

BAB II

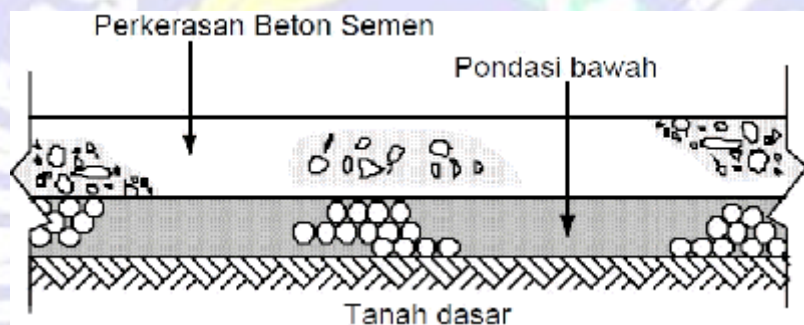
TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Uraian Umum

Perkerasan direncanakan untuk memikul beban lalu lintas secara aman dan nyaman serta selama umur rencana tidak terjadi kerusakan yang berarti. Untuk dapat memenuhi fungsi tersebut, perkerasan kaku seharusnya:

1. Mereduksi tegangan yang terjadi pada tanah dasar (akibat beban lalu – lintas) sampai batas – batas yang masih mampu dipikul tanah dasar tersebut, tanpa menimbulkan perbedaan penurunan/lendutan yang dapat merusak perkerasan
2. Mampu mengatasi pengaruh kembang susut dan penurunan kekuatan tanah dasar, serta dari pengaruh cuaca dan kondisi lingkungan.

Perkerasan beton semen adalah struktur yang terdiri atas pelat beton semen yang bersambung (tidak menerus) tanpa atau dengan tulangan, atau menerus dengan tulangan, terletak di atas lapis pondasi bawah atau tanah dasar, tanpa atau dengan lapis permukaan beraspal. Struktur perkerasan beton semen secara tipikal sebagaimana terlihat seperti pada gambar 2.1



Gambar 2. 1 Tipikal Struktur Perkerasan Beton

Pada perkerasan beton semen, daya dukung perkerasan terutama diperoleh dari pelat beton. Sifat daya dukung dan keseragaman tanah dasar sangat mempengaruhi keawetan dan kekuatan perkerasan beton semen. Faktor – faktor yang perlu diperhatikan adalah kadar air pemadatan, kepadatan dan perubahan kadar air selama masa pelayanan. Lapis pondasi bawah pada perkerasan beton semen adalah bukan merupakan bagian utama yang memikul beban, tetapi merupakan bagian yang berfungsi sebagai berikut:

- Mengendalikan pengaruh kembang susut tanah dasar.
- Mencegah intrusi dan pemompaan pada sambungan, retakan dan tepi-tepi pelat
- Memberikan dukungan yang mantap dan seragam pada pelat.
- Sebagai perkerasan lantai kerja selama pelaksanaan

Plat beton semen mempunyai sifat yang cukup kaku serta dapat menyebarkan beban pada bidang yang luas dan menghasilkan tegangan yang rendah pada lapisan-lapisan di bawahnya

Bila diperlukan tingkat kenyamanan yang tinggi, permukaan perkerasan beton semen dapat dilapisi dengan lapis campuran beraspal setebal 5 cm. Dalam perhitungan tugas akhir ini, penulis menggunakan metode AASHTO 1993 (*American Association of State Highway and Transportation Official 1993*) untuk menentukan tebal perkerasan jalan.

Bila diperlukan tingkat kenyamanan yang tinggi, permukaan perkerasan beton semen dapat dilapisi dengan lapis campuran beraspal setebal 5 cm. Dalam perhitungan Tugas Akhir ini, penulis

menggunakan metode AASHTO 1993 (*American Association of State Highway and Transportation Official 1993*) untuk menentukan tebal perkerasan jalan.

2.2 Penelitian Dahulu

Dengan Judul “Analisis Tebal Perkerasan metode AASHTO 1993 dan Metode Bina Marga 2003” menganalisis ketebalan perkerasan kaku pada ruas jalan tol semarang - solo menggunakan metode AASHTO 1993 dan metode Bina Marga 2003. Hasilnya menunjukkan perhitungan kaku menggunakan Metode AASHTO 1993 ialah 27 cmdowel Ø32 mm, jarak 350 mm, dan panjang 460 mm, tie-bar D13 mm, jarak 750 mm, dan panjang 650 mm dan Metode Bina Marga 2003 ialah 23 cm, dowel Ø 32 mm, jarak 300 mm, dan panjang 450 mm, tie bar D16 mm, jarak 750 mm, dan panjang 700 mm (Yuliani & Udi, 2020,)

Dengan Judul “Evaluasi Tebal Perkerasan Dengan Metode Bina Marga 1987 dan 2023” analisa dan pembahasan untuk hasil survey dan perhitungan volume lalu lintas perkerasan menurut Bina Marga 1987 didapatkan hasil D1 = 7,65 cm, D2 = 20 cm, dan D3 = 20 cm, jenis struktur perkerasan menurut manual desain perkerasan jalan 1987 (Bina Marga 1987) dengan tebal = 47,65 cm. Untuk hasil survey dan perhitungan volume lalu lintas perkerasan Bina Marga 2013 didapatkan hasil HRS WC = 3 cm, HRS Base = 3,5 cm, LPA Kelas A = 15 cm, dan LPA Kelas B = 15 cm, untuk tebal perkerasan pada metode Bina Marga 2013 didapatkan 36, 50 cm. (Abadi S. D., 2023)

Dengan Judul “Perencanaan Jalan Dengan Perkerasan Kaku (Rigid Pavement) Pada Jalan Rawa Indah Kota Sangatta Provinsi Kalimantan Timur” Meneliti penerapan perkerasan kaku untuk Jalan Rawa Indah di Sangatta. Dengan menggunakan perencanaan geometrik dan ketebalan perkerasan beton yang dirancang mencapai 285 mm di atas pondasi agregat untuk mendukung kendaraan berat dan drainase yang baik. (Sutanto1), 2020)

2.3 Klasifikasi Jalan

Dalam PP No.34 tahun 2006 tentang jalan dan UU No.22 tahun 2009 tentang lalu lintas dan angkutan jalan, jalan dikelompokkan menurut: 1) peruntukkan, 2) sistem jaringan jalan (SJJ), 3) status jalan, 4) fungsi jalan, dan 5) klasifikasi jalan yang terdiri dari spesifikasi penyediaan prasarana jalan (SPPJ) dan kelas penggunaan jalan.

1. Klasifikasi Medan (*Terrain*)

Klasifikasi medan didasarkan pada kemiringan melintang tegak lurus trase jalan setiap jarak 100 m. Metode yang dilakukan adalah dengan menghitung nilai rata-rata kemiringan melintang garis bantu yang memotong tegak lurus trase jalan setiap jarak 100 m. Nilai tersebut merupakan dasar untuk mengklasifikasikan medan jalan sesuai dengan peraturan yang ada. Pada tabel 2.1 dijelaskan untuk ketentuan klasifikasi medan berdasarkan fungsi, kelas beban, dan medan.

Tabel 2. 1 Ketentuan Klasifikasi : Fungsi, Kelas Beban, Medan

Jenis Medan	Notasi	Kemiringan Medan (%)
Datar	D	< 10
Bukit	B	10– 25
Pegunungan	G	>25

Sumber : Pedoman Desain Geometrik Jalan 2021,

Kemiringan medan dapat di hitung dengan persamaan berikut

$$\% \text{ kemiringan} = \frac{\text{beda elevasi}}{\text{jarak antar titik}} \times 100\%$$

2. Klasifikasi Berdasarkan Peruntukan Jalan

Berdasarkan peruntukan jalan, jalan diperuntukkan sebagai jalan umum dan jalan khusus.

- a. Jalan Umum, adalah jalan yang diperuntukkan bagi lalu lintas umum, termasuk JBH dan jalan tol, dikelola oleh pemerintah
- b. Jalan Khusus, adalah jalan yang tidak diperuntukkan untuk lalu lintas umum, hanya diperuntukkan bagi kepentingan dan/atau untuk manfaat langsung kepada perorangan, kelompok masyarakat tertentu, badan usaha, atau instansi tertentu. Penyelenggaraan jalan khusus sesuai pengaturan dilaksanakan oleh bukan pemerintah, sedangkan berkaitan dengan pembinaan, pengawasan, pengusahaan, dan pengoperasiannya dapat dilakukan oleh instansi pemerintah atau pemerintah bersama-sama swasta atau swasta, perorangan, atau kelompok masyarakat tertentu. Kepemilikan jalan khusus dapat dimiliki oleh perorangan, kelompok masyarakat tertentu, badan usaha, dan atau instansi tertentu termasuk instansi pemerintah.

3. Klasifikasi Berdasarkan Status Jalan

Jalan umum menurut statusnya dikelompokkan menjadi 5, yaitu jalan nasional, jalan provinsi, jalan kabupaten, jalan kota dan jalan desa. Berdasarkan fungsi masing – masing kelompok tersebut mengelompokkannya lagi, menjadi:

- a. Jalan nasional adalah jalan umum yang diselenggarakan oleh pemerintah pusat, terdiri atas :
 - jalan arteri primer;
 - jalan kolektor primer yang menghubungkan antar ibukota provinsi;
 - jalan tol; dan
 - jalan strategis nasional
- b. Jalan provinsi adalah jalan umum yang diselenggarakan oleh pemerintah provinsi, terdiri atas :
 - jalan kolektor primer yang menghubungkan ibukota provinsi dengan ibukota kabupaten atau kota;
 - jalan kolektor primer yang menghubungkan antar ibukota kabupaten atau kota;
 - jalan strategis provinsi; dan
 - jalan di Daerah Khusus Ibukota Jakarta.
- c. Jalan kabupaten adalah jalan umum yang diselenggarakan oleh pemerintah kabupaten, terdiri atas :
 - 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; dan
 - jalan strategis kabupaten.
- d. Jalan kota adalah jalan umum yang diselenggarakan oleh pemerintah kota dan berada dalam jaringan jalan di dalam kota.
- e. Jalan desa adalah jalan umum yang diselenggarakan oleh pemerintah kabupaten, terdiri dari jalan lingkungan primer dan jalan lokal primer yang tidak termasuk jalan kabupaten, berada di dalam kawasan perdesaan, dan menghubungkan Kawasan dan/atau antar permukiman di dalam desa.

4. Klasifikasi Berdasarkan Sistem Jaringan Jalan

Sistem Jaringan Jalan (SJJ) merupakan satu kesatuan jaringan jalan yang terdiri dari SJJ primer dan SJJ sekunder yang terjalin dalam hubungan hierarki fungsi jalan. Masing masing SJJ diuraikan sebagai berikut;

- a. SJJ 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 yaitu pusat kegiatan nasional (PKN), pusat kegiatan wilayah (PKW), pusat kegiatan lokal (PKL) sampai ke pusat kegiatan lingkungan (PKLing) dan menghubungkan antar-PKN. Ruas-ruas jalan dalam SJJ primer yang berfungsi menghubungkan pusat-pusat kegiatan yang umumnya berwujud kota dan berlokasi di luar kota dikategorikan sebagai jalan antar kota.
 - b. SJJ 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. Ruas-ruas jalan dalam SJJ sekunder yang berfungsi menghubungkan pusat-pusat kegiatan yang umumnya berwujud kawasan di dalam kota dikategorikan sebagai jalan Perkotaan. Untuk mewujudkan efisiensi dan kesinambungan pelayanan perjalanan, maka SJJ Primer tidak boleh terputus melayani dari origin ke destinasinya, sehingga ruas-ruas jalan dalam SJJ primer dapat memasuki wilayah SJJ sekunder (atau wilayah perkotaan).
5. Klasifikasi Berdasarkan Fungsi Jalan
- Sesuai dengan fungsinya, jalan dikelompokkan dan dibedakan keberadaannya dalam SJJ (PP No.34/2006).
- a. Pengelompokan jalan berdasarkan fungsinya dalam SJJ primer :
 - 1) Jalan arteri primer, berfungsi menghubungkan antar-PKN atau antara PKN dengan PKW, melayani angkutan utama dengan ciri-ciri :
 - Melayani perjalanan lalu lintas jarak jauh yang tidak boleh terganggu oleh lalu lintas ulang alik, lalu lintas lokal, dan kegiatan lokal.
 - Kecepatan rata-rata tinggi dengan VD paling rendah 60Km/jam
 - Mempunyai kapasitas yang lebih besar dari volume lalu lintas rata-ratanya.
 - Mempunyai lebar badan jalan paling sedikit 11,0m.
 - Persimpangan sebidang diatur sedemikian sehingga sesuai dengan ketentuan pada butir a, b, dan c.
 - Jumlah jalan masuk dibatasi.
 - Jalan arteri primer yang memasuki kawasan perkotaan dan/atau kawasan pengembangan perkotaan tidak boleh terputus.
 - 2) Jalan kolektor primer, berfungsi menghubungkan antara PKN dengan PKL, antar-PKW, atau antara PKW dengan PKL, melayani angkutan pengumpulan/pembagian dengan ciri-ciri:
 - Melayani perjalanan lalu lintas jarak sedang.
 - Kecepatan rata-rata sedang dengan VD paling rendah 40Km/jam.
 - Mempunyai kapasitas yang lebih besar dari volume lalu lintas rata – ratanya.
 - Mempunyai lebar badan jalan paling sedikit 9,0m.
 - Persimpangan sebidang pada jalan arteri primer dengan pengaturan tertentu harus memenuhi ketentuan sebagaimana dimaksud pada butir a, b, dan c.
 - Jumlah jalan masuk dibatasi secara efisien.
 - Jalan kolektor primer yang memasuki kawasan perkotaan dan/atau kawasan pengembangan perkotaan tidak boleh terputus.
 - 3) Jalan lokal primer, berfungsi menghubungkan PKN dengan PKL, PKW dengan PKLing, antar-PKL, atau PKL dengan PKLing, serta antar- PKLing, melayani angkutan setempat, dengan ciri-ciri:
 - Perjalanan jarak dekat

