

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Perencanaan Geometrik Jalan

Perencanaan geometrik jalan merupakan bagian dari perencanaan jalan yang dititik beratkan pada perencanaan bentuk fisik sehingga dapat memenuhi fungsi dasar dari jalan yaitu memberikan pelayanan yang optimum pada arus lalu lintas dan sebagai akses ke rumah-rumah.

Perencanaan geometrik jalan meliputi perencanaan potongan melintang, perencanaan alinyemen horizontal, perencanaan alinyemen vertikal, dan superelevasi sesuai klasifikasi Bina Marga.

2.1.1 Data lalu lintas

Data lalu lintas merupakan dasar informasi yang diperlukan untuk merencanakan suatu jalan, karena kapasitas jalan yang akan direncanakan bergantung pada komposisi lalu lintas yang akan melalui jalan tersebut. Hasil dari analisa data lalu lintas pada akhirnya akan menentukan kapasitas jalan, namun harus beriringan dengan perencanaan geometrik lainnya, karena hal tersebut sangat berkaitan satu sama lain.

Data lalu lintas didapat dengan melakukan pendataan kendaraan yang melintasi suatu ruas jalan, sehingga dari hasil pendataan ini kita dapat mengetahui volume lalu lintas yang melintas jalan tersebut, namun data volume lalu lintas yang diperoleh dalam satuan kendaraan per jam (kend/jam).

Volume lalu lintas dinyatakan dalam Satuan Mobil Penumpang (smp) yang didapat dengan mengalikan atau mengkonversikan angka faktor equivalensi (FE) setiap kendaraan yang melintas jalan tersebut dengan jumlah kendaraan yang kita peroleh dari hasil pendataan (kend/jam). Volume lalu lintas dalam smp ini menunjukkan besarnya jumlah lalu lintas harian rata-rata (LHR) yang melintasi

jalan tersebut. Dari lalu lintas harian rata-rata yang didapatkan kita dapat merencanakan tebal perkerasan.

Untuk perencanaan teknik jalan baru, survei lalu lintas tidak dapat dilakukan karena belum ada jalan. Namun, untuk menentukan dimensi jalan tersebut diperlukan data jumlah kendaraan. Untuk itu hal yang harus dilakukan sebagai berikut :

- a. Survei perhitungan lalu lintas dilakukan pada jalan yang sudah ada, yang diperkirakan mempunyai bentuk, kondisi dan keadaan komposisi lalu lintas akan serupa dengan jalan yang direncanakan.
- b. Survei asal dan tujuan yang dilakukan pada lokasi yang dianggap tepat dengan cara melakukan wawancara kepada pengguna jalan untuk mendapatkan gambaran rencana jumlah dan komposisi kendaraan pada jalan yang direncanakan. (L. Hendarsin, Shirley. 2000).

2.1.2 Data peta topografi

Peta topografi pada perencanaan ini digunakan untuk menentukan kecepatan sesuai dengan daerahnya. Sama seperti halnya dengan mengukur bangunan teknik sipil lainnya yaitu melakukan pengukuran sudut dan jarak (horizontal) serta beda tinggi (vertikal), pengukuran untuk perencanaan ini juga mempertimbangkan jarak yang panjang, sehingga pengaruh lengkung permukaan bumi juga diperhitungkan

Pengukuran peta topografi dilakukan pada sepanjang trase jalan rencana dengan mengadakan tambahan dan pengukuran detail pada tempat yang memerlukan realinyemen dan tempat-tempat persilangan dengan sungai atau jalan lain, sehingga memungkinkan didapatkannya trase jalan yang sesuai dengan standar.

Pekerjaan pengukuran ini terdiri dari beberapa kegiatan berikut:

- a. Pekerjaan perintisan untuk pengukuran, dimana secara garis besar ditentukan kemungkinan rute alternatif dan trase jalan.

- b. Kegiatan pengukuran :
- 1) Penentuan titik kontrol vertikal dan horizontal yang dipasang setiap interval 100 meter pada rencana as jalan.
 - 2) Pengukuran situasi selebar kiri dan kanan dari jalan yang dimaksud dan disebutkan serta tata guna tanah disekitar trase jalan.
 - 3) Pengukuran penampang melintang (cross section) dan penampang memanjang.
 - 4) Perhitungan perencanaan desain jalan dan penggambaran peta topografi berdasarkan titik koordinat kontrol diatas.

2.1.3 Data penyelidikan tanah

Data penyelidikan tanah didapat dengan cara melakukan penyelidikan tanah dilapangan, meliputi pekerjaan:

a. Penelitian

Penelitian data tanah yang terdiri dari sifat-sifat indeks, klasifikasi USCS (*Unified soil classification system*) dan AASHTO (*The American Assosialiton of State Highway and Transportation Officials*), pemadatan dan nilai CBR (*California Bearing Ratio*). Pengambilan data CBR dilapangan dilakukan disepanjang ruas jalan rencana, dengan interval 200 meter dengan menggunakan DCP (*Dynamic Cone Penetrometer*). Hasil tes *Dynamic Cone Penetrometer* ini dievaluasi melalui penampilan grafik yang ada, sehingga menampakkan hasil nilai CBR disetiap titik lokasi. Penentuan nilai CBR dapat dilakukan dengan dua cara yaitu dengan cara analitis dan cara grafis.

b. Analisa

Membakukan analisa pada contoh tanah yang terganggu dan tidak terganggu, juga terhadap bahan konstruksi, dengan menggunakan ketentuan ASTM (*American Standard Testing and Material*) dan AASHTO (*The American Association of State Highway and Transportation Officials*) maupun standar yang berlaku di Indonesia.

c. Pengujian Laboratorium

Uji bahan konstruksi untuk mendapatkan :

- 1) Sifat-sifat indeks (*Indeks Properties*) yaitu meliputi G_s (*Specific Gravity*), W_n (*Natural Water Content*), ρ (Berat Isi), e (*Voidratio/angka pori*), n (Porositas), S_r (Derajat Kejenuhan).
- 2) Klasifikasi USCS dan AASHTO
 - Analisa Ukuran Butir (*Grain Size Analysis*)
 - Analisa saringan (*Sieve Analysis*)
 - Hidrometer (*Hydrometer Analysis*)
 - Batas-batas Atteberg (*Atteberg Limits*)
 - *Liquid Limit* (LL) = batas cair
 - *Plastic Limit* (PL) = batas plastis
 - $IP = LL - PL$
 - Pemadatan : ρ_d maks dan w_{opt}
 - Pemadatan standar/proctor
 - pemadatan modifikasi
 - Dilapangan dicek dengan *sandcone* $\pm 100\%$ ρ_d maks
 - CBR laboratorium (CBR rencana), berdasarkan pemadatan ρ_d maks dan $w_{optimum}$
 - CBR lapangan : DCP \rightarrow CBR lapangan

2.1.4 Data penyelidikan material

Data penyelidikan material dilakukan dengan melakukan penyelidikan material meliputi pekerjaan sebagai berikut :

- a. Mengadakan penelitian terhadap semua data material yang ada selanjutnya melakukan penyelidikan sepanjang proyek tersebut yang akan dilakukan berdasarkan survey langsung dilapangan maupun dengan pemeriksaan di laboratorium.

- b. Penyelidikan lokasi sumber daya material yang ada beserta perkiraan jumlahnya untuk pekerjaan-pekerjaan penimbunan pada jalan dan jembatan serta bangunan pelengkap jalan.

Pengidentifikasian material secara visual yang dilakukan oleh teknisi tanah dilapangan hanya berdasarkan gradasi butiran dan karakteristik keplastisannya saja yaitu :

- 1) Tanah berbutir kasar

Tanah yang termasuk dalam kelompok ini adalah kerikil, pasir, dan dominan kerikil.

