 40%	Maks. 40%	Maks. 40%
Indeks plastisitas (SNI-03-1996-1990)	Maks. 6	Maks. 6	4-9
Hasil kali indeks Plastisitas dengan % lolos saringan No. 200	Maks. 25	-	-
Batas cair (SNI 03-1967-1990)	Maks. 25	Maks. 25	Maks. 25
Bagian yang lunak	Maks. 5%	Maks. 5%	-
CBR (SNI 03-1744-1989)	Min. 90%	Min. 65%	Min. 35%
Perbandingan persen lolos saringan No. 200 dan No.40	Maks. 2/3	Maks. 2/3	Maks. 2/3

Sumber : Departemen Pekerjaan Umum, 2005

5. Temperatur

Temperatur dapat mempengaruhi tingkat pelayanan pada struktur perkerasan khususnya pada perkerasan lentur, baik itu berupa temperature harian maupun temperature tahunan yang dapat mempengaruhi umur perkerasan dan tingkat pelayanan perkerasan. Adapun menurut Hardiyatmo (2015) temperatur lingkungan mempunyai pengaruh besar pada kinerja perkerasan yang permukaannya ditutup dengan aspal, aspal menjadi kaku dan getas pada temperatur rendah dan menjadi lunak atau lembek pada suhu yang tinggi, sehingga deformasi permanen dapat terjadi pada permukaan perkerasan akibat suhu yang terlalu tinggi, sehingga dapat dikatakan bahwa temperature dapat mempengaruhi sifat teknis dan sifat komponen material penyusun struktur lapisan perkerasan jalan maupun modulus elastisitas lapisan perkerasan.

6. Cuaca/Iklim

Pengaruh cuaca akan berpengaruh pada material beraspal dan pengaruh ini haruslah dipertimbangkan, dimana pengaruh cuaca terhadap material beraspal dapat mempengaruhi daktilitas dan ikatan material pada struktur perkerasan. Terutama pada dewasa ini cuaca ekstrim sangatlah sering terjadi seperti cuaca panas dengan waktu yang cepat berubah menjadi hujan, hal seperti itulah yang dapat mempengaruhi integritas dari suatu campuran aspal melalui melemahnya ikatan agregat dan pengikat atau yang disebut dengan pengelupasan. Jika hal tersebut terus terjadi berulang kali dalam waktu yang singkat ditambah dengan beban lalu lintas yang melintas di atasnya memungkinkan untuk terjadinya kerusakan pada lapis permukaan perkerasan jalan seperti *cracking*, *raveling*, hingga berlubang dan berlanjut pada kerusakan struktur lainnya yang lebih parah. Apabila terjadi kerusakan perkerasan akibat pengaruh cuaca/iklim dapat mengurangi tingkat pelayanan dari struktur perkerasan jalan tersebut terhadap volume lalu lintas di atasnya. Adapun pengaruh cuaca/iklim terhadap tingkat pelayanan perkerasan jalan dan tanah dasar adalah:

- a. Mempengaruhi sifat teknis dan sifat komponen material lapisan perkerasan.
- b. Pelapukan bahan material.

- c. Mempengaruhi tingkat kenyamanan dan keamanan dari perkerasan jalan.
- d. Mempengaruhi temperatur lapisan perkerasan
- e. Mempengaruhi modulus elastisitas lapisan perkerasan

Pembagian zona iklim untuk Indonesia dinyatakan di dalam Gambar 2.7 dan Tabel 2.6, dimana pembagian zona iklim diperlukan untuk dapat menentukan desain perkerasan (Direktorat Jendral Bina Marga No. 02/M/BM/2013).