- Kecepatan rata-rata rendah dengan VD paling rendah 20Km/jam
 - Mempunyai lebar badan jalan paling sedikit 7,5m.
 - Jumlah jalan masuk tidak dibatasi.
 - Jalan lokal primer yang memasuki kawasan perdesaan tidak boleh terputus.
- 4) Jalan lingkungan primer, berfungsi menghubungkan antarpusat kegiatan di dalam kawasan perdesaan dan jalan di dalam lingkungan kawasan perdesaan, melayani angkutan lingkungan dengan ciri-ciri:
- Perjalanan menuju persil/ rumah
 - Kecepatan rata-rata rendah dengan VD paling rendah 15Km/Jam.
 - Mempunyai lebar badan jalan paling sedikit 6,5m untuk melayani kendaraan bermotor roda 3 atau lebih, atau lebar badan jalan paling sedikit 3,5m untuk melayani kendaraan bermotor roda 2.
 - Jumlah jalan masuk tidak dibatasi.
- b. Pengelompokan jalan berdasarkan fungsinya dalam SJJ Sekunder.
- 1) Jalan arteri sekunder, berfungsi menghubungkan kawasan primer (KP) dengan kawasan sekunder kesatu (KS1), antar-KS1, atau KS1 dengan kawasan sekunder kedua (KS2), dengan ciri-ciri :
- VD paling rendah 30Km/Jam
 - Lebar badan jalan paling sedikit 11,0m;
 - Mempunyai kapasitas yang lebih besar daripada volume lalu lintas rata-rata;
 - Lalu lintas cepat tidak boleh terganggu oleh lalu lintas lambat; dan
 - Persimpangan sebidang diatur
- 2) Jalan kolektor sekunder berfungsi menghubungkan antar-KS2 atau KS2 dengan kawasan sekunder ketiga (KS3), dengan ciri-ciri :
- VD paling rendah 20Km/Jam
 - Lebar badan jalan paling sedikit 9,0m;
 - Mempunyai kapasitas yang lebih besar daripada volume lalu lintas rata-rata;
 - Lalu lintas cepat tidak boleh terganggu oleh lalu lintas lambat; dan
 - Persimpangan sebidang pada jalan kolektor sekunder dengan
 - pengaturan tertentu harus memenuhi ketentuan sebagaimana dimaksud pada butir a, b, dan c.
- 3) Jalan lokal sekunder berfungsi menghubungkan KS1 dengan perumahan, KS2 dengan perumahan, KS3 dan seterusnya sampai ke perumahan/persil, dengan ciri-ciri:
- VD paling rendah 10Km/Jam; dan
 - Lebar badan jalan paling sedikit 7,5 m.
- 4) Jalan lingkungan sekunder atau juga dikenal sebagai jalan permukiman di lingkungan perkotaan berfungsi menghubungkan antarpersil dalam Kawasan perkotaan, dengan ciri-ciri:
- VD paling rendah 10Km/Jam;
 - Lebar badan jalan paling sedikit 6,5m;
 - Diperuntukkan bagi kendaraan bermotor beroda 3 atau lebih; dan
 - Yang tidak diperuntukkan bagi kendaraan bermotor beroda 3 atau lebih harus mempunyai lebar badan jalan paling sedikit 3,5 m.

6. Klasifikasi Berdasarkan Kelas Jalan

Kelas jalan dikelompokkan berdasarkan: 1) penggunaan jalan dan kelancaran lalu lintas dan angkutan jalan (LLAJ), serta 2) spesifikasi penyediaan prasarana jalan (SPPJ). Pembagian kelas jalan berdasarkan penggunaan jalan dan kelancaran LLAJ adalah jalan kelas I, jalan kelas II, jalan kelas III, dan jalan khusus. Pembagian kelas jalan berdasarkan SPPJ adalah JBH, JRY, JSD, dan

JKC.

a. Klasifikasi jalan berdasarkan spesifikasi penyediaan prasarana jalan

SPPJ dikelompokkan berdasarkan pengendalian jalan masuk, keberadaan persimpangan sebidang, jumlah dan lebar lajur, ketersediaan median, serta pagar Rumija. SPPJ dikelompokkan menjadi empat, yaitu:

1) JBH yaitu jalan dengan spesifikasi :

- Pengendalian jalan masuk: secara penuh,
- Persimpangan sebidang: tidak ada
- Jumlah lajur paling sedikit: 2 lajur untuk setiap arah
- Lebar lajur paling sedikit: 3,5m
- Median: dilengkapi
- Pagar Rumija: dilengkapi

2) JRY yaitu jalan umum untuk lalu lintas secara menerus dengan spesifikasi:

- Pengendalian jalan masuk: terbatas
- Persimpangan sebidang: ada
- Jumlah lajur paling sedikit: 2 lajur untuk setiap arah
- Lebar lajur paling sedikit: 3,5m
- Median: dilengkapi
- Pagar Rumija: tidak dilengkapi

3) JSD adalah jalan umum dengan lalu lintas jarak sedang spesifikasi :

- Pengendalian jalan masuk: tidak dibatasi
- Persimpangan sebidang: ada
- Jumlah lajur paling sedikit: 2 lajur untuk 2 arah
- Lebar jalur paling sedikit: 7,0m
- Median: tidak dilengkapi
- Pagar Rumija: tidak dilengkapi

4) JKC, adalah jalan umum untuk melayani lalu lintas setempat spesifikasi :

- Pengendalian jalan masuk: tidak dibatasi
- Persimpangan sebidang: ada
- Jumlah lajur paling sedikit: 2 lajur untuk 2 arah
- Lebar jalur paling sedikit: 5,5m
- Median: tidak dilengkapi
- Pagar Rumija: tidak dilengkap

5) Jalan lalu lintas rendah (JLR) adalah jalan umum yang belum diatur dalam peraturan yang berlaku, tetapi dirumuskan untuk melayani lalu lintas yang rendah (LHRTD < 2000SMP/hari, atau kurang lebih < 200SMP/jam) dengan spesifikasi:

- Pengendalian jalan masuk: (tidak dibatasi)
- Persimpangan sebidang: ada
- Jumlah lajur paling sedikit: 1 lajur untuk 2 arah
- Lebar jalur paling sedikit: 4,0m
- Median: tidak dilengkapi
- Pagar Rumija: tidak dilengkapi

7. Klasifikasi Jalan Berdasarkan Penggunaan Jalan

Jalan, berdasarkan fungsi dan intensitas lalu lintas guna kepentingan pengaturan penggunaan jalan dan kelancaran LLAJ, diklasifikasikan menjadi 4 seperti diuraikan dalam Tabel 2.2.

Tabel 2. 2 Ketentuan Klasifikasi : Fungsi,Kelas Beban,Medan

Fungsi Jalan	Arteri			Kolektor			Lokal		
Kelas Jalan	I	Ii	Iiia	Iiia	Iiib	Iiic	Iiic	Iiic	Iiic
Muatan Sumbu Terberat, (ton)	>10	10	8	8	8	8	8	8	8
Tipe Medan	D	B	G	D	B	G	D	B	G
Kemiringan Medan, (%)	<3	3-25	>25	<3	3-25	>25	<3	3-25	>25

Sumber : Pedoman Desain Geometrik Jalan 2021

2.4 Perencanaan Geometrik Jalan

2.4.1 Perencanaan Trase Jalan

Trase jalan adalah garis rencana yang menghubungkan menyatakan jalur garis tengah dari jalan yang akan dibuat. Perencanaan trase jalan dibuat berdasarkan kontur. Dengan demikian, perencanaan jalan dibuat berdasarkan kondisi yang ada.

Sebelum membuat trase jalan yang akan direncanakan, maka terlebih dahulu kita melihat beberapa syarat, antara lain:

1. Syarat Ekonomi

- Pertama-tama, dilihat apakah di daerah sekitar yang akan dibuat trase jalan baru, sudah ada jalan lama atau tidak.
- Untuk pembuatan jalan, diperlukan beberapa material seperti batu dan pasir yang banyak, maka perlu diperkirakan tempat penggalian material yang letaknya berdekatan dengan lokasi pembuatan jalan.

2. Syarat Teknis

Untuk mendapatkan jalan yang bisa menjamin keselamatan jiwa dan dapat memberi rasa nyaman berkendara bagi pengemudi kendaraan bermotor maka perlu diperhatikan beberapa faktor, antara lain:

- Keadaan Geografis

Keadaan geografi adalah permukaan (medan) dari daerah-daerah yang akan dilalui oleh jalan yang akan dibuat dapat dilihat dalam peta topografi. Peta topografi ini perlu untuk menghindari sejauh mungkin bukit-bukit, tanah yang berlereng terjal, tanah yang berawa-rawa dan lainnya. Apabila diperlukan, maka dapat dilakukan survey pengukuran topografi ulang demi ketelitian kerja.

- Keadaan Geologi

Keadaan geologi dari daerah yang akan dilalui, harus diperhatikan karena banyak fakta yang menunjukkan adanya bagian jalan yang rusak akibat pengaruh keadaan geologi. Dengan adanya data yang menyatakan keadaan geologi permukaan medan dari daerah yang akan dibuat, dapat dihindari daerah yang rawan. Contohnya adalah adanya bagian jalan yang patah atau longsor sebagai akibat dari tidak adanya data geologi saat jalan direncanakan. (RSNI. T-14-2004).

2.4.2 Pematokan Stationing

Tujuan dari pematokan stationing adalah untuk menetapkan titik-titik lintasan suatu trase jalan, sekaligus untuk menentukan panjang suatu trase jalan, atau jarak dari suatu tempat ke tempat yang lainnya pada lokasi jalan. Titik titik penting yang terdapat pada sepanjang jalan tertentu disebut titik stasiun. Jadi, stasiun (Sta) adalah jarak langsung yang diukur dari mulai titik awal, berupa Sta 0 + 000

sampai dengan titik yang akan dicari stasiunnya.

Titik titik yang penting dan terletak di trase jalan, ditetapkan atau dihitung stasiunnya. Dalam hal menghitung stasiun diluar titik penting, perlu dilakukan dengan cara-cara berdasarkan kriteria sebagai berikut :

1. Untuk daerah datar, dibuat jarak patok +/- 100 meter.
2. Untuk daerah perbukitan, jarak patok dibuat +/- 50 meter.
3. Untuk daerah pegunungan, jarak patok dibuat +/- 25 meter.
4. Untuk daerah perbukitan, jarak patoknya harus dibuat lebih pendek menurut keperluan yang berkaitan dengan faktor ketelitian.

2.4.3 Alinyemen Horizontal

Alinyemen horizontal adalah proyeksi sumbu jalan pada bidang horizontal, yang dikenal juga dengan nama “situasi jalan” atau “trase jalan”. Alinyemen horizontal terdiri dari garis-garis lurus yang dihubungkan dengan garis-garis lengkung yang terdiri dari busur lingkaran ditambah busur peralihan, busur peralihan saja atau busur lingkaran saja.

Ada beberapa hal yang harus diperhatikan dalam perencanaan alinyemen horizontal, yaitu:

- Penentuan nilai F_{maks} bertolak ukur dengan tabel 4.1 yang tercantum dalam Buku Dasar-Dasar Perencanaan Geometrik Jalan. Adapun penentuan nilai F_{maks} dapat dilihat sesuai dengan Tabel 2.3.

Tabel 2. 3 Besar R_{min} dan D_{maks} untuk beberapa kecepatan rencana

Kecepatan Rencana Km/jam	e_{maks} M/Mf	F_{maks}	R_{min} (Perhitungan M)	R_{min} (Desain) M	D_{maks} Desain (0)
40	0,1	0,166	47,363	47	30,48
	0,08		51,213	51	28,09
50	0,1	0,160	75,858	76	18,85
	0,08		82,192	82	17,47
60	0,1	0,153	112,041	112	12,79
	0,08		121,659	122	11,74
70	0,1	0,147	156,522	157	9,12
	0,08		170,343	170	8,43
80	0,1	0,140	209,974	210	6,82
	0,08		229,062	229	6,25
90	0,1	0,128	280,35	280	5,12
	0,08		307,371	307	4,67
100	0,1	0,115	366,233	366	3,91
	0,08		403,796	404	3,55
110	0,1	0,103	470,497	470	3,05
	0,08		522,058	522	2,74
120	0,1	0,090	596,768	597	2,4
	0,08		666,975	667	2,15

Sumber : Peraturan Tata Cara Perencanaan Geometrik Jalan

- Menentukan nilai R_{min} berdasarkan tabel RSNI-2004
Untuk menentukan nilai jari-jari tikungan minimum dapat dilihat dalam Tabel 2.4, dimana tabel tersebut mengacu kepada Peraturan Tata Cara Perencanaan Geometrik Jalan Antar Kota No.038/TBM/1997.

Tabel 2. 4 Jari-jari tikungan minimum R_{min} (m) E_{maks}

VR (Km/jam)	100	90	80	70	60	50	40	30
f_{max}	0,12	0,13	0,14	0,14	0,15	0,16	0,17	0,17
R_{min} (m)	435	335	250	195	135	90	55	40

Sumber: Peraturan Tata Cara Perencanaan Geometrik Jalan Antar Kota No.038/TBM/1997

- Menentukan nilai R_c berdasarkan tabel 13 RSNI-2004
Untuk menentukan nilai jari jari lengkung circle (R_c) dapat dilihat pada Tabel 2.5 yang diacu pada Tabel 13 RSNI-2004.

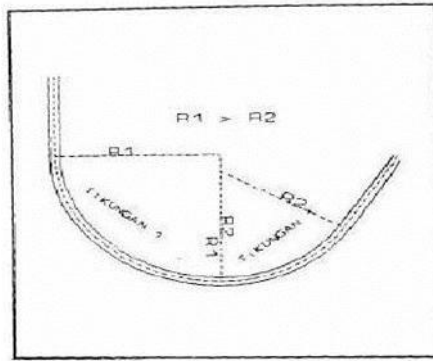
Tabel 2. 5 Tabel 13 RSNI-2004

Tabel 13
Hubungan parameter perencanaan lengkung horizontal dengan kecepatan rencana