- 2) Tanah berbutir halus

Dilapangan tanah kelompok ini untuk dibedakan secara visual antara lempung dan lanau, kecuali dengan cara perkiraan karakteristik plastisnya. (L.Hendarsin Shirley, 2000).

2.2 Klasifikasi Jalan

Klasifikasi jalan merupakan aspek penting yang pertama kali harus diidentifikasi sebelum melakukan perancangan jalan. Karena kriteria desain suatu rencana jalan yang ditentukan dari standar desain ditentukan oleh klasifikasi jalan rencana. Pada prinsipnya klasifikasi jalan dalam standar desain (baik untuk jalan dalam kota maupun jalan luar kota) didasarkan kepada klasifikasi jalan menurut undang-undang dan peraturan pemerintah yang berlaku.

2.2.1 Klasifikasi jalan menurut fungsinya

Klasifikasi jalan, menurut fungsinya terbagi atas:

- a. Jalan Arteri

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

b. Jalan Kolektor

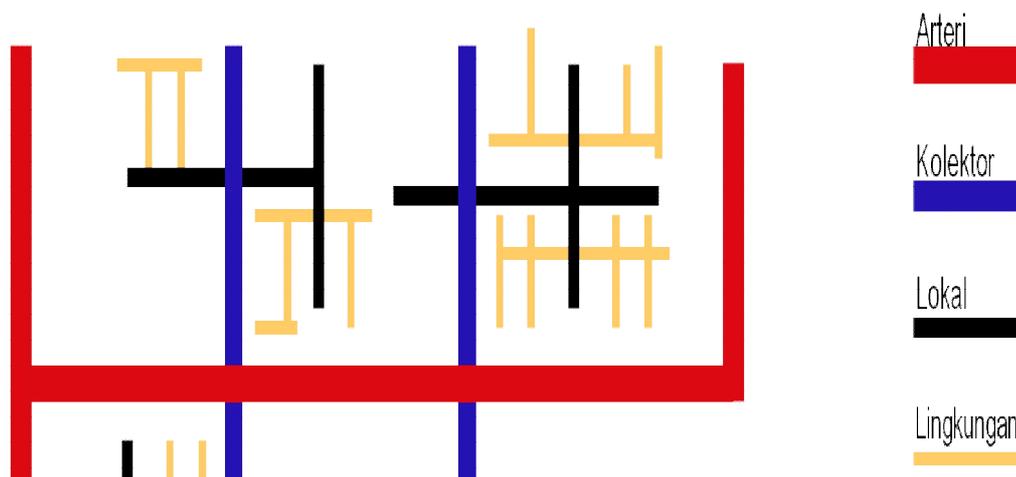
Jalan kolektor merupakan jalan yang melayani angkutan pengumpul/pembagi dengan ciri-ciri perjalanan jarak sedang, kecepatan rata-rata sedang dan jumlah jalan masuk dibatasi.

c. Jalan Lokal

Jalan lokal merupakan jalan yang melayani angkutan setempat dengan ciri-ciri perjalanan jarak dekat, kecepatan rata-rata rendah dan jumlah jalan masuk tidak dibatasi.

d. Jalan Lingkungan

Jalan lingkungan merupakan jalan angkutan lingkungan (jarak pendek, kecepatan rendah).



Gambar 2.1 Klasifikasi menurut fungsi jalan

2.2.2 Klasifikasi jalan menurut kelas jalan

Klasifikasi jalan menurut kelasnya, terbagi menjadi 2, yaitu klasifikasi jalan menurut kelas jalan dalam MST, dan klasifikasi kelas jalan dalam LHR.

a. Klasifikasi jalan menurut kelas jalan dalam MST

Klasifikasi jalan menurut kelas jalan dalam MST (Muatan Sumbu Terberat), merupakan penentuan kelas jalan berdasarkan kemampuan suatu jalan alam menerima beban lalu lintas. MST ini dinyatakan dalam satuan ton.

Klasifikasi jalan menurut kelas jalan ini dapat dilihat pada tabel 2.1.

Tabel 2.1. Klasifikasi Menurut Kelas Jalan dalam MST

No	Fungsi	Kelas	Muatan Sumbu Terberat MST (ton)
1	Arteri	I	>10
		II	10
		III A	8
2	Kolektor	III A	8
		III B	-

(Sumber : Tata Cara Perencanaan Geometrik Antar Kota, 1997)

b. Klasifikasi jalan menurut kelas jalan dalam LHR

Klasifikasi jalan menurut kelas jalan dalam LHR, merupakan penentuan kelas jalan berdasarkan kapasitas Lalu Lintas Harian Rata-rata (LHR) yang dilayani dalam satuan smp. Klasifikasi kelas jalan dalam LHR dapat dilihat pada tabel 2.2.

Tabel 2.2. Klasifikasi Menurut Kelas Jalan dalam LHR

No	Fungsi	Kelas	Lalu Lintas Harian Rata – rata (LHR) SMdalam satuan smp
1	Arteri	I	>20.000
2	Kolektor	II A	6.000 – 20.000
		II B	1500 – 8000
		II C	<2000
3	Lokal	III	-

(Sumber : Tata Cara Perencanaan Geometrik Antar Kota, 1997)

2.2.3 Klasifikasi jalan menurut medan jalan

Klasifikasi jalan menurut medan jalan merupakan pengelompokkan jalan berdasarkan kondisi sebagian besar kemiringan medan yang diukur tegak lurus garis kontur. dapat dilihat pada tabel 2.3.

Tabel 2.3. Klasifikasi Menurut Medan Jalan

Jenis Medan	Notasi	Kemiringan Medan (%)
Datar	D	< 3
Perbukitan	B	3 - 25
Pegunungan	G	>25

(Sumber : Tata Cara Perencanaan Geometrik Antar Kota, 1997)

2.2.4 Klasifikasi jalan menurut wewenang dan pembinaan jalan

Klasifikasi jalan menurut wewenang dan pembinaan jalan diatur menjadi beberapa golongan, berdasarkan pendanaan dari pemerintah, yaitu:

- a. Jalan negara, yaitu jalan yang menghubungkan ibukota – ibukota provinsi
- b. Jalan provinsi, merupakan jalan yang menghubungkan antar tempat/kota di dalam suatu provinsi
- c. Jalan kabupaten/kota, merupakan jalan yang meliputi lingkungan kabupaten maupun kotamadya
- d. Jalan desa, merupakan jalan yang ada di lingkungan suatu desa.

Selain jalan negara yang jalannya didanai oleh pemerintah pusat, jalan-jalan tersebut juga didanai oleh pemerintah daerah setempat, baik Pemerintah Daerah Tingkat I, maupun Pemerintah Daerah Tingkat II.4

2.3 Karakteristik Lalu Lintas

Data utama yang diperlukan dalam perencanaan jalan yaitu data lalu lintas, karena kapasitas jalan yang akan direncanakan bergantung dari komposisi yang akan menggunakan jalan pada suatu segmen jalan yang ditinjau.

Intinya, data lalu lintas ini digunakan untuk menentukan kapasitas jalan, namun harus dilakukan bersamaan dengan perencanaan geometrik dan lainnya karena data ini karena berkaitan satu dengan yang lainnya.

2.3.1 Kendaraan rencana

Kendaraan rencana adalah kendaraan yang dimensi dan radius putarnya dipakai sebagai acuan dalam perencanaan geometrik. Dilihat dari bentuk, ukuran, dan daya dari kendaraan-kendaraan yang mempergunakan jalan, kendaraan tersebut dapat dikelompokkan menjadi tiga kategori, yaitu:

- a. Kendaraan kecil (LV), yaitu kendaraan bermotor dengan empat roda dan dengan jarak as 2,0 – 3,0 m, meliputi mobil penumpang, oplet, minibus,

mikrobus, pick up, dan truk kecil (sesuai dengan sistem klasifikasi Bina Marga).