Gambar 2.7 Zona Iklim di Indonesia

Sumber: Direktorat Jendral Bina Marga No. 02/M/BM/2013

Tabel 2.12 Zona Iklim di Indonesia

Zona	Uraian (HDM 4 types)	Lokasi	Curah Hujan (mm/tahun)
I	tropis, kelembaban sedang dengan musim hujan jarang	Sekitar Timor dan Sulawesi Tengah seperti yang ditunjukkan gambar	<1400
II	tropis, kelembaban sedang dengan musim hujan sedang	Nusa Tenggara, Merauke, Kepulauan Maluku	1400 - 1800
III	tropis, lembab dengan musim hujan sedang	Sumatera, Jawa, Kalimantan, Sulawesi, Papua, Bali, seperti yang ditunjukkan gambar	1900 - 2500

Tabel 2.10 Lanjutan

IV	tropis, lembab dengan hujan hampir sepanjang tahun dan kelembaban tinggi dan/atau banyak air	Daerah pegunungan yang basah, misalnya Baturaden (tidak ditunjukkan di peta)	>3000
----	--	--	-------

Sumber: Direktorat Jendral Bina Marga No. 02/M/BM/2013

J. Survei Kondisi Perkerasan Jalan

Untuk mengetahui kinerja konstruksi perkerasan jalan dapat dievaluasi melalui adanya survei terhadap konstruksi perkerasan tersebut, sehingga dapat dievaluasi dan dianalisis apakah pelayanan jalan pada masa kini maupun masa yang akan datang masih mampu melayani perkembangan lalu lintas yang ada, baik itu secara fungsional maupun struktural. Menurut Hardiyatmo (2015) kondisi permukaan perkerasan dapat dievaluasi dengan dilakukan survei ke lapangan yang disertai dengan pengambilan photo-photo untuk pencatatan dan inventarisasi kondisi permukaan, kemampuan structural perkerasan dapat dievaluasi dengan mempelajari kondisi permukaan dan komponen perkerasan, atau dengan mengukur defleksi perkerasan. Adapun pada perkerasan yang telah mencapai indeks permukaan akhir atau sudah saatnya masuk pada tahap rehabilitasi diharapkan perlu diberikan lapis tambahan (*overlay*) agar dapat kembali melayani beban lalu lintas, meningkatkan tingkat kenyamanan, meningkatkan tingkat keamanan dan meningkatkan tingkat kedap permukaan perkerasan terhadap air. Pada pekerjaan perencanaan tebal lapis tambahan (*overlay*), adapun hal-hal yang perlu dilakukan terlebih dahulu :

1. Survei kondisi permukaan

Survei ini bertujuan untuk menentukan kondisi permukaan perkerasan serta untuk mengetahui tingkat kenyamanan permukaan jalan terhadap lalu lintas saat ini. Survei ini dapat dilakukan secara visual dapat menggunakan metode PCI ataupun dengan bantuan alat mekanis. Informasi yang didapatkan dari survei kondisi permukaan dapat digunakan sebagai evaluasi program pemeliharaan perkerasan jalan hingga pada program rehabilitasi perkerasan

jalan dengan kualitatif yang didapat berdasarkan data kuantitas, adapun survei secara visual meliputi :

- a. Penilaian kualitas kondisi dari lapisan permukaan dari sangat baik, baik, sedang, atau rusak.
- b. Penilaian dilakukan dengan mencari nilai kerapatan kerusakan pada ruas jalan.
- c. Penilaian berat kerusakan yang terjadi, baik kualitas maupun kuantitas, penilaian dilakukan pada kerusakan kerusakan yang terjadi pada perkerasan yang membuat tingkat pelayanan perkerasan tersebut berkurang, penilaian kerusakan seperti retak-retak (*cracking*), kegemukan (*bleeding*), retak kotak-kotak (*block cracking*), cekungan (*bump and sags*), kriting (*corrugation*), amblas (*depression*), retak pinggir (*edge cracking*), retak sambung (*joint reflect cracking*), retak memanjang/melintang (*longitudinal/transverse cracking*), tambalan (*patching end utility cut patching*), pengausan agregat (*polished agregat*), lubang (*pot hole*), alur (*ruling*), pengelupasan lapis permukaan (*stripping*), sungkur (*shoving*), jembul (*upheavel*) dan pelepasan butir (*revelling*).