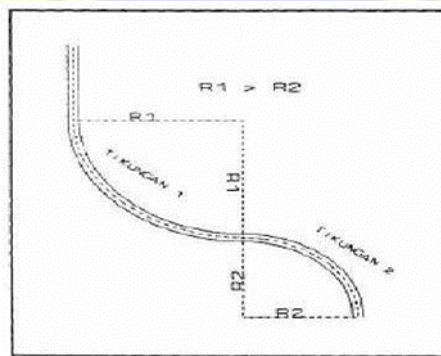
R (m)	$V_R = 30$ km/h				$V_R = 40$ km/h				$V_R = 50$ km/h				$V_R = 60$ km/h				$V_R = 70$ km/h				$V_R = 80$ km/h				$V_R = 90$ km/h				$V_R = 100$ km/h			
	e (%)	L_r (m)	L_r (m)	L_r (m)	e (%)	L_r (m)	L_r (m)	L_r (m)	e (%)	L_r (m)	L_r (m)	L_r (m)	e (%)	L_r (m)	L_r (m)	L_r (m)	e (%)	L_r (m)	L_r (m)	L_r (m)	e (%)	L_r (m)	L_r (m)	L_r (m)	e (%)	L_r (m)	L_r (m)	L_r (m)	e (%)	L_r (m)	L_r (m)	
7000	NC	0	0	0	NC	0	0	0	NC	0	0	0	NC	0	0	0	NC	0	0	0	NC	0	0	0	NC	0	0	0	NC	0	0	
5000	NC	0	0	0	NC	0	0	0	NC	0	0	0	NC	0	0	0	NC	0	0	0	NC	0	0	0	NC	0	0	0	NC	0	0	
3000	NC	0	0	0	NC	0	0	0	NC	0	0	0	NC	0	0	0	NC	0	0	0	NC	0	0	0	NC	0	0	0	NC	0	0	
2500	NC	0	0	0	NC	0	0	0	NC	0	0	0	NC	0	0	0	NC	0	0	0	NC	0	0	0	RC	15	23	RC	16	25		
2000	NC	0	0	0	NC	0	0	0	NC	0	0	0	NC	0	0	0	NC	14	22	2,1	16	24	2,1	16	24	2,5	20	31				
1500	NC	0	0	0	NC	0	0	0	NC	0	0	0	NC	13	20	2,2	16	24	2,7	21	31	3,1	25	38	3,1	25	38	3,1	25	38		
1400	NC	0	0	0	NC	0	0	0	NC	0	0	0	RC	13	20	2,4	17	26	2,8	21	32	3,3	27	41	3,3	27	41	3,3	27	41		
1300	NC	0	0	0	NC	0	0	0	NC	0	0	0	RC	12	18	2,6	18	27	3,0	23	34	3,5	29	43	3,5	29	43	3,5	29	43		
1200	NC	0	0	0	NC	0	0	0	NC	0	0	0	RC	12	18	2,2	14	22	2,7	19	29	3,2	25	37	3,2	25	37	3,2	25	37		
1000	NC	0	0	0	NC	0	0	0	RC	11	17	2,1	13	19	2,6	17	26	3,1	22	33	3,6	28	41	4,2	34	52	4,2	34	52			
900	NC	0	0	0	NC	0	0	0	RC	11	17	2,3	14	21	2,8	18	27	3,4	24	37	3,8	30	45	4,5	37	55	4,5	37	55			
800	NC	0	0	0	NC	0	0	0	RC	11	17	2,5	15	23	3,1	20	30	3,6	26	39	4,2	32	48	4,8	40	60	4,8	40	60			
700	NC	0	0	0	NC	10	15	2,1	12	17	2,6	17	25	3,4	22	33	4,0	29	43	4,6	35	53	5,2	43	64	5,2	43	64				
600	NC	0	0	0	RC	10	15	2,4	13	20	3,1	19	28	3,8	25	37	4,3	31	46	5,0	38	57	5,6	46	69	5,6	46	69				
500	NC	0	0	0	2,1	11	16	2,8	15	23	3,5	21	32	4,2	27	41	4,8	35	52	5,4	41	62	6,0	48	72	6,0	48	72				
400	RC	10	14	2,5	13	19	3,3	18	27	4,0	24	36	4,7	31	46	5,3	38	57	6,0	45	66	6,6	45	66	6,6	45	66	6,6	45	66		
300	RC	10	14	3,1	10	24	3,9	22	32	4,6	28	41	5,4	35	53	5,9	42	64	6,6	45	66	7,2	45	66	7,2	45	66	7,2	45	66		
250	RC	11	17	3,5	18	27	4,2	23	35	5,0	30	45	5,8	38	57	6,6	46	69	7,4	48	72	8,0	48	72	8,0	48	72	8,0	48	72		
200	RC	13	20	3,9	20	30	4,7	26	39	5,5	33	50	6,0	39	59	6,8	43	65	7,6	46	69	8,4	46	69	8,4	46	69	8,4	46	69		
175	RC	14	22	4,1	21	32	5,0	28	42	5,8	35	52	6,6	41	61	7,4	43	65	8,2	46	69	9,0	46	69	9,0	46	69	9,0	46	69		
150	RC	16	24	4,4	23	34	5,3	29	44	6,0	36	54	6,8	39	59	7,6	43	65	8,4	46	69	9,2	46	69	9,2	46	69	9,2	46	69		
140	RC	17	25	4,5	23	35	5,4	30	45	6,0	36	54	6,8	39	59	7,6	43	65	8,4	46	69	9,2	46	69	9,2	46	69	9,2	46	69		
130	RC	17	26	4,6	24	35	5,6	31	47	6,2	37	55	7,0	40	60	7,8	44	66	8,6	47	70	9,4	47	70	9,4	47	70	9,4	47	70		
120	RC	18	27	4,8	25	37	5,7	32	47	6,4	38	56	7,2	41	61	8,0	45	67	8,8	48	72	9,6	48	72	9,6	48	72	9,6	48	72		
110	RC	19	28	5,0	26	39	5,8	32	48	6,6	39	57	7,4	42	62	8,2	46	68	9,0	49	74	9,8	49	74	9,8	49	74	9,8	49	74		
100	RC	20	30	5,2	27	40	6,0	33	50	6,8	40	58	7,6	43	63	8,4	48	70	9,2	50	76	10,0	50	76	10,0	50	76	10,0	50	76		
90	RC	21	31	5,4	28	42	6,2	34	52	7,0	41	59	7,8	44	64	8,6	50	72	9,4	51	78	10,2	51	78	10,2	51	78	10,2	51	78		
80	RC	22	32	5,6	29	43	6,4	35	53	7,2	42	60	8,0	45	65	8,8	51	73	9,6	52	79	10,4	52	79	10,4	52	79	10,4	52	79		
70	RC	23	34	5,8	30	45	6,6	36	55	7,4	43	61	8,2	46	66	9,0	52	74	9,8	53	80	10,6	53	80	10,6	53	80	10,6	53	80		
60	RC	24	36	6,0	31	46	6,8	37	56	7,6	44	62	8,4	47	67	9,2	53	75	10,0	54	81	10,8	54	81	10,8	54	81	10,8	54	81		
50	RC	26	39	6,4	33	49	7,2	39	59	8,0	46	64	8,8	49	69	9,6	55	77	10,4	56	83	11,2	56	83	11,2	56	83	11,2	56	83		
40	RC	28	42	6,8	35	52	7,6	41	62	8,4	48	67	9,2	51	71	10,0	57	79	10,8	58	85	11,6	58	85	11,6	58	85	11,6	58	85		
30	RC	29	43	7,0	36	53	7,8	42	63	8,6	49	68	9,4	52	72	10,2	58	80	11,0	59	86	11,8	59	86	11,8	59	86	11,8	59	86		
20	RC	30	44	7,2	37	54	8,0	43	64	8,8	50	69	9,6	53	73	10,4	59	81	11,2	60	87	12,0	60	87	12,0	60	87	12,0	60	87		

e_{max} = Superelevasi maksimum 6 %
 R = Jari-jari lengkung
 V_R = Asumsi kecepatan rencana
 e = Tingkat superelevasi
 L_r = Panjang minimum pencapaian superelevasi run off
 (tidak termasuk panjang pencapaian superelevasi run out)
 NC = Lereng normal
 RC = Lereng luar diputar sehingga perkerasan mendapat kemiringan melintang sebesar lereng normal

- Alinyemen jalan sedapat mungkin dibuat lurus, mengikuti keadaan topografi. Hal ini akan memberikan keindahan bentuk, komposisi yang baik antara jalan dan alam dan biaya yang murah.
- Pada alinyemen jalan sebaiknya didahului oleh lengkung yang lebih tumpul pada jalan yang relatif lurus dan panjang, agar pengemudi tidak terkejut dan mempunyai kesempatan memperlambat kecepatannya.
- Hindari penggunaan radius minimum untuk kecepatan rencana tertentu sehingga jalan tersebut lebih mudah disesuaikan dengan perkembangan lingkungan dan fungsi jalan.
- Sedapat mungkin menghindari tikungan ganda, yaitu gabungan dua tikungan searah dengan jari-jari berlainan
- Dapat dilihat untuk gambar tikungan ganda tanpa peralihan tertera dalam gambar 2.2 sedangkan untuk tikungan ganda tanperalihan dengan lengkung berbalik mendadak tertera dalam gambar 2.3.

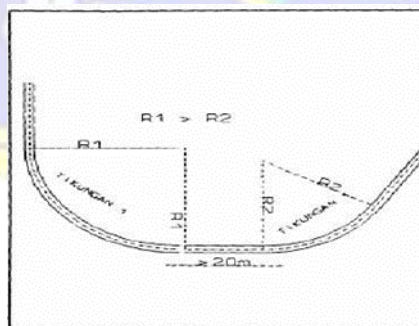


Gambar 2. 2 Tikungan ganda tanpa lengkung peralihan
Sumber : Modul Ajar Kuliah Rekayasa Jalan Raya ITS,2006

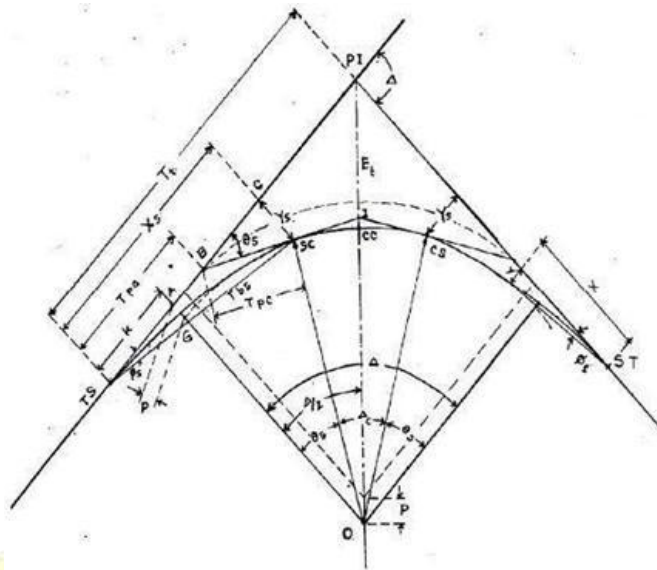


Gambar 2. 3 Tikungan ganda tanpa lengkung peralihan
Sumber : Modul Ajar Kuliah Rekayasa Jalan ITS,2006

- Hindari lengkung berbalik yang mendadak (Gambar 2), pada keadaan ini pengemudi kendaraan sangat sukar mempertahankan diri pada jalur jalannya dan juga kesukaran dalam pelaksanaan kemiringan melintang jalan.
- Pada tikungan gabungan harus dilengkapi lengkung peralihan sepanjang paling tidak 20 m.
- Dapat dilihat untuk gambar tikungan ganda dengan peralihan tertera dalam gambar 2.4 sedangkan untuk tikungan ganda dengan peralihan dan lengkung berbalik mendadak tertera dalam gambar 2.5.



Gambar 2. 4 Tikungan ganda dengan lengkung peralihan
Sumber : Modul Ajar Kuliah Rekayasa Jalan ITS,2006



Gambar 2. 7 Lengkung Spiral-Circle-Spiral
Sumber : Modul Ajar Kuliah Rekayasa Jalan ITS,2006

Keterangan gambar :

- Xs = Absis titik SC pada garis tangen, jarak dari titik ST ke SC
- Ys = Jarak tegak lurus ketitik SC pada lengkung
- Ls = Panjang dari titik TS ke SC atau CS ke ST
- Lc = Panjang busur lingkaran (panjang dari titik SC ke CS)
- Ts = Panjang tangen dari titik PI ke titik TS atau ke titik ST
- TS = Titik dari tangen ke spiral
- SC = Titik dari spiral ke lingkaran
- Es = Jarak dari PI ke busur lingkaran
- θs = Sudut lengkung spiral Rd = Jari-jari lingkaran
- P = Pergeseran tangen terhadap spiral
- k = Absis dari p pada garis tangen spiral

Rumus-rumus yang di gunakan :

- $\theta_s = \frac{L_s \times 360}{2 \times R_d \times 2\pi}$
- $\Delta c = \Delta PI - (2 \times \theta_s)$
- $X_s = L_s \left(1 - \frac{L_s^2}{40 \times R_d} \right)$
- $Y_s = \frac{L_s^2}{6 \times R_d}$
- $P = Y_s - R_d \times (1 - \cos \theta_s)$
- $K = X_s - R_d \times \sin \theta_s$
- $Et = \frac{R_d + p}{\cos(1/2 \Delta)} - R_r$
- $Tt = \left(\frac{R_d + p}{\Delta c \times \pi \times R_d} \right) \times \tan(1/2 \Delta PI) + K$
- $Lc = \frac{180}{180}$
- $L_{tot} = Lc + (2 \times Ls)$

Jika P yang dihitung dengan rumus di bawah, maka ketentuan tikungan yang digunakan bentuk S-C-S.

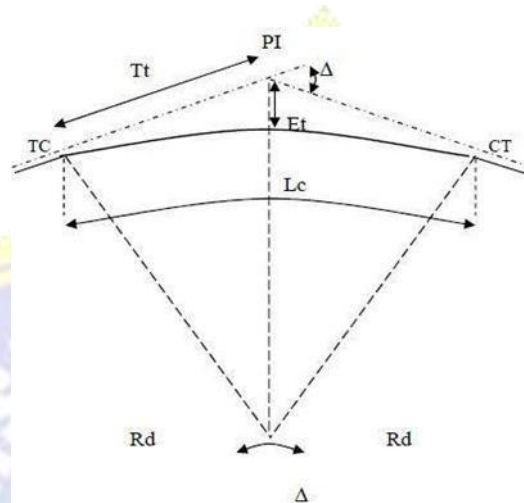


$$- P = \frac{L_s^2}{24Rd} < 0,25m$$

Untuk $L_s = 1,0$ m maka $p = p'$ dan $k = k'$

Untuk $L_s = L_s$ maka $P = p' \times L_s$ dan $k = k' \times L_s$

Berikut ini adalah skema untuk lengkung full circle yang dapat dilihat pada Gambar 2.8.



Gambar 2. 8 Lengkung *Full Circle*

Sumber : Modul Ajar Kuliah Rekayasa Jalan ITS,2006

Keterangan :

- Δ = Sudut Tikungan
- O = Titik Pusat Tikungan
- TC = Tangen to Circle
- CT = Circle to Tangen
- Rd = Jari-jari busur lingkaran
- Tt = Panjang tangen (jarak dari TC ke PI atau PI ke TC)
- Lc = Panjang Busur Lingkaran
- Ec = Jarak Luar dari PI ke busur lingkaran

FC (*Full Circle*) adalah jenis tikungan yang hanya terdiri dari bagian suatu lingkaran saja. Tikungan FC hanya digunakan untuk R (jari-jari) yang besar agar tidak terjadi patahan, karena dengan R kecil maka diperlukan superelevasi yang besar. Tabel 2.6 menunjukan untuk jari-jari minimum dengan kecepatan rencana tertentu.

Tabel 2. 6 Jari-jari tikungan yang tidak memerlukan lengkung peralihan

Vr (km/jam)	120	100	80	60	50	40	30	20
Rmin	2500	1500	900	500	350	250	130	60

Sumber : Modul Ajar Kuliah Rekayasa Jalan ITS,2006

- $T_c = R_c \tan \frac{1}{2} \Delta$
- $E_c = T_c \tan \frac{1}{4} \Delta$
- $L_c = \frac{\Delta 2\pi R_c}{360^\circ}$

2.4.4 Alinyemen Vertikal

Alinyemen vertikal jalan adalah perpotongan bidang vertikal dengan bidang permukaan perkerasan jalan untuk jalan 2 lajur 2 arah atau melalui tepi dalam masing-masing perkerasan untuk jalan dengan median. Seringkali disebut potongan memanjang jalan. Alinyemen vertikal disebut terdiri dari garis-garis lurus dan garis-garis lengkung. Garis lurus tersebut dapat datar, mendaki atau menurun, biasanya disebut berlandai.