- b. Kendaraan sedang (MHV), yaitu kendaraan bermotor dengan dua gandar, dengan jarak 3,5 m – 5,0 m, meliputi truk 3 as, *tandem*, atau oleh bus besar 2 as
- c. Kendaraan besar, diwakili oleh truk semi *trailer*.

Adapun dimensi kendaraan rencana dapat dilihat pada tabel 2.4.

Tabel 2.4. Dimensi Kendaraan Rencana

Kategori kendaraan rencana	Dimensi Kendaraan (cm)			Tonjolan (cm)		Radius putar (cm)		Radius tonjolan (cm)
	Tinggi	Lebar	Panjang	Depan	Belakang	Min	Maks	
Kecil	130	210	580	90	150	420	730	780
Sedang	410	260	1210	210	240	740	1280	1410
Besar	410	260	2100	120	90	290	1400	1370

(Sumber : Tata Cara Perencanaan Geometrik Antar Kota, 1997)

2.3.2 Kecepatan rencana

Kecepatan rencana adalah kecepatan pada suatu ruas jalan yang dipilih sebagai dasar perencanaan geometrik jalan seperti tikungan, kemiringan jalan, jarak pandang, dan lain-lain. Dengan adanya kecepatan rencana, kendaraan dapat berjalan dengan aman, karena keamanan itu sepenuhnya bergantung dari bentuk jalan.

Kecepatan rencana bergantung kepada:

- a. Kondisi pengemudi dan kendaraannya
- b. Keadaan fisik dan medan jalan
- c. Cuaca sekitar
- d. Adanya gangguan dari kendaraan lain
- e. Batas rencana kendaraan yang diijinkan

Kecepatan rencana ini digunakan sebagai dasar perencanaan geometrik.

Adapun kecepatan rencana yang diperbolehkan dapat dilihat pada tabel 2.5.

Tabel 2.5. Kecepatan Rencana (V_R) Sesuai Klasifikasi Fungsi dan Medan Jalan

Fungsi Jalan	Kecepatan Rencana (V_R) (km/jam)		
	Datar	Bukit	Gunung
Arteri	70 – 120	60 – 80	40 – 70
Kolektor	60 – 90	50 – 60	30 – 50
Lokal	40 – 70	30 – 50	20 – 30

(Sumber : Tata Cara Perencanaan Geometrik Antar Kota, 1997)

2.3.3 Volume Lalu Lintas

Volume Lalu Lintas Harian Rata-rata (VLHR) adalah perkiraan volume lalu lintas harian pada akhir tahun rencana lalu lintas dinyatakan dalam smp/hari.

a. Satuan Mobil Penumpang (smp)

Satuan mobil penumpang merupakan angka satuan kendaraan, yang dalam hal ini setiap kendaraan memiliki satu smp. SMP untuk jenis-jenis kendaraan dapat dilihat dalam tabel 2.6

Tabel 2.6 SMP berbagai Jenis Kendaraan

Jenis Kendaraan	Nilai smp
Sepeda	0,5
Mobil Penumpang/ sepeda motor	1,0
Truk Ringan (<5 ton)	2,0
Truk Sedang (>5 ton)	2,5
Truck Berat (>10 ton)	3,0
Bus	3,0
Kendaraan Tak Bermotor	7,0

(Sumber : Peraturan Perencanaan Geometrik Jalan Raya, 1970)

b. Ekuivalensi Mobil Penumpang (emp)

Merupakan faktor pengkonversi berbagai jenis kendaraan yang berbanding dengan mobil penumpang atau kendaraan lainnya sehubungan dengan dampak pada perilaku lalu lintas (emp mobil penumpang = 1,0). Untuk hasil konversi berbagai jenis kendaraan ini dapat dilihat pada tabel 2.7.

Tabel 2.7 Ekivalen Mobil Penumpang (emp)

No	Jenis Kendaraan	Datar/ Bukit	Gunung
1.	Sedan, Jeep, Station Wagon	1,0	1,0
2.	Pick Up, Bus Kecil, Truck Kecil	1,2 – 2,4	1,9 – 3,5
3.	Bus dan Truck Besar	1,2 – 5,0	2,2 – 6,0

(Sumber : Tata Cara Perencanaan Geometrik Antar Kota, 1997)

Satuan volume lalu lintas yang umum digunakan sehubungan dengan jumlah dan lebar lajur adalah:

- Lalu lintas Harian Rata-rata Tahunan (LHRT)

Lalu lintas harian rata-rata tahunan (LHRT) adalah jumlah lalu lintas kendaraan rata-rata yang melewati satu jalur jalan selama 24 jam dan diperoleh dari data selama satu tahun penuh.

$$LHRT = \frac{\text{Jumlah lalu lintas dalam 1 tahun}}{365 \text{ hari}} \dots\dots\dots(2.1)$$

- Lalu Lintas Harian Rata-rata (LHR)

Merupakan hasil bagi dari jumlah kendaraan yang diperoleh selama pengamatan dengan lamanya pengamatan.

$$LHRT = \frac{\text{Jumlah lalu lintas selama pengamatan}}{\text{Lamanya Pengamatan}} \dots\dots\dots(2.2)$$

2.4 Karakteristik Geometrik

Dalam perencanaan jalan, bentuk geometrik jalan harus ditetapkan sedemikian rupa sehingga jalan tersebut pada akhirnya akan memberikan pelayanan yang optimal bagi pengguna jalan. Adapun tujuan utama dari perencanaan geometrik jalan yaitu:

1. Memberikan keamanan dan kenyamanan, seperti jarak pandang, ruang yang cukup bagi manuver kendaraan dan koefisien gesek permukaan jalan yang cukup.

2. Ekonomis dari suatu perancangan.
3. Dapat memberikan keseragaman geometrik yang berkaitan langsung dengan medan jalan.

Parameter yang digunakan dalam perencanaan geometrik jalan raya, antara lain kendaraan rencana, kecepatan rencana, satuan mobil penumpang, dan volume lalu lintas harian rencana.

2.4.1 Trase jalan

Dalam perencanaan trase jalan, ada beberapa kriteria yang memengaruhi pemilihannya, antara lain panjang jalan, klasifikasi medan, besarnya volume galian dan timbunan, banyaknya bangunan pelengkap, alinyemen vertikal maupun horizontal, kondisi tata guna lahan faktor geologi, topografi, dan lingkungan.

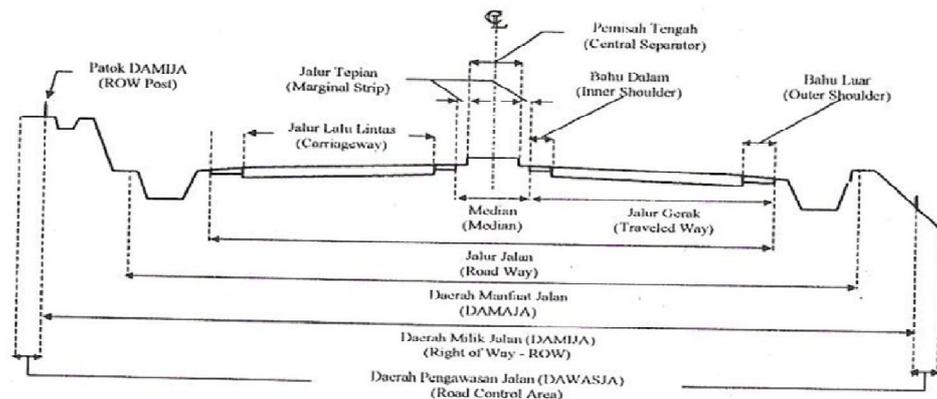
2.4.2 Penetapan stasiun (*stationing*)

Statoning yaitu jarak lintasan suatu trase jalan yang diukur dari mulai titik awal proyek sampai titik akhir selesainya proyek. Tujuan dari penetapan stationing yaitu untuk menentukan titik-titik lintasan suatu trase jalan, sekaligus untuk menentukan panjang suatu trase jalan, atau jarak dari suatu tempat ke tempat lainnya pada suatu lokasi jalan. Titik-titik penting yang terdapat pada sepanjang jalan tertentu disebut titik stasiun.