Survei kondisi sangat berguna untuk persiapan analisis struktural secara detail, dan untuk rehabilitasi, jika area-area secara baik direfrensikan dalam stasiun-stasiun, maka area yang membutuhkan pengumpulan data yang lebih intensif dapat didefinisikan (Hardiyatmo, 2015). Survai kondisi permukaan perkerasan jalan dengan bantuan alat yaitu dengan mempergunakan alat *roughmeter* yang ditempelkan pada sumbu belakang roda kendaraan penguji, prinsip dasar dari alat ini adalah mengukur jumlah gerakan vertikal sumbu belakang pada kecepatan tertentu (Sukirman, 1999)

2. Survei kelayakan struktural

Survei evaluasi kelayakan struktural konstruksi perkerasan dilaksanakan guna menentukan kelayakan struktur dari perkerasan jalan serta guna mengetahui permasalahan yang dialami oleh struktur perkerasan jalan tersebut. Peninjauan pada kondisi perkerasan dilihat berdasarkan penetapan kriteria perancangan guna melaksanakan program pemeliharaan serta program

prioritas rehabilitas. Survei evaluasi kelayakan struktural konstruksi perkerasan dapat dilaksanakan dengan dua cara yaitu secara destruktif dan nondestruktif, dimana survei evaluasi kelayakan struktural konstruksi perkerasan secara destruktif yaitu dengan cara membuat tes pit pada perkerasan, mengambil sampel dengan cara pemeriksaan langsung di lokasi survei. Namun pengambilan sampel dalam survei evaluasi kelayakan struktural konstruksi perkerasan tersebut dapat merusak kondisi perkerasan jalan yang disurvei.

Sedangkan survei evaluasi kelayakan struktural konstruksi perkerasan secara nondestruktif yaitu melakukan pemeriksaan dengan bantuan alat Benklemen Beam yang diletakkan di atas permukaan jalan guna mengetahui tingkat lendutan yang terjadi pada struktur konstruksi perkerasan jalan akibat beban lalu lintas tanpa mengakibatkan kerusakan pada konstruksi perkerasan jalan yang disurvei.

K. Penelitian Sebelumnya

Rozi Oktori (2011) dalam penelitiannya mengenai “Evaluasi Tingkat Pelayanan dan Tebal Perkerasan Pada Ruas Jalan Srandakan - Toyon km 0+000 sampai km 5+000” menyatakan bahwa hambatan samping sangat tinggi (*very high*), kecepatan arus bebas kendaraan ringan (LV) sebesar 43 km/jam dan kendaraan berat menengah (MHV) sebesar 38 km/jam, kapasitas jalan sebesar 1882 smp/jam, kecepatan tempuh di km 0+000 sampai km 0+500 sebesar 49,18 - 49,73 km/jam dengan waktu tempuh rata-rata 0,62 menit dan kecepatan tempuh di km 3+700 sampai 4+700 sebesar 47,48 - 48,89 km/jam dengan waktu tempuh rata-rata 1,26 menit, derajat kejenuhan masih memenuhi kelayakan yaitu 0,73, masuk kategori tingkat pelayanan kelas C. Dan analisis tebal perkerasan jalan dengan LHR tahun 2010 sebesar 16353 kendaraan, pertumbuhan lalu lintas sebesar 9,78%, CBR sebesar 5,79%, dan faktor regional 1,0 menghasilkan lapis perkerasan HRA setebal 8,9 cm dan lapis pondasi telford setebal 25 cm sedangkan data perkerasan *existing* lapis perkerasan HRS-WC setebal 7 cm dan lapis pondasi telford setebal 25 cm. Sehingga tebal perkerasan sudah mengalami penurunan akibat dari perkembangan lalu lintas. Analisis lendutan dengan alat Benkelman

beam diperoleh lendutan balik sebesar 0,66 mm, faktor keseragaman (FK) sebesar 24,51 %, lendutan wakil sebesar 0,925 mm, lendutan rencana sebesar 0,887 mm. Sehingga diperoleh tebal lapisan tambah agar dapat melayani lalu-lintas sebanyak 1.155.136 ESA pada tahun 2010 adalah 1,305 cm untuk laston dengan modulus resilien 2000 MPa dengan stabilitas marshall minimum sebesar 800 kg atau setebal 1,605 cm untuk laston modifikasi dengan modulus resilien 1000 MPa dan stabilitas marshall minimum sebesar 800 kg.