Pergantian dari satu kelandaian ke kelandaian yang lain dilakukan dengan mempergunakan lengkung vertikal. Lengkung vertikal tersebut direncanakan sedemikian rupa sehingga memenuhi keamanan, kenyamanan dan drainase.

Ada beberapa hal yang harus diperhatikan dalam perencanaan alinyemen horizontal, yaitu:

- Penentuan panjang kritis untuk kelandaian yang melebihi kelandaian maksimum standar, berdasarkan Tabel 2.7 sesuai dengan Buku Dasar-dasar Perencanaan Geometrik Jalan.

Tabel 2. 7 Panjang kritis untuk kelandaian yang melebihi kelandaian maksimum standar berdasarkan kecepatan rencana (km/jam)

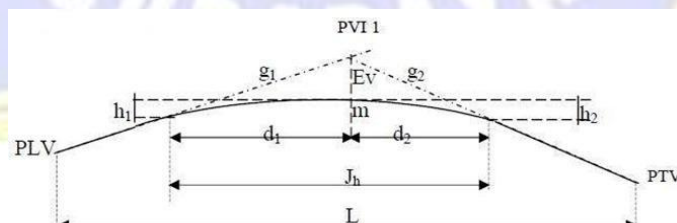
80		60		50		40		30		20	
%	m	%	m	%	m	%	m	%	m	%	m
5	500	6	500	7	500	8	420	9	340	10	250
6	500	7	500	8	420	9	340	10	250	11	250
7	500	8	420	9	340	10	250	11	250	12	250
8	420	9	340	10	250	11	250	12	250	13	250

Sumber: Peraturan Tata Cara Perencanaan Geometrik Jalan Antar Kota No.038/TBM/1997

Ada 2 jenis lengkung vertikal dilihat dari letak titik perpotongan kedua bagian lurus (tangen) adalah:

1. Lengkung Vertikal Cembung

Adalah lengkung dimana titik perpotongan antara kedua tangen berada di atas permukaan jalan. Adapun untuk skema lengkung vertikal cembung dapat dilihat pada Gambar 2.9.



Gambar 2. 9 Lengkung Vertikal Cembung

Sumber : (RSNI. T-14-2004)

Pada lengkung ini direncanakan berdasarkan jarak pandang. Dibagi atas 2 keadaan

yaitu:

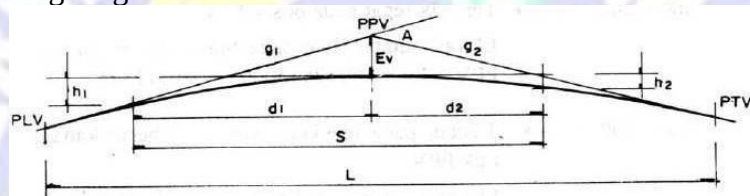
- Jarak pandang berada seluruhnya dalam daerah lengkung $S < L$

Rumus :

$$L = \frac{AS^2}{399} \text{ (untuk JPH) atau } L = \frac{AS^2}{960} \text{ (untuk JPM)}$$

$$y = \frac{A}{200L} X^2 \rightarrow y = k \times X^2, \text{ dimana : } k = \frac{A}{200L}$$

Suatu alinyemen vertikal dipengaruhi oleh besar biaya pembangunan dan mengikuti muka tanah asli untuk mengurangi pekerjaan tanah, tetapi mungkin saja akan mengakibatkan jalan itu terlalu banyak tikungan. Pada daerah yang seringkali dilanda banjir sebaiknya penampang jalan diletakkan di atas elevasi muka banjir. Di daerah perbukitan atau pegunungan diusahakan banyaknya pekerjaan galian seimbang dengan pekerjaan timbunan, sehingga keseluruhan biaya yang dibutuhkan dapat tetap dipertanggung jawabkan. Pada Gambar 2.10 merupakan visualisasi jarak pandang dalam daerah lengkung.

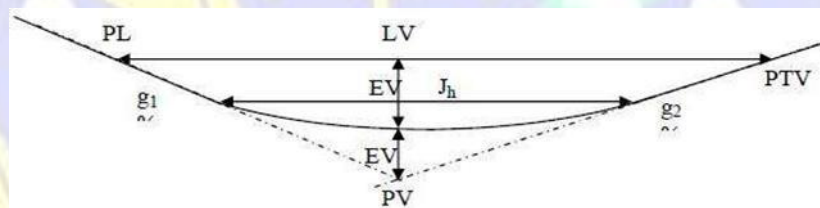


Gambar 2. 10 Jarak pandang dalam daerah lengkung $S < L$

Sumber : (RSNI. T-14-2004)

2. Lengkung Vertikal Cekung

Lengkung vertikal cekung adalah lengkung dimana titik perpotongan antara kedua tangent berada dibawah permukaan jalan. Adapun untuk skema lengkung vertikal cekung dapat dilihat pada Gambar 2.11.

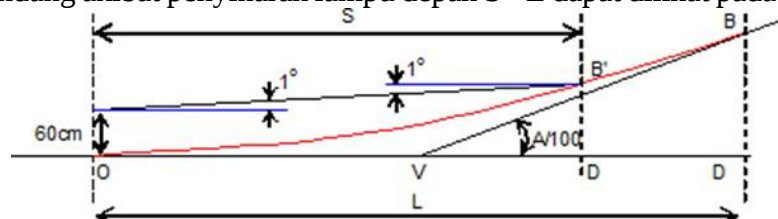


Gambar 2. 11 Lengkung Vertikal Cekung

Sumber : (RSNI. T-14-2004)

Panjang lengkung cekung juga harus ditentukan dengan memperhatikan beberapa hal antara lain:

- Jarak pandang akibat penyinaran lampu depan $S < L$ dapat dilihat pada gambar 2.12.



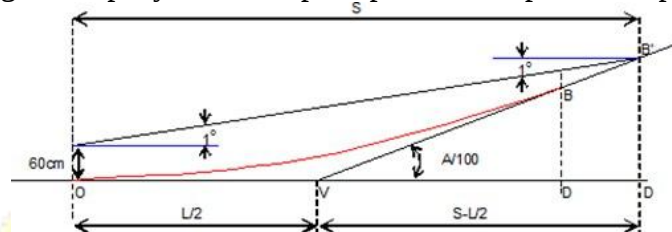
Gambar 2. 12 Lengkung Vertikal Berdasarkan Jarak Penyinaran Lampu ($S < L$)



Sumber : (RSNI. T-14-2004)

- $y = \frac{A}{200L} X^2 \rightarrow y = k x X^2$, dimana : $k = \frac{A}{200L}$
- $L = \frac{AS^2}{120+3,50 S}$

- Jarak pandang akibat penyinaran lampu depan $S > L$ dapat dilihat pada gambar 2.13.



Gambar 2. 13 Lengkung Vertikal Berdasarkan Jarak Penyinaran Lampu ($S < L$)

Sumber : (RSNI. T-14-2004)

- $y = \frac{A}{200L} X^2 \rightarrow y = k x X^2$, dimana : $k = \frac{A}{200L}$
- $L = 2S - \frac{120+3,50 S}{A}$

2.4.5 Profil Memanjang

Profil memanjang adalah media untuk mengetahui besarnya pekerjaan tanah dalam perencanaan. Gambar profil memanjang jalan dibuat berdasarkan Tinggi Stasiun yang membentuk tanjakan, landai (kemiringan) dan daerah datar yang digambar dengan skala vertikal 1 : 20 dan skala horizontal 1 : 25.

Perencanaan profil memanjang dibuat mengikuti ketinggian permukaan tanah asli. Tetapi, pada keadaan medan yang tidak memungkinkan (tanjakan yang terlalu tinggi atau landai), perlu diadakan penggalian dan timbunan.

Dengan melihat pada Tinggi Tanah Asli (TTA) maka dibuat Tinggi Rencana (TR), sehingga berdasarkan tinggi rencana tersebut diperoleh elevasi untuk menghitung luas dan volume galian timbunan.

1. Landai Jalan

Landai jalan menunjukkan besarnya kemiringan dalam suatu jarak horizontal yang dinyatakan dalam persen. Sebuah kendaraan bermotor akan mampu menanjak dalam batas-batas landai tertentu. Kemampuan menanjak ini, selain dipengaruhi oleh besarnya landai jalan juga dipengaruhi oleh panjangnya landai jalan. Jadi, ada batas landai jalan yang disebut landai maksimum yaitu besarnya harus disesuaikan dengan panjang landai yang disebut panjang kritis.

Spesifikasi standar untuk Perencanaan Geometrik Jalan untuk jalan luar kota dari Bina Marga (rancangan akhir) dengan ketentuan yang dapat dilihat pada Tabel 2.8 sebagai berikut.

Tabel 2. 8 Spesifikasi kemiringan standar

Jenis Medan	Kemiringan Melintang Rata-Rata (%)
Datar	< 3%
Perbukitan	3 – 25%
Pegunungan	>25%

Sumber: Modul Ajar Kuliah Rekayasa Jalan Raya ITS, 2006



Perhitungan landai jalan dalam perancangan ini, dapat dilihat dalam tabel perhitungan patok, dimana menggunakan rumus:

$$\text{Kemiringan} = \left(\frac{BT}{JL} \times 100 \right)$$

Dimana :

BT = Beda Tinggi

JL = Jarak Langsung

2.4.6 Profil Melintang

Penampang melintang jalan merupakan potongan jalan dalam arah melintang. Fungsinya, selain untuk memperlihatkan bagian-bagian jalur jalan yang terlihat pada gambar 2.14, juga membantu untuk menghitung banyaknya tanah (m³) yang harus digali maupun banyaknya tanah (m³) yang akan digunakan untuk menimbun jalan agar jalan yang dibuat dapat disesuaikan dengan jalan yang akan direncanakan dengan menghitung luas profil melintang jalan.



Gambar 2. 14 Lengkung Vertikal Cekung

Sumber : (RSNI. T-14-2004)

1. Jalur Lalu Lintas

Jalur lalu lintas adalah bagian jalan yang digunakan untuk lalu lintas kendaraan yang secara fisik merupakan perkerasan jalan

2. Lajur

Lajur adalah bagian jalur lalu lintas yang memanjang, yang dibatasi oleh marka lajur jalan, memiliki lebar yang cukup dilewati oleh suatu kendaraan sesuai kendaraan rencana.

3. Bahu Jalan

Bahu jalan adalah bagian jalan yang berdampingan di tepi jalur lalu lintas, harus diperkeras, berfungsi untuk lajur lalu lintas darurat, ruang bebas samping dan penyangga perkerasan jalan, kemiringan yang digunakan 3-5%.

4. Median

Median adalah bagian jalan yang secara fisik memisahkan jalur lalu lintas yang berlawanan arah. Namun, dalam perencanaan ini tidak digunakan median.

5. Talud atau Lereng

Talud atau Lereng adalah bagian tepi perkerasan yang diberi kemiringan, untuk menyalurkan air ke saluran tepi.

6. Saluran Tepi

Saluran Tepi adalah selokan yang berfungsi menampung dan mengalirkan air hujan, limpasan permukaan jalan dan sekitarnya.

7. Daerah Milik Jalan (DAMIJA)

Daerah Milik Jalan, adalah ruang sepanjang jalan yang dibatasi dengan lebar dan tinggi tertentu yang dikuasai oleh pembina jalan dengan suatu hak tertentu, yang merupakan sejalur tanah diluar Damaja yang dimaksudkan untuk memenuhi persyaratan keleluasaan keamanan penggunaan jalan semisal untuk pelebaran Damaja dikemudian hari.

8. Daerah Manfaat Jalan (DAMAJA)

Daerah Manfaat Jalan, yaitu areal yang meliputi badan jalan, saluran tepi jalan dan ambang pengamanannya, sedangkan badan jalan meliputi jalur lalu lintas dengan atau tanpa jalur pemisah dan bahu jalan.

9. Daerah Pengawasan Jalan (DAWASJA)

Daerah Pengawasan Jalan, yaitu Damija ditambah dengan sejalur tanah yang penggunaannya dibawah pengawasan pembina jalan dengan maksud agar tidak mengganggu pandangan pengemudi dan konstruksi jalan.

2.4.7 Kemiringan Melintang Jalan

Rumus yang digunakan untuk menghitung kemiringan melintang pada setiap tikungan sama, yaitu:

$$- E_m = \left[\frac{v_t^2}{127R} - f_m \right] \times 100\%$$

$$- V_t^2 = 127 \times R(e + f_m)$$

Setelah mendapat hasil perhitungan pada kemiringan melintang, setelah itu gambar kemiringan maksimum sesuai data yang didapat. Dengan menggunakan diagram, dapat ditentukan bentuk penampang melintang pada setiap titik superelevasi di suatu lengkung horizontal yang direncanakan.

2.4.8 Pelebaran Jalan Pada Tikungan

Kendaraan yang bergerak dari tikungan, seringkali tidak dapat mempertahankan lintasannya pada jalur yang telah disediakan, disebabkan:

- a. Pada waktu membelok yang diberikan sudut belokan hanya roda depan, sehingga lintasan roda belakang menjalani lintasan lebih ke dalam dari roda depan.
- b. Jejak lintasan tidak lagi berhimpit, karena bumper depan dan belakang kendaraan mempunyai lintasan yang berbeda antara roda depan dan roda belakang.
- c. Pengemudi akan mengalami kesukaran dalam mempertahankan lintasannya untuk tetap pada jalur jalannya, terutama pada tikungan- tikungan yang tajam atau pada kecepatan yang tinggi. Untuk menghindari hal tersebut, maka pada tikungan yang tajam perlu diadakan pelebaran perkerasan jalan.

2.4.9 Jarak Pandang

Jarak pandang merupakan panjang jalan didepan kendaraan yang masih dapat dilihat dengan jelas oleh pengemudi yang diukur dari titik kedudukan pengemudi. Jarak pandang berpengaruh terhadap keamanan dan kenyamanan pengemudi kendaraan untuk dapat melihat dengan jelas dan menyadari situasi pada saat mengemudi.

Jarak pandang berguna untuk :

- Menghindari terjadinya tabrakan akibat adanya obyek benda pada jalur jalan.

- Memberikan kemungkinan untuk mendahului kendaraan lain yang ada didepan.
- Sebagai pedoman dalam menempatkan rambu rambu lalu lintas yang diperlukan pada setiap segmen jalan.

Dilihat dari kegunaannya jarak pandang di bedakan atas :

1. Jarak Pandang Henti

Jarak pandang henti merupakan jarak pandang yang dibutuhkan untuk menghentikan kendaraan.

- Jarak pandang henti minimum

Jarak pandang ditempuh pengemudi untuk menghentikan kendaraan setelah melihat rintangan. Merupakan jarak yang ditempuh pengemudi selama menyadari adanya rintangan sampai menginjak rem, ditambah jarak untuk mengerem.