2.4.3 Penampang memanjang jalan

Pembuatan penampang memanjang jalan dibuat dengan skala horizontal 1 : 1000 atau 1 : 2000 dan skala vertikalnya adalah 1 : 100. Penampang memanjang jalan digambarkan secara langsung dari pengukuran lapangan untuk mengetahui dan bagian yang harus ditimbun dalam arah memanjang trase jalan. Gambar perencanaan penampang memanjang jalan didasarkan pada hasil perhitungan alinyemen vertikal serta standar-standar yang digunakan.

2.4.4 Penampang melintang jalan



Gambar 2.2 Bagian Penampang Melintang Jalan

2.4.5 Jarak pandang

Jarak pandangan adalah panjang jalan didepan kendaraan yang masih dapat dilihat dengan jelas diukur dari titik kedudukan pengemudi. Jarak pandangan berguna untuk:

- Menghindarkan terjadinya tabrakan yang dapat membahayakan kendaraan dan manusia akibat adanya benda yang berukuran cukup besar, kendaraan yang sedang berhenti, pejalan kaki, atau hewan-hewan pada lajur jalannya.
- Memberi kemungkinan untuk mendahului kendaraan lain yang bergerak dengan kecepatan lebih rendah dengan menggunakan lajur disebelahnya.
- Menambah efisiensi jalan tersebut, sehingga volume pelayanan dapat dicapai semaksimal mungkin.
- Sebagai pedoman bagi pengatur lalu lintas dalam menempatkan rambu-rambu lalu lintas yang diperlukan pada setiap segmen jalan.

Dilihat dari kegunaan jarak pandangan dapat dibedakan atas:

- Jarak pandangan henti yaitu jarak pandangan yang dibutuhkan untuk menghentikan kendaraannya.
- Jarak pandangan menyiap yaitu jarak pandangan yang dibutuhkan untuk dapat menyiap kendaraan lain yang berada pada lajur jalannya dengan menggunakan lajur untuk arah yang berlawanan.

2.5 Bagian – bagian Jalan

2.5.1 Tanah Dasar

Kekuatan dan keawetan konstruksi perkerasan jalan sangat tergantung pada sifat-sifat dan daya dukung tanah dasar. Jenis tanah dasar yang direkomendasikan adalah jenis tanah yang tidak termasuk tanah yang berplastisitas tinggi yang diklasifikasikan sebagai A-7-6 menurut SNI 03-6797-2002. Dalam pedoman perancangan tebal perkerasan lentur diperkenalkan Modulus Resilien (M_R) sebagai parameter tanah dasar yang digunakan dalam perancangan.

Modulus Resilien (M_R) tanah dasar juga dapat diperkirakan dari CBR dan hasil atau nilai tes *soil index*.

- a. Untuk tanah berbutir halus dengan nilai CBR terendam < 10% dipakai rumus:

$$M_R \text{ (Psi)} = 1500 \times \text{CBR} \dots\dots\dots(2.3)$$

- b. Untuk tanah berbutir halus dengan nilai CBR terendam > 10% dipakai rumus:

$$M_R \text{ (Psi)} = 3000 \times \text{CBR}^{0.65} \dots\dots\dots(2.4)$$

2.5.2 Lapis Pondasi Bawah

Lapis pondasi bawah adalah bagian struktur perkerasan lentur yang terletak antara tanah dasar dan lapis pondasi. Biasanya terdiri atas lapisan dari material berbutir (granural) yang dipadatkan.

Fungsi lapis pondasi bawah antara lain:

- Sebagai bagian dari konstruksi perkerasan untuk mendukung dan menyebar beban roda.
- Untuk efisiensi penggunaan material yang relative murah agar lapisan-lapisan diatasnya dapat dikurangi ketebalannya (penghematan biaya konstruksi)
- Mencegaha tanah dasar masuk ke dalam lapis pondasi.
- Sebagai lapis pertama agar pelaksanaan konstruksi berjalan lancar.

2.5.3 Lapis Pondasi Atas

Lapis pondasi atas adalah bagian dari struktur perkerasan lentur yang terletak langsung dibawah lapis permukaan. Lapis pondasi ini dibangun diatas lapis pondasi bawah atau jika tidak menggunakan lapis pondasi bawah langsung diatas tanah dasar.

Fungsi lapis pondasi atas antara lain:

- a. Sebagai bagian konstruksi perkerasan yang menahan beban roda.
- b. Sebagai lapisan drainase bawah permukaan.
- c. Sebagai perletakan terhadap lapis permukaan.

2.5.4 Lapis Permukaan

- a. Lapis antara

Lapis antara struktur perkerasan letur terdiri atas campuran beraspal dengan ukuran agregat maksimum 25 mm yang ditempatkan antara lapisan permukaan dengan lapis pondasi.

Fungsi lapis antara antara lain:

- 1) Sebagai bagian konstruksi perkerasan yang menahan beban roda.
- 2) Sebagai lapisan tidak tembus air untuk melindungi badan jalan dari kerusakan akibat cuaca.

- b. Lapis aus

Lapis aus struktur perkerasan lentur terdiri atas campuran mineral agregat (umunya ukuran agregat maksimum 19,5 mm) dan bahan pengikat yang ditempatkan sebagai lapisan paling atas dan biasanya terletak diatas lapis antara atau lapis pondasi.

Fungsi lapis aus antara lain :

- 1) Sebagai bagian konstruksi perkerasan yang menahan beban roda.
- 2) Sebagai lapisan tidak tembus air untuk melindungi badan jalan dari kerusakan akibat cuaca.
- 3) Sebagai lapis aus (wearing course)

2.6 Alinyemen Horizontal

Alinyemen horizontal adalah proyeksi horizontal dari sumbu jalan tegak lurus bidang peta situasi jalan. Alinyemen horizontal merupakan trase jalan yang terdiri dari :

a. Penentuan Trase Jalan

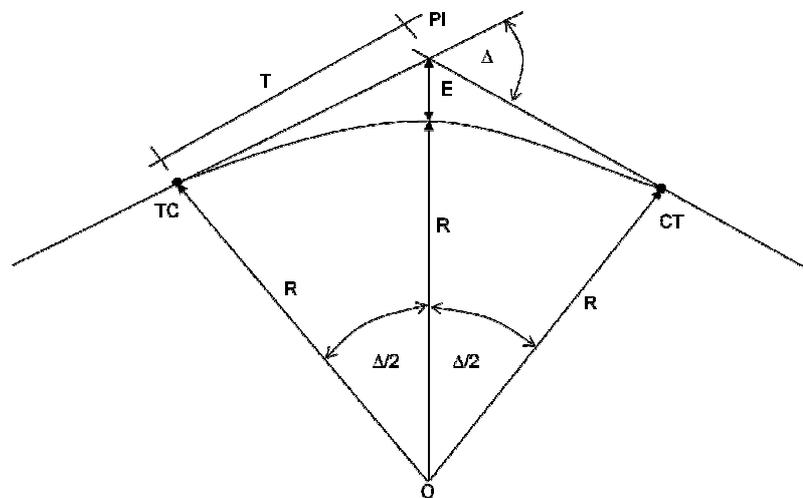
Pada perencanaan alinyemen horizontal pada seluruh bagian harus dapat memberikan pelayanan yang sesuai dengan fungsinya serta keamanan dan kenyamanan pemakainya.

b. Tikungan

Dalam perencanaan terdapat tiga bentuk tikungan, antara lain:

1) Bentuk tikungan *full circle*

Bentuk tikungan ini digunakan pada tikungan yang mempunyai jari-jari besar dan sudut tangen yang relatif kecil.