Nofel Chaidir (2007) dalam penelitiannya berjudul “Perencanaan Tebal Lapis Tambahan (*Overlay*) dan Analisa Biaya Konstruksi Berdasarkan Metoda Benkleman Beam (Studi kasus jalan Yogyakarta - Parangtritis)” menyatakan dari hasil analisa data dan pembahasan yang dilakukan untuk merencanakan tebal lapis tambahan (*overlay*) dan menghitung analisa biaya konstruksi berdasarkan metode Benkleman Beam studi kasus pada ruas jalan Yogyakarta - Parangtritis, ditarik kesimpulan bahwa:

1. Dari hasil analisa data diatas didapat nilai tebal lapis perkerasan tambahan (*overlay*) tiap segmenya adalah 0,3751 cm (segmen I), 0,5974 cm (segmen II), 0,8070 cm (segmen III), 0,3652 cm (segmen IV), 0,7030 cm (segmen V), 0,7635 cm (segmen VI) dan 0,9721 cm (segmen VII). Tetapi untuk menghitung tebal lapis tambahan (*overlay*) dipakai tebal minimal atau toleransi yaitu tebal 4 cm.
2. Dari hasil hitungan didapat tebal *overlay* lebih kecil dari tebal minimum yaitu 4 cm, maka untuk menghitung total pembayaran pekerjaan lapis tambahan (*overlay*) dengan tebal 4 cm, 5 cm dan 6 cm pada ruas jalan Yogyakarta-Parangtritis sepanjang 1 km menggunakan bahan perkerasan lapis aus Laston (AC-WC) yang jumlahnya sebesar Rp. 337.693.466,00 (tebal 4 cm), Rp. 460.960.048,00 (tebal 5 cm) dan Rp548.649.290,00 (tebal 6 cm).

M. A. Iskandar Syam (2007) dalam penelitiannya berjudul “Perencanaan Tebal Lapis Tambahan (*overlay*) dan Analisa Biaya Konstruksi Berdasarkan Metoda Benkleman Beam (Studi kasus jalan Yogyakarta - Bantul)” menyatakan dari hasil analisa data dan pembahasan yang dilakukan untuk merencanakan tebal lapis tambahan (*overlay*) dan menghitung analisa biaya konstruksi berdasarkan

metode Benkleman Beam pada ruas jalan Yogyakarta-Bantul, ditarik kesimpulan bahwa:

1. Setelah dilakukan perhitungan untuk menentukan tebal lapis perkerasan tambahan (*overlay*) pada ruas jalan Yogyakarta-Bantul maka diperoleh tebal lapis tambahan untuk setiap segmennya yaitu lendutan 1,24 mm dengan *overlay* 0,707 cm (segmen I), lendutan 1,5 mm dengan *overlay* 1,03 cm (segmen II), lendutan 1,19 mm dengan *overlay* 0,732 cm (segmen III), lendutan 1,27 mm dengan *overlay* 0,605 cm (segmen IV) dan lendutan 1,45 mm dengan *overlay* 0,754 cm (segmen V). Tetapi untuk pekerjaan *overlay* dipakai tebal 4 cm (tebal minimal atau toleransi).
2. Untuk perhitungan analisa biaya konstruksi dipakai lapis Laston (AC-BC) dengan tebal 4 cm, 5 cm, 6 cm. Maka didapat harga total pembayaran per km sebesar Rp. 407.982.853,80 (tebal 4 cm), Rp. 501.606.643,50 (tebal 5 cm) dan Rp. 505.227.803,40 (tebal 6 cm).