- Waktu yang dibutuhkan pengemudi mulai dari mengambil keputusan menginjak rem sampai betul-betul menginjak rem sekitar 0,5 detik. Untuk kepentingan perencanaan diambil waktu 1 detik.
- Waktu reaksi

Total waktu yang dibutuhkan pengemudi dari saat melihat rintangan sampai menginjak rem.

$$\text{Waktu reaksi (t)} = (1,5 + 1) \text{ detik} = 2,5 \text{ detik}$$

- Jarak tempuh selama waktu reaksi

$$d_1 = v \times t$$

Dengan :

v = kecepatan waktu

t = waktu reaksi (2,5 detik)

sehingga jarak tempuh menjadi :

$$d_1 = v \times \left[\frac{1000}{60 \times 60} \right] \times t$$

$$= 0,278 \times v \times t(\text{meter})$$

- Jarak mengerem (d_2)

Jarak yang ditempuh kendaraan dengan menginjak rem sampai kendaraan berhenti. Jarak mengerem diperhitungkan akibat pengaruh gesekan antara ban dengan permukaan jalan.

$$d_2 = \frac{v^2}{2 \times g} \times f_m$$

Dengan :

f_m = koefisien gesekan ban dengan muka jalan

v = kecepatan kendaraan (km/jam)

g = percepatan gravitasi (m/s^2)

- Jarak pandang henti total

$$d = d_1 + d_2$$

- Jarak pandang henti pada jalan dengan kelandaian

Pada jalan menurun jarak mengerem akan bertambah panjang, dan pada jalan

mendaki jarak mengerem bertambah pendek.

$$d = (0,278 \times v \times t) + \left[\frac{v^2}{254} \times (fm \pm L) \right]$$

Dengan :

- L = Landai jalan dalam decimal
- + = Jalan menanjak
- = Jalan menurun

2. Jarak pandang menyiap

Jarak pandang henti merupakan jarak yang dibutuhkan pengemudi untuk dapat mendahului kendaraan yang berada di depan pada lajur yang sama.

- Gerakan mendahului terdiri dari 2 tahap
 - d_1 = Jarak yang ditempuh selama waktu reaksi
 - d_2 = Jarak yang ditempuh kendaraan yang menyiap selama berada pada jalur lawan
 - d_3 = Jarak bebas yang harus ada antara kendaraan yang menyiap dengan kendaraan berlawanan
 - d_4 = Jarak yang ditempuh kendaraan berlawanan selama $2/3 d_2$
- Jarak pandang mendahului standar adalah

$$d = d_1 + d_2 + d_3 + d_4$$

$$d_1 = 0,278 \times t_1 \left[(v - m) + \frac{a \times t_1}{2} \right]$$

$$d_2 = 0,278 \times v \times t_2$$

$$d_3 = 30 - 100 \text{ meter (diambil)}$$

$$d_4 = \frac{2}{3} d_2$$

Dengan :

t_1 = Waktu reaksi yang tergantung pada kecepatan

$$= 2,12 + 0,026 \times v$$

m = Perbedaan kecepatan antara kendaraan yang mendahului dengan yang didahului.

$$= 15 \text{ km/jam}$$

v = Kecepatan rata rata kendaraan yang mendahului

= Kecepatan rencana (km/jam)

a = Percepatan rata-rata kendaraan yang mendahului

$$= 2,052 + 0,0036 \times v$$

t_2 = Waktu dimana kendaraan yang mendahului berada pada jalur lawan

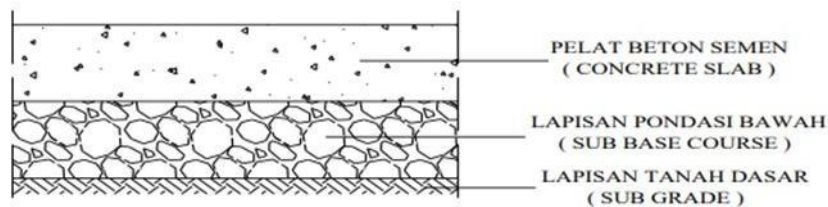
$$= 6,56 + 0,048 \times v$$

2.5 Perkerasan Beton Semen (*Rigid Pavement*)

Perkerasan beton semen atau perkerasan kaku atau yang lebih dikenal dengan rigid pavement adalah perkerasan yang terdiri dari pelat beton semen portland dan lapisan pondasi (bisa juga tidak memakai pondasi) diatas tanah dasar perkerasan ini dapat dipakai pada kondisi tanah yang kurang stabil (labil) dikarenakan perkerasannya yang kaku dan memiliki modulus elastisitas yang tinggi akan mendistribusikan beban terhadap bidang area tanah yang cukup luas.

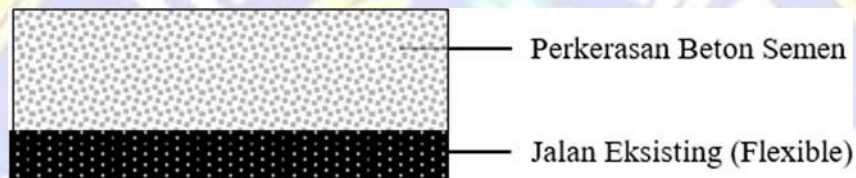
Lapisan konstruksi ini direncanakan untuk dapat mereduksi beban yang lewat diatasnya sehingga dapat mengatasi pengaruh kembang susut dan penurunan perkuatan tanah dasar akibat

cuaca dan lingkungan sekitar. Dengan melihat kondisi tanah dasar beban lalu-lintas sebagian besar dipikul oleh plat beton, maka beberapa faktor yang harus diperhatikan dalam perencananan perkerasan jalan beton semen portland adalah kekuatan struktur beton itu sendiri adanya pondasi dan tanah dasar sangat kecil pengaruhnya terhadap kapasitas struktural perkerasannya. Akan tetapi pada skasus tanah dasar yang masuk kategori tidak baik perlu diadakan kajian geoteknik tersendiri untuk menentukan kekuatan perkerasan yang akan dipakai. Adapun potongan dari lapisan perkerasan jalan dapat dilihat pada Gambar 2.15 dan Gambar 2.16.



Gambar 2. 15 Struktural Perkerasan Kaku Baru

Sumber: TPGJAK No 038/T/BM/1997



Gambar 2. 16 Peningkatan Struktur Perkerasan Kaku

Sumber: TPGJAK No 038/T/BM/1997

2.5.1 Perencanaan Tebal Plat Beton Semen

Perencanaan tebal lapis perkerasan beton semen pada perencanaan jalan ini menggunakan metode desain AASHTO 1993 (American Association of State Highway and Transportation Officials) guide for design of pavement structures 1993. Langkah-langkah / tahapan, prosedur dan parameter-parameter perencanaan secara praktis diberikan sebagai berikut dibawah ini.

- Analisis lalu – lintas: mencakup umur rencana, lalu-lintas harian rata-rata, pertumbuhan lalu-lintas tahunan, *vehicle damage factor*, *equivalent single axle load*
- *Terminal serviceability index*
- *Initial serviceability*
- *Serviceability loss*
- *Reliability*
- Standar normal deviasi
- Standar deviasi
- CBR dan Modulus reaksi tanah dasar
- Modulus elastisitas beton, fungsi dari kuat tekan beton
- *Flexural strength*
- *Drainage coefficient*
- *Load transfer coefficient*

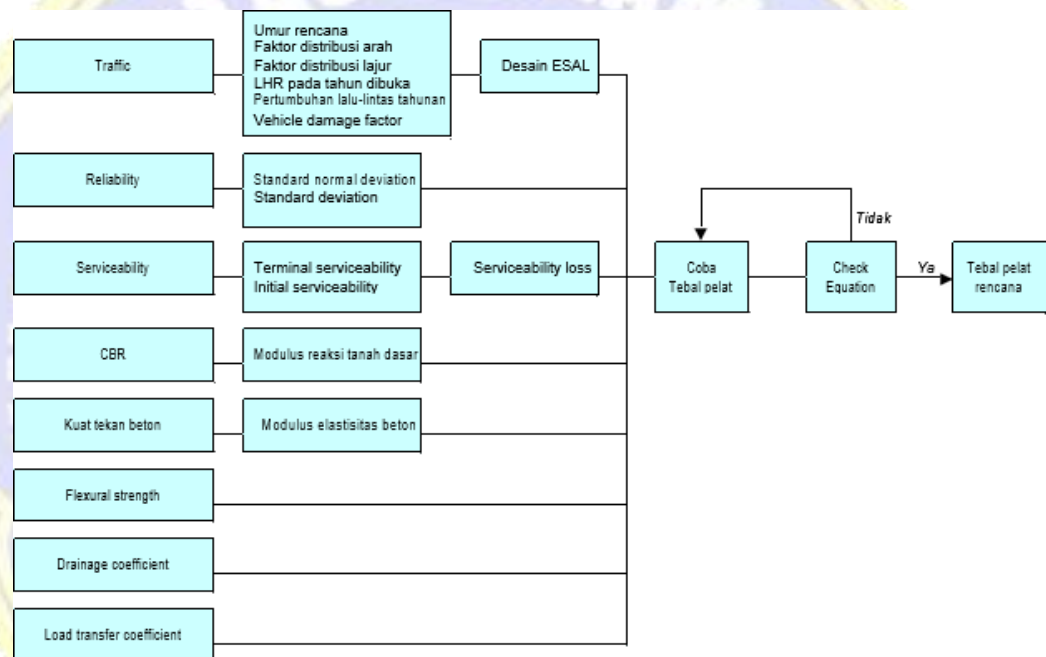
2.5.2 Analisis Lalu Lintas (Traffic Desain)

1. Umur Rencana

Usia rencana adalah jangka waktu dalam tahun mulai saat jalan tersebut dibuka untuk lalu lintas sampai perkerasan harus diperbaiki atau ditingkatkan. Selama usia rencana, pemeliharaan dan perbaikan perkerasan harus selalu dilakukan, seperti pelapisan ulang, penambahan, atau peningkatan lapisan perkerasan. Tipikal usia rencana ada beberapa macam, yaitu:

- Lapisan perkerasan aspal baru, 20 – 25 tahun
- Lapisan perkerasan kaku baru, 20 – 40 tahun
- Lapisan tambahan (aspal, 10 – 15 tahun), (batu pasir, 10 – 20 tahun)

Ciri pengenalan penggolongan kendaraan seperti dibawah ini, penggolongan lalu-lintas terdapat paling tidak 3 versi yaitu berdasar Manual Kapasitas Jalan Indonesia 1997), berdasar Pedoman Teknis No. Pd.T-19-2004-B Survey pencacahan lalu lintas dengan cara manual, dan berdasar PT. Jasa Marga (Persero). Prosedur penentuan tebal perkerasan kaku menurut AASHTO 1993 dapat dilihat pada Gambar 2.17.



Gambar 2. 17 Bagan Alir Prosuder Perencanaan Tebal Perkerasan Kaku – Cara AASHTO 1993

Pengenalan ciri kendaraan :

- Kecuali Combi, umumnya sebagai kendaraan penumpang umum maximal 12 tempat duduk seperti mikrolet, angkot, minibus, pick-up yang diberi penaung kanvas / pelat dengan rute dalam kota dan sekitarnya atau angkutan pedesaan.
- Umumnya sebagai kendaraan barang, maksimal beban sumbu belakang 3,5 ton dengan bagian belakang sumbu tunggal roda tunggal (STRT)
- Bus kecil adalah sebagai kendaraan penumpang umum dengan tempat duduk antara 16 s/d 26 kursi, seperti Kopaja, Metromini, Elf dengan bagian belakang sumbu tunggal roda ganda (STRG) dan panjang kendaraan maximal 9 m dengan sebutan bus $\frac{3}{4}$. : Golongan 5a.

- Bus besar adalah sebagai kendaraan penumpang umum dengan tempat duduk antara 30 s/d 50 kursi, seperti bus malam, bus kota, bus antar kota yang berukuran ± 12 m dan STRG : Golongan 5b.

Truk 2 sumbu adalah sebagai kendaraan barang dengan beban sumbu belakang antara 5 10 ton (MST 5, 8, 10 dan STRG) : Golongan 6.

- Truk 3 sumbu adalah sebagai kendaraan barang dengan 3 sumbu yang letaknya STRT dan SGRG (sumbu ganda roda ganda) : Golongan 7a.
- Truk gandengan adalah sebagai kendaraan no. 6 dan 7 yang diberi gandengan bak truk dan dihubungkan dengan batang segitiga. Disebut juga Full Trailer Truck : Golongan 7b.
- Truk semi trailer atau truk tempelan adalah sebagai kendaraan yang terdiri dari kepala truk dengan 2 - 3 sumbu yang dihubungkan secara sendi dengan pelat dan rangka bak yang beroda belakang yang mempunyai 2 atau 3 sumbu pula : Golongan 7c.

Berikut ini penggolongan kendaraan berdasarkan MKJI pada Tabel 2.9, menurut Pedoman Teknis No Pd.T-19-2004-B terlihat pada Tabel 2.10, dan menurut PT. Jasa Marga (Persero) terlihat pada Tabel 2.11.

Tabel 2. 9 Penggolongan Kendaraan Berdasarkan MKJI

No.	Type kendaraan	Golongan
1.	Sedan, jeep, st. wagon	2
2.	Pick-up, combi	3
3.	Truck 2 as (L), micro truck, mobil hantaran	4
4.	Bus kecil	5a
5.	Bus besar	5b
6.	Truck 2 as (H)	6
7.	Truck 3 as	7a
8.	Trailer 4 as, truck gandengan	7b
9.	Truck s. trailer	7c

Sumber : Pd.T-19-2004-B

Tabel 2. 10 Penggolongan Kendaraan Berdasarkan Pedoman Teknis No Pd.T-19-2004-B

No.	Jenis kendaraan yang masuk kelompok ini adalah	Golongan
1.	Sedan, jeep, dan Station Wagon	2
2.	Opelet, Pick-up opelet, Sub-urban, Combi, Minibus	3
3.	Pick-up, Micro Truck dan Mobil hantaran atau Pick-up Box	4
4.	Bus Kecil	5a
5.	Bus Besar	5b
6.	Truk ringan 2 sumbu	6a
7.	Truk sedang 2 sumbu	6b
8.	Truk 3 sumbu	7a
9.	Truk Gandengan	7b
10.	Truk Semi Trailer	7c

Sumber : Pd.T-19-2004-B

Tabel 2. 11 Penggolongan Kendaraan Berdasarkan PT.Jasa Marga(Persero)

No	Golongan Kendaraan
1	Golongan 1
2	Golongan 1 au
3	Golongan 2 a
4	Golongan 2a au
5	Golongan 2b

Sumber : PT. Jasa Marga (Persero)

Data yang dibutuhkan untuk perencanaan dari parameter lalu-lintas harian rata-rata dan pertumbuhan lalu-lintas tahunan untuk memudahkan dalam analisis disajikan dalam suatu tabel, dalam tabel ini digabungkan sekalian data / parameter vehicle damage factor (VDF). Adapun untuk contoh dari tabel parameter lalu lintas harian rata-rata dan parameter VDF dapat dilihat pada Tabel 2.12.