Gambar 2.3. Tikungan *Full Circle*

(Sumber : Shirley L. Hendarsin, dalam Perencanaan Teknik Jalan Raya, 2000)

Keterangan Gambar:

PI = Point of intersection

Rc = Jari-jari circle (m)

Δ = Sudut tangen

TC = Tangent circle, titik perubahan dari Tangent ke Circle

CT = Circle tangent, titik perubahan dari Circle ke Tangent
 T = Jarak antara TC dan PI atau sebaliknya PI dan CT (m)
 Lc = Panjang bagian lengkung circle (m)
 E = Jarak PI ke lengkung circle (m)

Dalam perhitungan tikungan full circle, rumus yang digunakan yaitu:

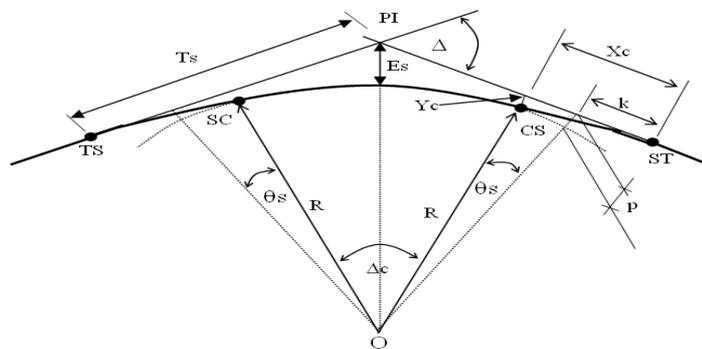
$$Lc = \frac{\Delta}{360} \cdot 2\pi R \dots \dots \dots (2.5)$$

$$Tc = R \cdot \operatorname{tg} \frac{1}{2} \Delta \dots \dots \dots (2.6)$$

$$Ec = Tc \cdot \tan \frac{\Delta}{4} \dots \dots \dots (2.7)$$

2) Tikungan *spiral-circle-spiral*

Bentuk tikungan ini digunakan pada daerah-daerah perbukitan atau pegunungan, karena tikungan jenis ini memiliki lengkung peralihan yang memungkinkan perubahan menikung tidak secara mendadak dan tikungan tersebut menjadi aman.



Gambar 2.4. Tikungan Spiral – Circle - Spiral

(Sumber : Shirley L. Hendarsin, dalam Perencanaan Teknik Jalan Raya, 2000)

Keterangan :

PI = *Point of Intersection*, titik perpotongan garis tangent utama

TS = Tangent Spiral, titik awal spiral (dari Tangent ke Spiral)

SC = Spiral Circle, titik perubahan dari Spiral ke Circle

ST = Spiral Tangent, titik perubahan dari Spiral ke Tangent

Rc = Jari-jari circle (m)

Lc = Panjang lengkung lingkaran

Ls = Panjang tangent utama

E = Panjang eksternal total dari PI ke tengah lengkung
lingkaran

TI = Panjang 'tangent panjang' dari spiral

Tk = Panjang 'tangent pendek' dari spiral

S = Panjang tali busur spiral

Xm = Jarak dari TS ke titik proyeksi pusat lingkaran pada
tangent

Δ = Sudut pertemuan antara tangent utama

α = Sudut pertemuan antara lingkaran dan sudut pusat
lingkaran

θ_s = Sudut spiral

Xc, Yc = Koordinat SC atau CS terhadap TS-PI atau PI-TS.

Dalam perhitungan tikungan *spiral - circle - spiral*, rumus yang digunakan yaitu:

$$\theta_s = \frac{24,648}{Rc} \times Ls \dots\dots\dots(2.8)$$

$$\Delta' = \Delta - 2\theta_s \dots\dots\dots(2.9)$$

$$X_s = Ls \left(1 - \frac{Ls^2}{40 R^2}\right) \dots\dots\dots(2.10)$$

$$Y_s = \frac{Ls^2}{6 R} \dots\dots\dots(2.11)$$

$$P = Y_s - Rc (1 - \cos \theta_s) \dots\dots\dots(2.12)$$

$$K = Ls - \frac{Ls^3}{40 Rc^2} - Rc \sin \theta_s \dots\dots\dots(2.13)$$

$$Lc = 0,01745 \cdot \Delta' \cdot R \dots\dots\dots(2.14)$$

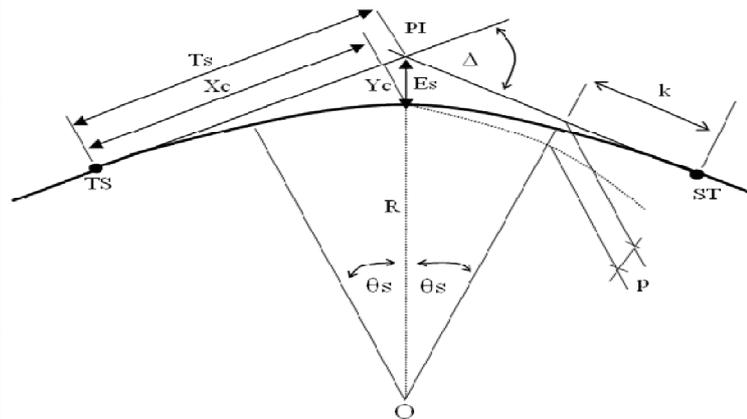
$$L = 2Ls + Lc \dots\dots\dots(2.15)$$

$$Ts = (R + P) \tan \frac{1}{2} \Delta + K \dots\dots\dots(2.16)$$

$$\frac{\dots}{\dots} \dots \dots \dots (2.17)$$

3) Tikungan Spiral-Spiral

Bentuk tikungan ini digunakan pada tikungan yang tajam.



Gambar 2.5. Tikungan Spiral - Spiral

(Sumber : Shirley L. Hendarsin, dalam Perencanaan Teknik Jalan Raya, 2000)

Keterangan:

PI = Point of Intersection, titik perpotongan garis tangen utama

Ts = Jarak antara PI dan TS

Ls = Panjang bagian lengkung spiral

E = Jarak PI ke lengkung spiral

Δ = Sudut pertemuan antara tangen utama

θ_s = Sudut spiral

TS = Tangent Spiral, titik awal spiral (dari Tangent ke Spiral)

ST = Spiral tangent, titik perubahan dari spiral ke tangen

Rc = Jari-jari circle (m)

Xm = Jarak dari TS ke titik proyeksi pusat lingkaran pada tangen.

Dalam menentukan Nilai θ_s dan Kontrol Panjang L_s ($L_s^* > L_s$), gunakan rumus seperti gambar di bawah ini:

$$\theta_s = \frac{1}{2} \cdot \Delta \dots \dots \dots (2.18)$$

$$L_s^* = \frac{R \cdot \theta_s}{28,648} \dots \dots \dots (2.19)$$

$$L_s^* > L_s \Rightarrow \text{oke!} \dots \dots \dots (2.20)$$

$$P = \frac{L_s^{*2}}{6R} - Rc (1 - \text{Cos } \theta_s) \dots \dots \dots (2.21)$$

$$K = L_s^* - \frac{L_s^{*3}}{40 Rc^2} - Rc \sin \theta_s \dots \dots \dots (2.22)$$

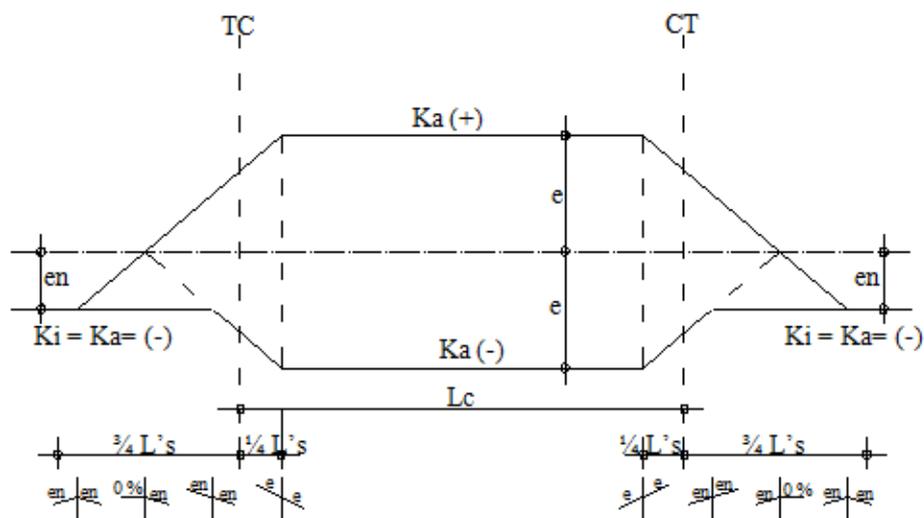
$$L = 2 \times L_s \dots \dots \dots (2.23)$$

$$T_s = (R + P) \tan \frac{1}{2} \Delta + K \dots \dots \dots (2.24)$$

$$E_s = \frac{(R+P)}{\cos \frac{1}{2} \Delta} - R \dots \dots \dots (2.25)$$

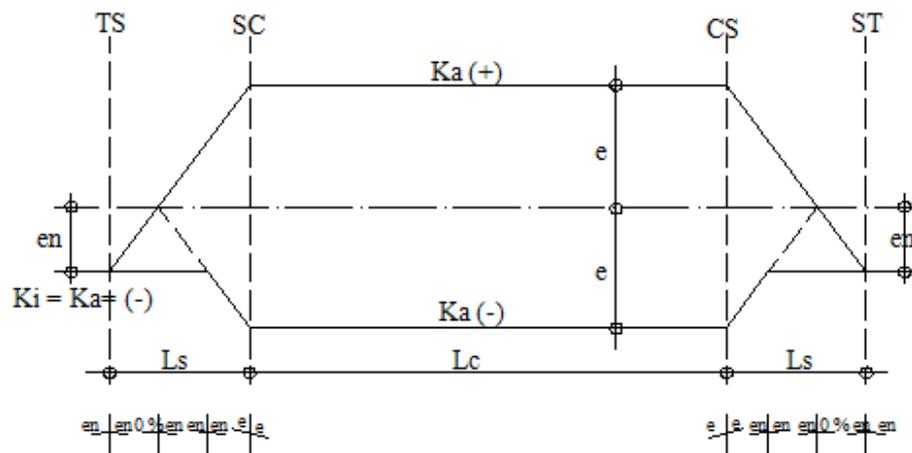
4) Superelevasi

Penggambaran superelevasi dilakukan untuk mengetahui kemiringan-kemiringan jalan pada bagian tertentu, yang berfungsi untuk mempermudah dalam pekerjaannya atau pelaksanaannya dilapangan. Adapun gambar diagram superelevasi dapat dilihat pada gambar 2.4, 2.5, dan 2.6.

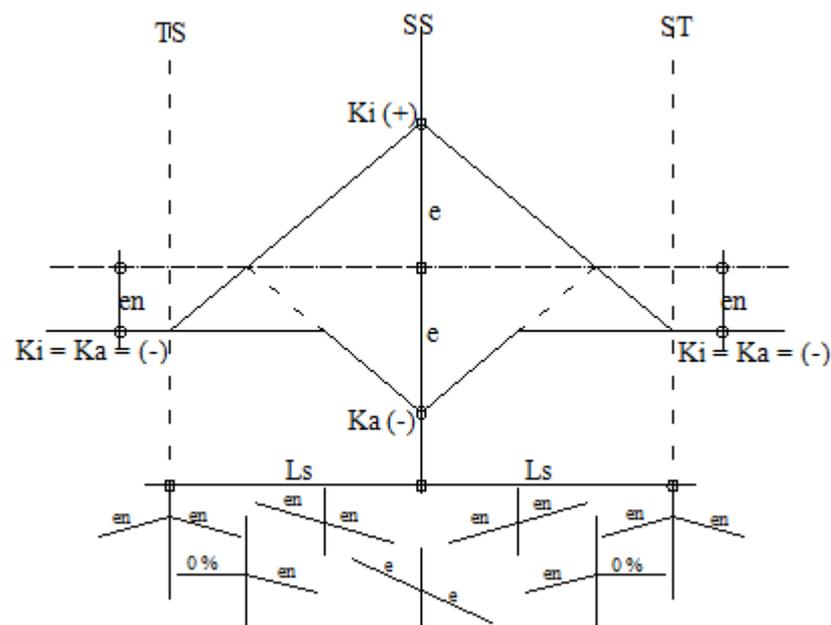


Gambar 2.6. Diagram Superelevasi Full Circle

(Sumber : Shirley L. Hendarsin, dalam Perencanaan Teknik Jalan Raya, 2000)



Gambar 2.7. Diagram Superelevasi Spiral – Circle - Spiral
(Sumber : Shirley L. Hendarsin, dalam Perencanaan Teknik Jalan Raya, 2000)



Gambar 2.8. Diagram Superelevasi Spiral - Spiral
(Sumber : Shirley L. Hendarsin, dalam Perencanaan Teknik Jalan Raya, 2000)

2.7 Alinyemen Vertikal

Alinyemen vertikal adalah perpotongan bidang vertikal dengan bidang permukaan perkerasan jalan melalui sumbu jalan, yang umumnya biasa disebut

dengan profil/ penampang memanjang jalan.

a. Landai Minimum

Untuk jalan-jalan di atas tanah timbunan dengan medan datar dan menggunakan kerb, kelandaian yang dianjurkan adalah sebesar 0,15 % yang dapat membantu mengalirkan air dari atas badan jalan dan membuangnya ke saluran tepi atau saluran pembuangan. Sedangkan untuk jalan-jalan di daerah galian atau jalan yang memakai kerb, kelandaian jalan minimum yang dianjurkan adalah 0,30 - 0,50 %.

b. Landai Maksimum

Kelandaian maksimum dimaksudkan untuk memungkinkan kendaran bergerak terus tanpa kehilangan kecepatan berarti. Kelandaian maksimum didasarkan pada kecepatan truk yang bermuatan penuh yang mampu bergerak dengan penurunan kecepatan tidak lebih dari separuh kecepatan semula tanpa harus menggunakan gigi rendah.

Tabel 2.8 Kelandaian Maksimum Yang Diijinkan

Kecepatan Rencana	100	80	60	50	40	30	20
Landai Maksimum (%)	3	4	5	6	7	8	9

Sumber : Standar Perencanaan Geometrik Jalan Luar Kota, 1992

Panjang kritis yaitu panjang landai maksimum yang harus disediakan agar kendaraan dapat mempertahankan kecepatannya sedemikian sehingga penurunan kecepatan tidak lebih dari separuh VR. Lama perjalanan tersebut ditetapkan tidak lebih dari satu menit.