Tabel 2. 12 Data/Parameter Golongan Kendaraan LHR,Pertumbuhan Lalu Lintas (i) Dan VDF

No	Jenis Kendaraan	Gol.	LHR	i (%)	VDF
1	Sedan, jeep, dan Station Wagon	2			
2	Opelet, Pick-up opelet, Sub-urban, Combi, Minibus	3			
3	Pick-up, Micro Truck dan Mobil hantaran atau Pick-up Box	4			
4	Bus Kecil	5a			
5	Bus Besar	5b			
6	Truk ringan 2 sumbu	6a			
7	Truk sedang 2 sumbu	6b			
8	Truk 3 sumbu	7a			
9	Truk Gandeng	7b			
10	Truk Semi Trailer	7c			

Sumber: Modul Ajar Kuliah Rekayasa Jalan Raya ITS, 2006

Keterangan :

Contoh diatas, penggolongan kendaraan mengacu pada Pedoman Teknis No. Pd.T-19-2004-B.

LHR : Jumlah lalu-lintas harian rata-rata (kendaraan) pada tahun survey / pada tahun terakhir.

i : Pertumbuhan lalu-lintas per tahun (%)

VDF : Nilai damage factor VDF : Nilai damage factor

2. Analisis Lalu Lintas (*Traffic Design*)

Data dan parameter lalu-lintas yang digunakan untuk perencanaan tebal perkerasan meliputi:

- Jenis kendaraan.
- Volume lalu-lintas harian rata-rata.
- Pertumbuhan lalu-lintas tahunan.
- Damage factor.

- Umur rencana.
- Faktor distribusi arah.
- Faktor distribusi lajur.
- Equivalent Single Axle Load, *ESAL* selama umur rencana (*traffic design*).

Faktor distribusi arah : $DD = 0,3 - 0,7$ dan umumnya diambil 0,5 (AASHTO 2017). Faktor distribusi lajur (DL), mengacu pada Tabel 2.13 yang diatur dalam AASHTO 1993.

Tabel 2. 13 Faktor Distribusi Lajur (DL)

Jumlah Lajur Setiap Arah	DL (%)
1	100
2	890 – 100
3	60 – 80
4	50 – 75

Sumber : AASHTO 1993

Rumus umum desain traffic (*ESAL* = *Equivalen single Axle Load*) :

$$W_{18} = \sum_{N1}^{Nn} LHR_j \times VDF_j \times D_d \times D_l \times 365$$

Dimana :

- W_{18} = traffic desain daripada lajur lalu-lintas, *equivalen single axle load*
 LHR_j = Jumlah harian rata – rata 2 arah
 VDF_j = Vehicle Damage Factor untuk jenis kendaraan j
 D_D = Faktor distribusi arah
 D_L = Faktor distribusi lajur
 N_1 = Lalu – lintas pada tahun pertama dibuka
 N_n = Lalu – lintas pada akhir umur rencana

Lalu-lintas yang digunakan untuk perencanaan tebal perkerasan adalah lalu-lintas kumulatif selama umur rencana. Besaran ini didapatkan dengan mengalikan beban gandar standar kumulatif pada jalur rencana selama setahun dengan besaran kenaikan lalu-lintas (*traffic growth*). Secara numerik rumusan lalu-lintas kumulatif ini sebagai berikut :

$$W_t = W_{18} \times \frac{(1 + g)^n - 1}{g}$$

Dimana :

- W_t = jumlah beban gandar tunggal standar kumulatif
 W_{18} = beban gandar kumulatif selama 1 tahun
 N = Umur pelayanan atau umur rencana (tahun)
 g = Perkembangan lalu-lintas (%)

3. California Bearing Ratio (CBR)

California Bearing Ratio (CBR), dalam perencanaan perkerasan kaku digunakan untuk penentuan nilai parameter modulus reaksi tanah dasar (*modulus of subgrade*

reaction : k). CBR yang umum digunakan di Indonesia berdasar besaran 6 % untuk lapis tanah dasar, mengacu pada spesifikasi (versi Kimpraswil / Departemen Pekerjaan Umum edisi 2004 dan versi Dinas Pekerjaan Umum DKI Jakarta edisi 2004). Akan tetapi tanah dasar dengan nilai CBR 5 % dan atau 4 % pun dapat digunakan setelah melalui kajian geoteknik, dengan CBR kurang dari 6 % ini jika digunakan sebagai dasar perencanaan tebal perkerasan, masalah yang terpengaruh khusus lapis tanah dasar tersebut.

Pengambilan nilai CBR perkiraan dapat digunakan jika tidak diperoleh nilai CBR, khususnya untuk jalan dengan lalu lintas rendah dimana tidak disarankan penelitian, atau untuk tahap awal perencanaan suatu jalan. Nilai CBR perkiraan dapat dilihat pada tabel 2.14.

Tabel 2. 14 Tipikal Perkiraan Nilai CBR Desain

Pemerian Lapisan Tanah Dasar		Tipikal Nilai Cbr (%)	
Material	USCS	Drainase Baik	Drainase Jelek/Kurang
Lempung dengan plastisitas tinggi	CH ML	5	2 – 3
Lanau			
Lempung Lanauan	CL	6 – 7	4 – 5
Lempung Pasiran	SC		
Pasir	SW, SP	15 – 20	

Sumber: Pavement Design, NAASRA, 1987

4. Material Konstruksi Perkerasan

Material perkerasan yang digunakan dengan parameter yang terkait dalam perencanaan tebal perkerasan sebagai berikut:

a. Pelat Beton

- Flexural strength (Sc') = 45 kg/cm²
- Kuat tekan (benda uji silinder 15 x 30 cm) : $fc' = 350$ kg/cm²

b. Wet lean concrete Kuat tekan (benda uji silinder 15 x 30 cm) : $fc' = 105$ kg/cm² Sc' digunakan untuk penentuan parameter flexural strength, dan fc' digunakan untuk penentuan parameter modulus elastisitas beton (Ec).

Hubungan untuk mengubah kuat tekan beton 28 hari ke kuat lentur 90 hari pada beton yang menggunakan agregat pecah, menurut SNI T-15-1991-03 adalah sebagai berikut:

$$f_r = 0,7 \sqrt{f'_c} \text{ (MPa) untuk beton normal}$$

Dimana :

f'_c = Kuat tekan karakteristik beton pada usia 28 hari (MPa)

f_r = Modulus keruntuhan lentur beton

Tegangan kerja :

$$f_t = 0,4 - 0,5 f_r$$

2.5.3 Parameter Perhitungan Tebal Plat

1. *Reliability*

Reliability Probabilitas bahwa perkerasan yang direncanakan akan tetap memuaskan selama masa layannya. Penetapan angka *Reliability* dari 50 % sampai 99,99 % menurut AASHTO merupakan tingkat kehandalan desain untuk mengatasi, mengakomodasi kemungkinan melesetnya besaran-besaran desain yang dipakai. Semakin tinggi *reliability* yang dipakai semakin tinggi tingkat mengatasi kemungkinan terjadinya selisih (deviasi) desain. Besaran-besaran desain yang terkait dengan ini antara lain :

- Peramalan kinerja perkerasan.
 - Peramalan lalu-lintas.
 - Perkiraan tekanan gandar.
 - Pelaksanaan konstruksi.
- a. Kinerja perkerasan diramalkan pada angka desain Terminal Serviceability $p_t = 2,5$ (untuk jalan raya utama), $p_t = 2,0$ (untuk jalan lalu-lintas rendah), dan Initial Serviceability $p_o = 4,5$ (angka ini bergerak dari 0 – 5).
 - b. Peramalan lalu-lintas dilakukan dengan studi tersendiri, bukan hanya didasarkan rumus empirik. Tingkat kehandalan jauh lebih baik dibandingkan bila dilakukan secara empiris, linear, atau data sekunder.
 - c. Perkiraan tekanan gandar yang diperoleh secara primer dari WIM survey, tingkat kehandalannya jauh lebih baik dibanding menggunakan data sekunder.
 - d. Dalam pelaksanaan konstruksi, spesifikasi sudah membatasi tingkat / syarat agar perkerasan sesuai (atau lebih) dari apa yang diminta desain. Bahkan desain merupakan syarat minimum dalam spesifikasi.

Mengkaji keempat faktor diatas, penetapan besaran dalam desain sebetulnya sudah menekan sekecil mungkin penyimpangan yang akan terjadi. Tetapi tidak ada satu jaminan-pun berapa besar dari keempat faktor tersebut menyimpang. Parameter *reliability* dapat ditentukan sebagai berikut :

- Berdasar parameter klasifikasi fungsi jalan
- Berdasar status lokasi jalan urban / rural
- Penetapan tingkat *Reliability* (R)
- Penetapan standard normal deviation (ZR)
- Penetapan standar deviasi (So)
- Kehandalan data lalu-lintas dan beban kendaraan

Dari beberapa parameter yang telah disebutkan, bahwa penentuan tingkat *reliability* dapat ditentukan sesuai dengan pada Tabel 2.15.

Tabel 2. 15 *Reliability* (R)

Klasifikasi Jalan	<i>Reliability</i> : 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 : Pavement Design, NAASRA, 1987

Catatan : Untuk menggunakan besaran-besaran dalam standar AASHTO ini sebenarnya dibutuhkan suatu rekaman data, evaluasi desain / kenyataan beserta biaya konstruksi dan pemeliharaan dalam kurun waktu yang cukup. Dengan demikian besaran parameter yang dipakai tidak selalu menggunakan “angka tengah” sebagai kompromi besaran yang diterapkan. Pada Tabel 2.16 dijelaskan secara umum, bahwa nilai Z_R yang dicantumkan bernilai negatif, di mana nilai tersebut merepresentasikan titik batas pada distribusi normal standar yang disesuaikan dengan tingkat keandalan yang direncanakan dalam desain perkerasan jalan.

Tabel 2. 16 Standar Normal Devition(Z_R)

R (%)	Z _R
50	- 0,000
60	- 0,253
75	- 0,674
80	- 0,841
85	- 1,037
90	- 1,282
91	- 1,340
92	- 1,405
93	- 1,476
94	- 1,555
96	- 1,751
97	- 1,881
98	- 2,054
99	- 2,327
99,9	- 3,090
99,99	- 3,750

Sumber : Pavement Design, NAASRA, 1987

2. Serviceability

Terminal *serviceability index*(pt) mengacu pada tabel 2.17. Intial *serviceability* untuk *rigid pavement* : $p_o = 4,5$ (diambil dari AASHTO 1993) hal.II-10). Total *loss of serviceability* : $\Delta PSI = P_o - P_t$

Tabel 2. 17 Terminal Serviceability Index (Pt)

Percent Of People Stating Unacceptable	Pt
12	3,0
55	2,5
85	2,0

Sumber : Pavement Design, NAASRA, 1987

Penetapan Parameter Serviceability :

Initial serviceability : $p_o = 4,5$

Terminal serviceability index Jalur utama (*major highways*) : $p_t = 2,5$

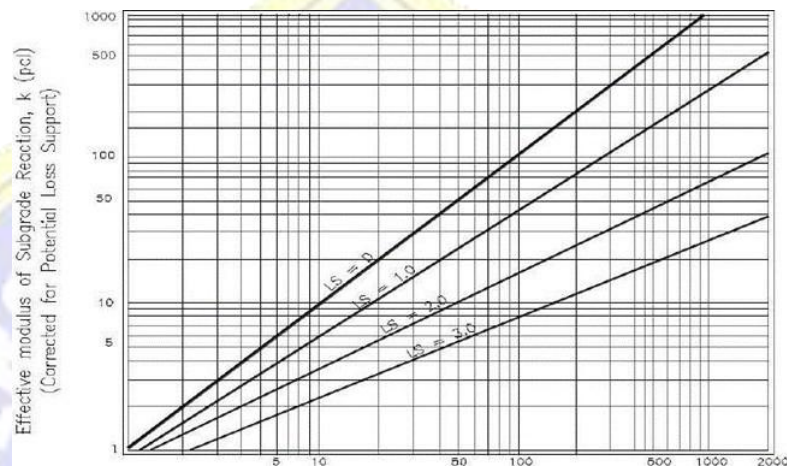
Terminal serviceability index Jalan lalu-lintas rendah : $p_t = 2,0$

3. Modulus Reaksi Tanah Dasar

Modulus of subgrade reaction (k) menggunakan gabungan formula dan grafik penentuan modulus reaksi tanah dasar berdasar ketentuan CBR tanah dasar.

- $M_R = 1500 \times \text{CBR}$
- $K = \frac{M_R}{19,4}$
- $M_R = \text{resilient modulus}$

Koreksi *Effective Modulus of Subgrade Reaction*, menggunakan Grafik pada Gambar 2.18. dan Faktor *Loss of Support (LS)* mengacu pada Tabel 2.18.



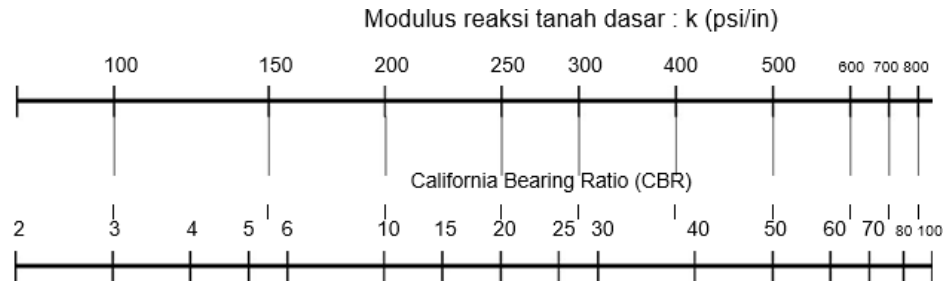
Gambar 2. 18 *Effective Modulus of Subgrade Reaction, k(pci)*
Sumber : Pavement Design, NAASRA, 1987

Tabel 2. 18 *Loss Of Supprot Factors(LS)*

No	Type Material	LS
1	Cement Treated Granular Base (E = 1.000.000 – 2.000.000 psi)	0 – 1
2	Cement Aggregate Mixture (E = 500.000 – 1.000.000 psi)	0 – 1
3	Asphalt Treated Base (E = 350.000 – 1.000.000 psi)	0 – 1
4	Bituminous Stabilized Mixtures (E = 40.000 – 300.000 psi)	0 – 1
5	Lime Stabilized (E = 20.000 – 70.000 psi)	1 – 3
6	Unbound Granular Materials (E = 15.000 – 45.000 psi)	1 – 3
7	Fine Grained/Natural Subgrade Materials (E = 3.000 – 40.000 psi)	2 – 3

Sumber: Pavement Design, NAASRA, 1987

Pendekatan nilai modulus reaksi tanah dasar dari referensi / literatur: Pendekatan nilai Modulus Reaksi Tanah Dasar (k) dapat menggunakan hubungan nilai CBR dengan k seperti yang ditunjukkan pada Gambar 2.19. Diambil dari literatur Highway Engineering (Teknik Jalan Raya), Clarkson H Oglesby, R Gary Hicks, Stanford University & Oregon State University, 1996.