Tabel 2.9 Panjang Kritis (m)

Kecepatan Rencana (km/jam)	Kelandaian (%)	Panjang kritis dari kelandaian (m)
100	4	700
	5	500
80	5	600
	6	500
60	6	500
	7	400
50	7	500
	8	400
40	8	400
	9	300

Sumber : Standar Perencanaan Geometrik Jalan Luar Kota 1992

c. Lajur Pendakian

Pada jalur jalan dengan rencana volume lalu lintas yang tinggi, maka kendaraan berat akan berjalan pada lajur pendakian dengan kecepatan di bawah kecepatan rencana (VR), sedangkan kendaraan lainnya masih dapat bergerak dengan kecepatan rencana. Dalam hal ini sebaiknya dipertimbangkan untuk membuat lajur tambahan di sebelah kiri lajur jalan. Pada bagian tanjakan dengan landai 5 % atau lebih (3% atau lebih untuk jalan dengan kecepatan rencana 100 km/jam atau lebih), jalur pendakian untuk kendaraan berat hendaknya disediakan, tergantung pada panjang landai dan karakteristik lalu lintas. Dan untuk lebar lajur pendakian pada umumnya 3,0 meter.

d. Lengkung Vertikal

Lengkung vertikal dalam standar ini ditetapkan berbentuk parabola sederhana. Panjang lengkung vertikal cembung, berdasarkan jarak pandang henti dapat ditentukan dengan rumus berikut (AASHTO 2001):

1. Jika jarak pandang lebih kecil dari panjang lengkung vertikal ($S < L$)

$$L = \frac{AS^2}{658} \dots\dots\dots(2.26)$$

2. Jika jarak pandang lebih besar dari panjang lengkung vertikal ($S > L$)

$$L = 2S - \frac{658}{A} \dots\dots\dots(2.27)$$

Panjang minimum lengkung vertikal cembung berdasarkan jarak pandangan henti, untuk setiap kecepatan rencana (VR) dapat menggunakan Tabel 2.10.

Tabel 2.10 Kontrol Perencanaan Untuk Lengkung Vertikal Cembung Berdasarkan Jarak Pandang Henti

Kecepatan Rencana (Km/h)	Jarak Pandang Henti (m)	Nilai Lengkung Vertikal (K)
20	25	1
30	35	2
40	50	4
50	65	7
60	85	11
70	105	17
80	130	26
90	160	39
100	185	52
Keterangan : Nilai K adalah perbandingan antara panjang lengkung vertikal cembung (L) dan perbedaan aljabar kelandaian (A), $K=L/A$		

Sumber : Standar Perencanaan Geometrik Jalan Luar Kota, 1992

Panjang lengkung vertikal cekung berdasarkan jarak pandangan henti dapat ditentukan dengan rumus berikut(AASHTO 2001):

1. Jika jarak pandang lebih kecil dari panjang lengkung vertikal ($S < L$)

$$L = \frac{AS^2}{120+3,55} \dots\dots\dots(2.28)$$

2. Jika jarak pandang lebih besar dari panjang lengkung vertikal $S > L$)

$$L = 2S - \left(\frac{120+3,55}{A}\right) \dots\dots\dots(2.29)$$

Dimana:

L = panjang lengkung cekung (m)

A = perbedaan aljabar landai (%)

S = jarak pandang henti (m)

Tabel 2.11 Kontrol Perencanaan Untuk Lengkung Vertikal Cekung Berdasarkan Jarak Pandang Henti

Kecepatan Rencana (Km/h)	Jarak Pandang Henti (m)	Nilai Lengkung Vertikal (K)
20	25	3
30	35	6
40	50	9
50	65	13
60	85	18
70	105	23
80	130	30

Keterangan : Nilai K adalah perbandingan antara panjang lengkung vertikal cekung(L)

Sumber : Standar Perencanaan Geometrik Jalan Luar Kota, 1992

Panjang lengkung vertikal cekung berdasarkan jarak pandangan lintasan di bawah dapat ditentukan dengan rumus berikut (AASHTO 2001):

1. Jika jarak pandang lebih kecil dari panjang lengkung vertikal ($S < L$)

$$L = \frac{AS^2}{800 (C-1,5)} \dots\dots\dots(2.30)$$

2. Jika jarak pandang lebih besar dari panjang lengkung vertikal ($S > L$)

$$L = 2S - \left(\frac{800 (C-1,5)}{A}\right) \dots\dots\dots(2.31)$$

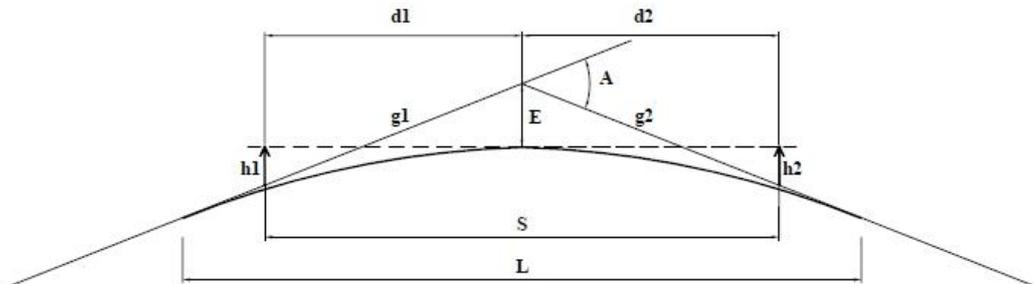
Dimana:

L = panjang lengkung vertikal cekung (m)

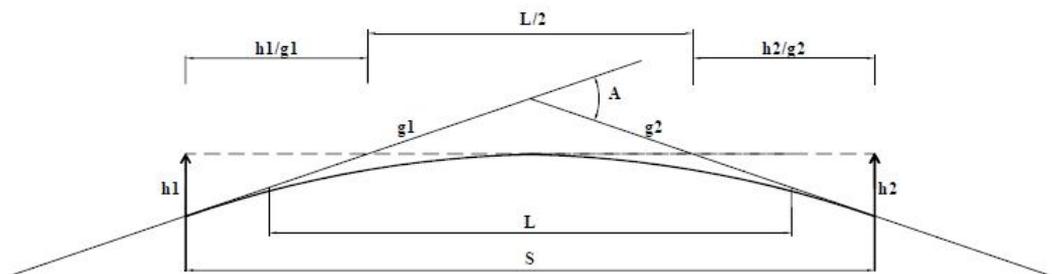
A = perbedaan aljabar landai (%)

S = jarak pandang (m)

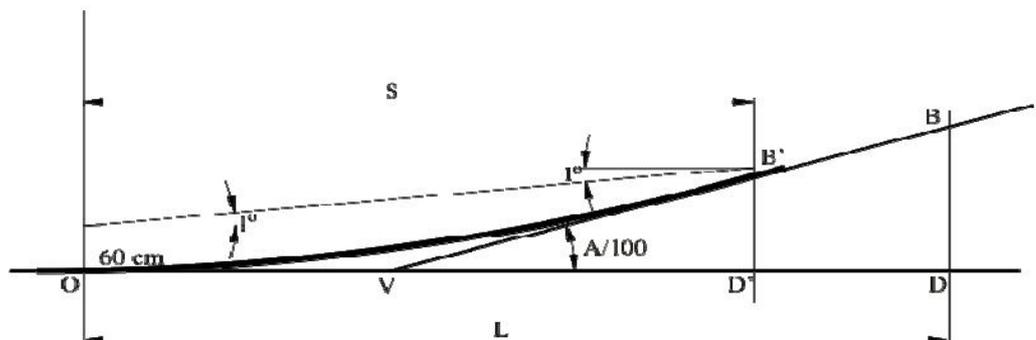
C = kebebasan vertikal (m)



Gambar 2.9 Lengkung Vertikal Cembung dengan $S < L$
(Sumber : Shirley L. Hendarsin, dalam Perencanaan Teknik Jalan Raya, 2000)



Gambar 2.10 Lengkung Vertikal Cembung dengan $S > L$
(Sumber : Shirley L. Hendarsin, dalam Perencanaan Teknik Jalan Raya, 2000)



Gambar 2.11 Lengkung Vertikal Cekung dengan $S < L$
(Sumber : Shirley L. Hendarsin, dalam Perencanaan Teknik Jalan Raya, 2000)

b. Distribusi kendaraan per lajur rencana

Distribusi kendaraan ringan dan berat yang lewat pada lajur rencana adalah sesuai dengan jumlah lajur dan arah. Distribusi kendaraan ringan dan berat pada lajur rencana dipengaruhi oleh volume lalu lintas, sehingga untuk menetapkannya diperlukan survey. Namun koefisien distribusi kendaraan (D_L) dapat menggunakan pendekatan sesuai tabel 2.13.