Gambar 2. 19 Hubungan Antara (k) dan (CBR)
Sumber: Pavement Design, NAASRA, 1987

4. Modulus Elastisitas Beton

$$E_c = 5700\sqrt{f'_c}$$

Dimana :

E_c = Modulus Elastisitas Beton (psi)

f'_c = Kuat tekan beton

Kuat tekan beton f'_c di tetapkan sesuai pada spesifikasi pekerjaan (jika ada dalam spesifikasi).

5. Flexural Strength

Flexural Strength (modulus of rupture) ditetapkan sesuai pada spesifikasi pekerjaan. Flexural Strength saat ini umumnya digunakan : $f'_r = 45 \text{ kg/cm}^2 = 640 \text{ psi}$.

6. Load Transfer

Load transfer coefficient (J) mengacu pada Tabel 2.19

Tabel 2. 19 Load Transfer Coefficient

Shoulder	Asphalt		Tied PCC	
	Yes	No	Yes	No
Loas Transfer Device				
Pavement Type				
Plain Jointed & Jointed Reinforced	3,2	3,8 – 4,4	2,5 – 3,1	3,6 – 4,2
CRCP	2,9 – 3,2	N/A	2,3 – 2,9	N/A

Sumber: Pavement Design, NAASRA, 1987

Pendekatan Penetapan Parameter Load Transfer

- Joint dengan dowel : $J = 2,5 - 3,1$
- Untuk overlay design : $J = 2,2 - 2,6$

2.5.4 Perhitungan Tebal Plat

a. Persamaan Penentuan Tebal Plat

$$\log W_{18} = Z_{R_o} S + 7,35 \log (D + 1) - 0,06 + \frac{10^{4,5 - 1,5}}{1 + \frac{1,624 \times 10^7}{(D + 1)^{8,46}}} + \log \left[\frac{\Delta PSI}{10} \right]$$

$$(4,22 = 0,32 p_1) \times \log \frac{S_c C_d \times [D^{0,75} - 1,132]}{18,42} \\ 215,63 \times J \times [D^{0,75} - (E_c : k)^{0,25}]$$

Dimana :

W_{18} = Traffic design, Equivalent Single Axle Load (ESAL).

ZR = Standar normal deviasi.

So = Standar deviasi

D = Tebal pelat beton (inches)

ΔPSI = Serviceability loss = po – pt

po = Initial serviceability

pt = Terminal serviceability index.

Sc' = Modulus of rupture sesuai spesifikasi pekerjaan (psi).

Cd = Drainage coefficient.

J = Load transfer coefficient.

Ec = Modulus elastisitas (psi).

K = Modulus reaksi tanah dasar (pci)

b. Parameter Desain Dan Data Perencanaan Rigid Pavement

Parameter desain dan data perencanaan untuk kemudahan bagi perencana dalam menentukan tebal pelat beton rigid pavement, disajikan seperti pada Tabel 2.20.

Tabel 2. 20 Parameter Dan Data Yang Di Gunakan Dalam Perencanaan

No	Parameter	AASHTO	Desain
1	Umur Rencana	-	
2	Lalu Lintas, ESA	-	
3	Terminal Serviceability (pt)	2,0 – 3,0	
4	Initial Serviceability (po)	4,5	
5	Serviceability loss (ΔPSI)	P0 – P1	
6	Reliability (R)	75 – 99,9	
7	Standard Normal Deviaton (ZR)	-0,674 s/d -1,645	
8	Standard Deviation (So)	0,30 – 0,40	
9	Modulus Reaksi Tanah Dasar (k)	Berdasarkan: CBR = 6 *)	
10	Modulus Elastisitas Beton (Ec)	Berdasarkan: f'c = 350 kg/cm2	
11	Flexural Strength (S'c)	Berdasarkan: S'c = 45 kg/cm2	
12	Drainage Coefficient (Cd)	1,10 – 1,20	
13	Load Transfer Coefficient (J)	2,50 – 2,60	

Sumber: Pavement Design, NAASRA, 1987

Dapat di kaji secara khusus terhadap nilai CBR rencana

1. Desain Gabungan Rigid & Flexible Pavement (Composite Pavement)

Perencanaan gabungan rigid & flexible pavement (composite) yang digunakan adalah pendekatan desain overlay hotmix diatas rigid pavement yang mengacu pada AASHTO guide for design of pavement structures 1993.

Prosedur, parameter-parameter perencanaan mengikuti metode perencanaan Rigid Pavement diatas dengan gabungan formula overlay diatas rigid pavement tersebut, sebagai berikut ini.

Dimana :

Dol = tebal *flexible pavement* (inches)

Df = tebal total perkerasan rencana (inches)

Deff = tebal lapis beton *effective* (inches)

A = faktor konversi lapis perkerasan beton ke hotmix

2. Additional Overlay

Jika gabungan *rigid & flexible pavement* tersebut di-desain dengan konstruksi awal pelat beton dan kemudian di-overlay, maka perencanaan menjadi sebagai berikut:

Konstruksi Awal

Konstruksi awal digunakan rigid pavement tebal D cm, di-analisis equivalent standard axle load dan nilai umur rencana terhadap struktur perkerasan kaku setebal D cm tersebut.

Reaming Life (RL) dan Pavement Condition Factor (CF)

$$R_L = 100 \times \left[1 - \frac{N_n}{N_{1,5}} \right]$$

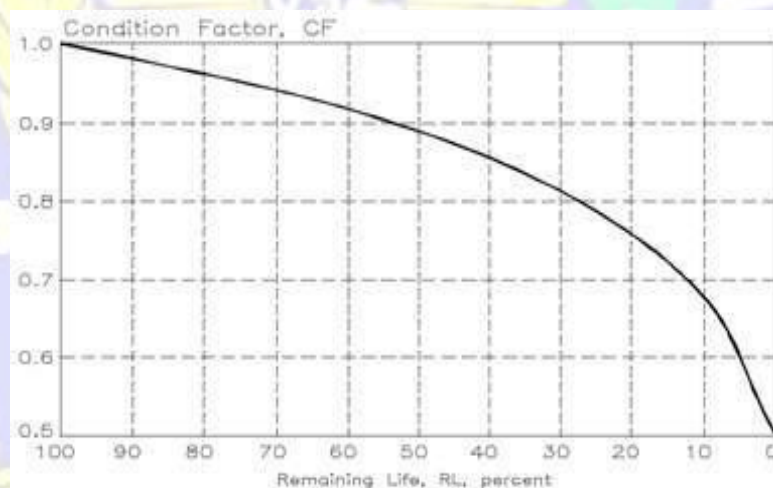
Dimana :

R_L = Remaining life (%)

N_p = Total traffic saat overlay, ESAL

$N_{1,5}$ = Total traffic pada kondisi perkerasan berakhir (failure), ESAL Condition Factor (CF), menggunakan gambar 3.6 atau formula : $CF = R_L^{0,165}$

Selain dengan menggunakan perhitungan diatas untuk menentukan hubungan condition faktor dan reaminging life dapat dilihat pada gambar 2.20.



Gambar 2. 20 Hubungan Condition Factor Dan Reaminging Life

Sumber: *Pavement Design*, NAASRA, 1987

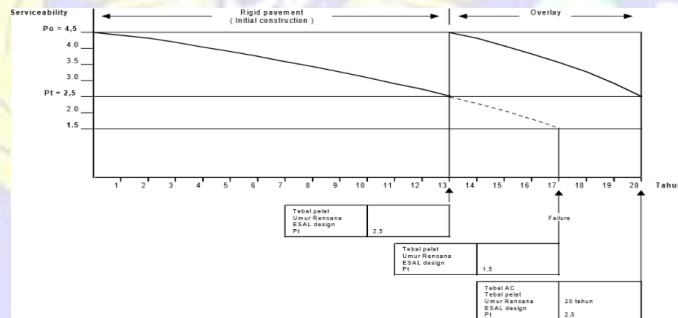
3. Kondisi Pada Akhir tahun ke N_p

Pada akhir tahun ke- N_p diperkirakan kondisi kemampu-layanan perkerasan sebagai berikut :

- Tebal pelat rencana
- Tebal pelat *effective*

- Umur rencana
 - ESAL design
 - Terminal *serviceability index* = 2,5
4. Kondisi Pada Akhir Tahun ke N 1,5
- Pada akhir tahun ke-N1,5 diperkirakan kondisi kemampu-layanan perkerasan sebagai berikut:
- Tebal pelat rencana
 - Umur rencana
 - ESAL *design*
 - *Serviceability index (failure)* = 1,5
5. Kondisi Pada Akhir Tahun Umur Rencana
- Pada akhir tahun umur rencana diperkirakan kondisi kemampu-layanan perkerasan sebagai berikut :
- Tebal *overlay*
 - Tebal pelat
 - Umur rencana = 20 tahun
 - ESAL *design*
 - Terminal *serviceability index* = 2,5
6. *Overlay*

Diperkirakan diperlukan *overlay* agar kondisi perkerasan tetap diatas nilai batas terminal *serviceability index* 2,5 sebelum menurun kemampu-layanannya menjadi 1,5 dan selanjutnya dapat mencapai umur rencana 20 tahun. Kondisi kemampu- layanan perkerasan sebelum dan sesudah di-*overlay*. Pada gambar 2.21 tersebut menunjukkan siklus hidup tingkat pelayanan (*serviceability*) dari perkerasan kaku (*rigid pavement*) mulai dari konstruksi awal hingga pemberian lapis tambah (*overlay*) seiring berjalannya waktu (dalam satuan tahun).



Gambar 2. 21 Kemampuan Layanan *Rigid Pavement* Dan *Additional Overlay*

Sumber: *Pavement Design*, NAASRA, 1987

2.5.5 Perancangan Sambungan Plat Beton

Sambungan yang dibuat pada perkerasan kaku, dimaksudkan untuk tempat muai dan susut beton akibat terjadinya tegangan yang disebabkan perubahan suhu, perubahan kelembaban, gesekan, dan keperluan kontruksi (pelaksana). Perbedaan temperatur yang diterima oleh permukaan pelat bagian atas dan bagian bawah akan menyebabkan plat melenting (*warp*). Perbedaan temperatur yang merata akan menjadikan pelat menyusut atau memuai. Pergerakan pelat ini ditahan oleh berat sendiri pelat dan gesekan antar pelat dengan tanah dasar (*sub base*). Tahanan ini akan menyebabkan pelat mengalami retak, sehingga perlu diadakan perlengkapan untuk menahan retak berupa siar atau tulangan.

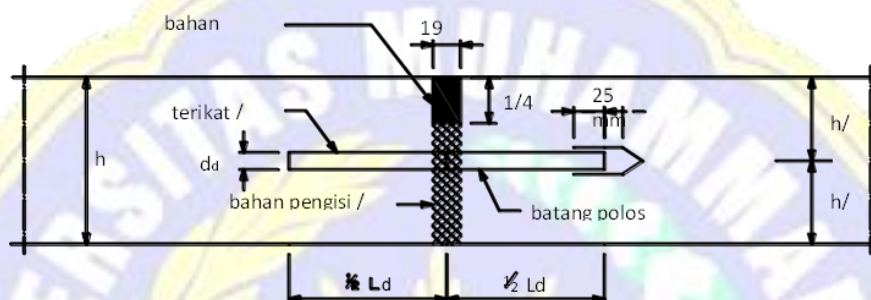
Siar pada perkerasan ada tiga, meliputi:

1. Siar Muai

Fungsi utama siar muai adalah :

- mencegah berkembangnya tegangan-tegangan tekan yang merusak akibat perubahan volume pada pelat perkerasan,
- mencegah pemindahan tegangan yang terlalu besar pada struktur di sebelahnya.

Siar muai pada umumnya tidak diperlukan untuk perkerasan kaku, kecuali pada struktur dengan jenis perkerasan berubah (dari jenis menerus ke jenis bersambung) pada persimpangan. Lebar siar yang biasa dipakai untuk sambungan adalah $\frac{3}{4}$ " – 1". Rangkaian siar selebar 1" dengan interval 20 feet dibuat bila siar muai yang diperlukan lebih besar dari 1". Adapun pada gambar 2.22 tersebut menjelaskan tentang detail potongan melintang sambungan susut (*contraction joint*) pada perkerasan kaku (*rigid pavement*) yang dilengkapi dengan ruji besi atau dowel bar.



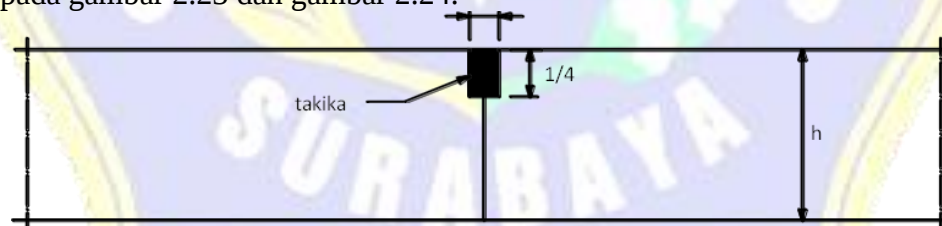
dd = diameter batang dowel, L_d = panjang batang dowel h = tebal pelat beton perkerasan

Gambar 2. 22 Gambar Sambungan Muai Dengan Dowel

Sumber: Pd T-02-2006-B

2. Siar Susut

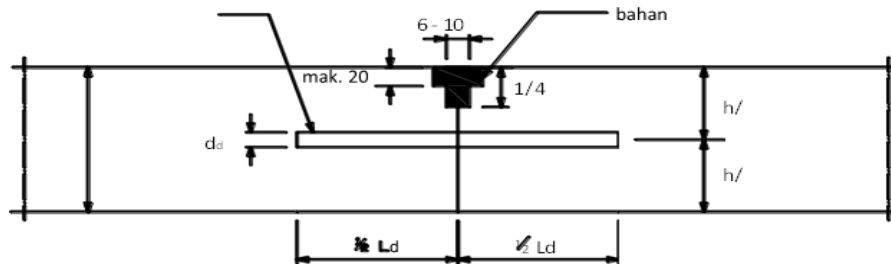
Siar susut adalah sambungan pada bidang yang diperlemah (dummy). Siar ini dibuat untuk mengalihkan tegangan tarik akibat suhu, kelembaban, dan gesekan yang dapat menyebabkan terjadinya retak acak pada permukaan beton. Kedalaman siar susut melintang tidak boleh kurang dari $\frac{1}{4}$ tebal perkerasan, sedangkan untuk siar susut memanjang tidak boleh kurang dari $\frac{1}{3}$ ketebalan perkerasan. Adapun potongan melintang untuk posisi siar susut dapat terlihat pada gambar 2.23 dan gambar 2.24.



h = tebal pelat beton perkerasan

Gambar 2. 23 Sambungan Susut Melintang Tanpa Dowel

Sumber: Pd T-02-2006-B



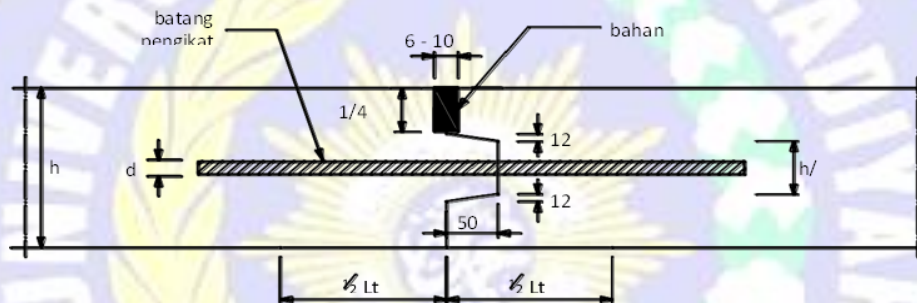
dd = diameter batabg dowel, Ld = panjang batang dowel h = tebal pelat beton perkerasan

Gambar 2. 24 Sambungan Susat Melintang Dengan Dowel

Sumber: Pd T-02-2006-B

3. Siar Pelaksanaan

Siar pelaksanaan diperlukan untuk kebutuhan konstruksi (berhenti dan mulai pengecoran). Jarak antara siar memanjang disesuaikan dengan lebar alat atau mesin penghampar (paving machine) dan tebal perkerasan. Siar konstruksi memanjang harus ditempatkan pada tepi lajur. Hal ini dimaksudkan untuk memaksimalkan kerataan perkerasan dan meminimalkan persoalan pengalihan beban. Siar konstruksi melintang terjadi pada akhir pekerjaan atau saat penghentian pengecoran. Pada gambar 2.25 dapat diketahui potongan sambungan pelaksanaan memanjang dengan lidah alur dan batang pengikat (*tie bar*).



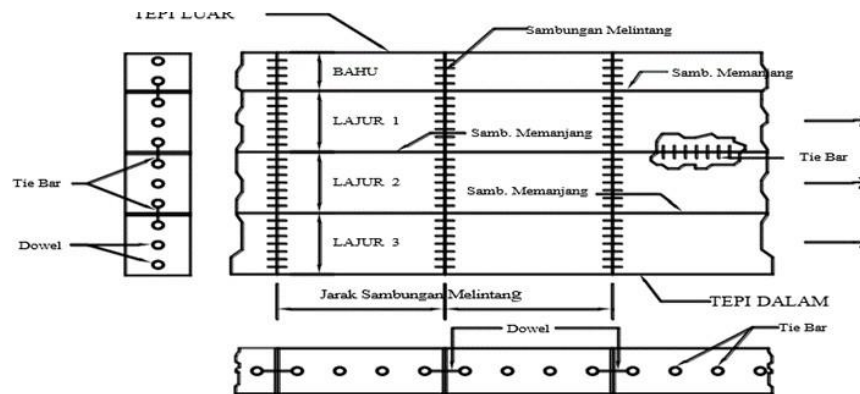
Lt = panjang batang pengikat (*Tie Bar*) dari tulangan yang diprofilkan, dapat dibengkokkan dan diluruskan kembali tanpa rusak

d = diameter tie bar, h = tebal pelat perkerasan

Gambar 2. 25 Sambungan Pelaksanaan Memanjang Dengan Lidah Alur Dan Batang Pengikat (*Tie Bar*)

Sumber: Pd T-02-2006-B

Selain tiga jenis sambungan tersebut, jika pelat perkerasan cukup lebar (lebih besar dari 7 m, kapasitas alat), maka diperlukan sambungan kearah memanjang yang berfungsi sebagai gaya lenteng (*warping*) berupa sambungan engsel dengan diperkuat ikatan batang pengikat (*tie bar*). Adapun skema posisi sambungan tersebut dapat dilihat pada gambar 2.26.



Gambar 2. 26 Tata Letak Sambungan Pada Perkerasan Kaku
Sumber: Pd T-02-2006-B

4. Dowel (Ruji)

Dowel berupa batang baja tulangan polos maupun profil yang digunakan sebagai alat penyambung/pengikat pada beberapa jenis sambungan pelat beton perkerasan jalan. Dowel berfungsi sebagai penyalur beban pada sambungan. Dowel dipasang dengan separuh panjang terikat dan separuh panjang dilumasi atau dicat untuk memberikan kebebasan bergeser. Pada tabel 2.21 dapat diketahui bahwa ukuran dan jarak batang dowel (ruji) yang disarankan sesuai dengan peraturan yang berlaku.

Tabel 2. 21 Ukuran Dan Jarak Batang Dowel (Ruji) Yang Disarankan

Tebal Plat Perkerasan		Dowel					
		Diameter		Panjang		Jarak	
inci	mm	inci	mm	inci	mm	inci	mm
6	150	3/4	19	18	450	12	300
7	175	1	25	18	450	12	300
8	200	1	25	18	450	12	300
9	225	1 1/4	32	18	450	12	300
10	250	1 1/4	32	18	450	12	300
11	275	1 1/4	32	18	450	12	300
12	300	1 1/2	38	18	450	12	300
13	325	1 1/2	38	18	450	12	300
14	350	1 1/2	38	18	450	12	300

5. Batang Pengikat (Tie Bar)

Batang pengikat adalah potongan baja yang diprofilkan. Batang pengikat dipasang pada sambungan lidah alur dengan maksud untuk mengikat pelat agar tidak bergerak horizontal dan menahan gaya-gaya tarik maksimum. Batang pengikat tidak dirancang untuk memindahkan beban. Batang pengikat dipasang pada sambungan memanjang.

2.5.6 Perencanaan Tebal Perkerasan Bahu Jalan

Bahu jalan berfungsi untuk memberikan sokongan samping terhadap konstruksi perkerasan, disamping itu bermanfaat sebagai:

- Ruang untuk menempatkan rambu-rambu lalu lintas
- Tempat parkir sementara saat darurat
- Pemberi kenyamanan dan kebebasan samping

Lebar bahu minimum yang diperkeras antara 1 m untuk jalan kelas II C di daerah pegunungan dan sampai 3 m untuk jalan kelas I di daerah pegunungan. Untuk jalan penghubung daerah pegunungan tergantung lebar keadaan setempat.

Pengurangan lebar bahu jalan kelas I dan II A sama sekali tidak dianjurkan, bahkan harus ada bahu lunak selebar minimum 2 m di luar tepi bahu. Dalam proses menghitung perkerasan bahu jalan menggunakan langkah sebagai berikut:

Menghitung tinggi ekuivalen :

Rumus

$$He = 20 \sqrt{\frac{Po(1 + 0,7 \log(\mu n. \eta \delta))}{CBR}}$$

Dimana

He = ekuivalen terhadap batu pecah

Po = lalu lintas ekuivalen yang diperhitungkan

n = lalu lintas ekuivalen rencana

η = faktor curah hujan

δ = faktor drainase

μ = umur rencana

Kendaraan yang diperhitungkan yang melewati sumbu jalan diambil yang terberat adalah truck 5 as dengan beban maksimum 30 ton. Dalam buku perkerasan jalan beton semen dengan perencanaan metode AASTHO 1993 ditentukan nilai ekuivalen dan koefisien relatif berdasarkan parameter perkerasan yang dapat dilihat pada tabel 2.22.

S = roda tunggal pada ujung sumbu D = roda ganda pada ujung sumbu

Beban roda depan = 30 x 18% = 5,4 ton

Beban roda belakang = 30 x 28% = 8,4 ton

Beban roda belakang (ganda) = 30 x 54% = 16,2 ton

Maka Po didapat = 0,5 x 16,2 = 8,1 ton

Tabel 2. 22 Nilai Ekuivalen Dan Koefisien Kekuatan Relatif

Jenis Perkerasan	Nilai Ekuivalen	Koefisien Kekuatan Relatif
Surface	1,00	0,40
Base	0,50	0,14
Sub Base	0,37	0,13

Sumber: Buku Perkerasan Jalan Beton Semen dengan Perencanaan Metode AASHTO 1993

- Perbandingan tiap lapis perkerasan dengan rumus :
a₁, a₂, a₃ = nilai ekuivalen / koefisien kekuatan relatif
- menentukan tebal perkerasan bahu jalan
He = a₁.D₁ + a₂.D₂ + a₃.D₃
- Syarat kemiringan bahu jalan sesuai jenis jalannya

a adalah koefisien kekuatan relatif masing-masing bahan dan kegunaan sebagai lapis permukaan, pondasi, 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 lapis pondasi bawah). Selain itu perencanaan untuk kemiringan bahu jalan diatur dalam AASTHO 1993 yang dapat dilihat pada tabel 2.23.

Tabel 2. 23 Kemiringan Bahu Jalan

No	Jenis Lapis permukaan Jalan	Kemiringan Melintang Normal I (%)
1	Beraspal, Beton	2 - 3 %
2	Japat	4 - 6 %
3	Kerikil	3 - 6 %
4	Tanah	3 - 6 %

Sumber: Buku Perkerasan Jalan Beton Semen dengan Perencanaan Metode AASHTO 1993

2.6 Pertimbangan Pemilihan Jenis Perkerasan (*Rigid Pavement* dan *Flexible Pavement*)

Dalam menentukan jenis perkerasan yang akan diterapkan pada suatu ruas jalan, perlu dilakukan analisis komparatif yang komprehensif. Pemilihan antara perkerasan kaku (*rigid pavement*) dan perkerasan lentur (*flexible pavement*) tidak hanya didasarkan pada ketersediaan biaya awal, melainkan harus mempertimbangkan berbagai faktor teknis, lingkungan, dan rencana operasional jangka panjang.

Berikut adalah beberapa parameter utama yang menjadi pertimbangan dalam menentukan jenis perkerasan:

1. Volume dan Karakteristik Lalu Lintas (*Traffic Load*)
 - a. Perkerasan Kaku
Sangat direkomendasikan untuk ruas jalan dengan volume lalu lintas tinggi dan dominasi kendaraan berat (seperti truk kontainer, bus, atau kendaraan dengan beban gandar muatan berlebih/*overloading*). Karakteristik pelat beton yang menyebarkan beban ke area tanah dasar yang lebih luas membuat perkerasan ini tahan terhadap deformasi plastis.
 - b. Perkerasan Lentur
Lebih cocok digunakan untuk lalu lintas ringan hingga sedang, di mana pengulangan beban gandar berat tidak terlalu ekstrem, seperti pada jalan lingkungan atau kolektor sekunder.
2. Daya Dukung Tanah Dasar (*Subgrade Strength*)
 - a. Perkerasan Kaku
Memiliki modulus elastisitas yang tinggi, sehingga kekuatan struktur utamanya terletak pada pelat beton itu sendiri. Jenis ini dapat diaplikasikan pada tanah dasar yang memiliki nilai CBR (*California Bearing Ratio*) rendah atau tanah ekspansif, selama diberikan lapisan fondasi bawah (*subbase*) yang stabil untuk mencegah erosi tanah (*pumping*).
 - b. Perkerasan Lentur
Sangat bergantung pada kekuatan daya dukung tanah dasar di bawahnya karena tegangan roda kendaraan diteruskan secara vertikal berlapis-lapis. Jika nilai CBR tanah dasar sangat rendah, perkerasan lentur memerlukan ketebalan lapisan fondasi yang sangat tebal, sehingga menjadi kurang ekonomis.
3. Kondisi Hidrologi dan Drainase Lingkungan
 - a. Perkerasan Kaku
Memiliki ketahanan yang sangat baik terhadap genangan air atau banjir. Struktur beton tidak mudah tergradasi atau mengalami pelemahan ikatan akibat air, sehingga ideal untuk wilayah dengan curah hujan tinggi atau kawasan yang sistem drainase utamanya sering meluap.

- b. Perkerasan Lentur
Sangat sensitif terhadap air. Genangan air pada permukaan atau infiltrasi ke dalam lapis fondasi dapat dengan cepat merusak ikatan aspal, yang memicu terjadinya lubang (*potholes*), pelepasan butir (*ravelling*), dan alur (*rutting*).
 4. Umur Rencana dan Siklus Hidup Biaya (*Life Cycle Cost Analysis*)
 - a. Perkerasan Kaku
Memiliki umur rencana yang panjang (umumnya 20 hingga 40 tahun) dengan biaya pemeliharaan (*maintenance cost*) yang relatif rendah selama masa operasionalnya. Meskipun biaya konstruksi awal (*initial cost*) cenderung lebih tinggi, secara jangka panjang (*Life Cycle Cost*) sering kali lebih ekonomis untuk jalur logistik berat.
 - b. Perkerasan Lentur
Memiliki umur rencana yang lebih pendek (biasanya 10 hingga 20 tahun) dengan biaya konstruksi awal yang lebih murah dan cepat dalam pelaksanaan. Namun, perkerasan ini memerlukan program pemeliharaan berkala yang intensif (seperti *overlay* atau penambalan) setiap beberapa tahun sekali.
 5. Keamanan dan Kenyamanan Berkendara (*Ride Quality*)
 - a. Perkerasan Kaku
Memberikan tingkat kerataan (*roughness*) yang umumnya lebih rendah dibanding aspal karena adanya siar-siar sambungan (*joints*), serta menimbulkan kebisingan ban yang lebih tinggi. Warna permukaan yang terang menguntungkan untuk visibilitas malam hari, namun dapat menyilaukan di siang hari.
 - b. Perkerasan Lentur
Memberikan tingkat kerataan permukaan yang superior, minim guncangan, dan tingkat kebisingan yang rendah, sehingga memberikan kenyamanan (*riding comfort*) yang maksimal bagi pengguna jalan, terutama pada kecepatan tinggi.
- Dari beberapa penjelasan diatas untuk mempermudah proses evaluasi dalam penentuan tipe perkerasan, berikut dibuatkan matriks perbandingan karakteristik kedua jenis perkerasan tersebut yang dapat dilihat pada table 2.24.

Tabel 2. 24 Matriks Perbandingan Tipe Perkerasan

Parameter Pertimbangan	Perkerasan Kaku (<i>Rigid</i>)	Perkerasan Lentur (<i>Flexible</i>)
Bahan Pengikat Utama	Semen (<i>Portland Cement</i>)	Aspal (Bitumen)
Distribusi Beban	Sistem Balok di atas fondasi (menyebar luas)	Distribusi berlapis ke bawah (butiran)
Faktor Pembatas Utama	Kuat Tarik Lentur (<i>Flexural Strength</i>)	Daya dukung tanah dasar (CBR)
Ketahanan Terhadap Air	Sangat tinggi (tahan genangan)	Rendah (Mudah mengelupas/berlubang)
Biaya Konstruksi Awal	Relatif Tinggi	Relatif Lebih Rendah
Biaya Pemeliharaan	Rendah dan Jarang	Tinggi dan Berkala
Deformasi Lokasi Parkir	Tahan terhadap beban statis lama	Rentan terjadi alur/amblesan (<i>rutting</i>)



Halaman ini sengaja dikosongkan