Tabel 2.13 Koefisien Distribusi Kendaraan per Lajur Rencana (D_L)

Jumlah Lajur	Kendaraan Ringan (Mobil Penumpang)		Kendaraan Berat (Truk dan Bus)	
	1 arah	2 arah	1 arah	2 arah
1	1,000	1,000	1,000	1,000
2	0,600	0,500	0,700	0,500
3	0,400	0,400	0,500	0,475
4	0,300	0,300	0,400	0,450
5	-	0,250	-	0,425
6	-	0,200	-	0,400

(Sumber: Pedoman Perancangan Tebal Perkerasan Lentur, 2012)

c. Akumulasi lalu lintas pada lajur rencana (W_{18})

Akumulasi lalu lintas pada lajur rencana (W_{18}) diberikan dalam komulatif beban sumbu standar. Untuk mendapatkan lalu lintas pada lajur rencana ini, digunakan persamaan berikut:

$$(W_{18}) = 365 \times D_L \times W_{18} \dots\dots\dots(2.32)$$

Keterangan:

(W_{18}) adalah akumulasi lalu lintas pada lajur rencana per tahun

D_L adalah faktor distribusi lajur pada lajur rencana (Tabel 2.12)

W_{18} adalah akumulasi beban sumbu standar komulatif perhari, sesuai persamaan dibawah ini:

$$W_{18} = \sum_i^n BS_i LEF_i \dots\dots\dots(2.33)$$

Keterangan :

BS_i adalah beban sumbu setiap kendaraan

LEF_i adalah faktor ekivalen beban setiap sumbu kendaraan

d. Akumulasi beban sumbu standar selama umur rencana (W_{18})

Lalu lintas yang digunakan untuk perancangan tebal perkerasan lentur dalam pedoman perancangan tebal perkerasan lentur adalah lalu lintas kumulatif selama umur rencana. Besaran ini didapatkan dengan mengalikan beban sumbu standar kumulatif pada lajur rencana selama setahun (W_{18}) dengan besaran kenaikan lalu lintas. Secara numerik rumusan lalu lintas kumulatif ini adalah sebagai berikut:

$$W_t = W_{18} = w_{18} \times \left[\frac{(1+g)^n - 1}{g} \right] \dots \dots \dots (2.34)$$

Keterangan:

$W_t = W_{18}$ adalah jumlah beban sumbu tunggal standar kumulatif pada lajur rencana

w_{18} adalah beban sumbu standar kumulatif selama 1 tahun pada lajur rencana

n adalah umur rencana (tahun)

g adalah perkembangan lalu lintas (%)

2. Tingkat kepercayaan (Reliabilitas)

Penyertaan tingkat kepercayaan pada dasarnya merupakan cara untuk memasukkan faktor ketidakpastian ke dalam proses perancangan, yaitu dalam rangka memastikan bahwa berbagai alternatif perancangan perkerasan akan bertahan selama umur rencana. Faktor tingkat kepercayaan memperhitungkan kemungkinan adanya variasi pada lalu lintas dua arah prediksi (w_{18}) serta prediksi kinerja, sehingga dapat memberikan tingkat kepastian (R) yang seksi perkerasannya akan bertahan selama umur rencana yang ditetapkan.

Pada umumnya meningkatkan volume lalu lintas dan kesukaran untuk mengalihkan lalu lintas memperlihatkan resiko kinerja yang tidak diharapkan. Hal ini dapat diatasi dengan memilih tingkat reliabilitas yang lebih tinggi. Pada tabel 2.14 diperlihatkan bahwa tingkat reliabilitas untuk bermacam-macam klasifikasi jalan.

Reliabilitas kinerja perancangan dikontrol dengan faktor reliabilitas (F_R) yang dikalikan dengan perkiraan lalu lintas (W_{18}) selama umur rencana. Untuk tingkat reliabilitas (R) yang diberikan, faktor reliabilitas merupakan fungsi dari deviasi standar keseluruhan (*overall standard deviation*, S_o) yang memperhitungkan kemungkinan variasi perkiraan lalu lintas dan perkiraan kinerja untuk w_{18} yang diberikan. Dalam perancangan perkerasan lentur, tingkat kepercayaan (R) diakomodasi dengan parameter deviasi normal standar (Z_R). Nilai Z_R dapat dilihat pada tabel 2.15.

Tabel 2.14 Tingkat reliabilitas untuk bermacam-macam klasifikasi jalan

Klasifikasi Jalan	Rekomendasi Tingkat Reliabilitas	
	Perkotaan	Antar Kota
Bebas Hambatan	85 – 99,9	80 – 99,9
Arteri	80 – 99	75 – 95
Kolektor	80 – 95	75 - 95

(Sumber: Pedoman Perancangan Tebal Perkerasan Lentur, 2012)

Penerapan konsep reliabilitas harus memperhatikan langkah-langkah berikut ini:

- a. Definisikan klasifikasi fungsional jalan dan tentukan apakah merupakan jalan perkotaan atau jalan antar kota
- b. Pilih tingkat reliabilitas dari rentang yang diberikan pada tabel 2.14
- c. Pilih deviasi standar (S_o) yang harus mewakili kondisi setempat. Rentang nilai S_o adalah 0,35 – 0,45.

Tabel 2.15 Deviasi normal standar (Z_R) untuk berbagai tingkat kepercayaan (R)

Tingkat Kepercayaan, R (%)	Deviasi Normal Standar, Z_R	Tingkat Kepercayaan, R (%)	Deviasi Normal Standar, Z_R	Tingkat Kepercayaan, R (%)	Deviasi Normal Standar, Z_R
50,00	-0,000	90,00	-1,282	96,00	-1,751
60,00	-0,253	91,00	-1,340	97,00	-1,881
70,00	-0,524	92,00	-1,405	98,00	-2,054
75,00	-0,674	93,00	-1,476	99,00	-2,327
80,00	-0,841	94,00	-1,555	99,90	-3,090
85,00	-1,037	95,00	-1,645	99,99	-3,750

(Sumber: Pedoman Perancangan Tebal Perkerasan Lentur, 2012)

3. Drainase

Salah satu tujuan utama dari perancangan perkerasan jalan ialah agar lapisan pondasi, pondasi bawah dan tanah dasar terhindar dari pengaruh air, namun selama umur layan masuknya air pada perkerasan sulit untuk dihindari. Air yang berlebihan dalam struktur perkerasan akan berpengaruh negatif terhadap kinerja perkerasan jalan. Dalam (AASHTO, 1993) efek merugikan yang disebabkan oleh air pada perkerasan jalan adalah:

- a. Air dipermukaan aspal dapat menyebabkan berubahnya kadar air, berkurangnya nilai modulus dan hilangnya kekuatan tarik. Kejenuhan dapat mengruangi modulus aspal sebesar 30% atau lebih.
- b. Kadar air yang bertambah pada agregat *unbound* di lapisan *base* dan *subbase* harus diantisipasi karena akan menyebabkan hilangnya kekakuan sebesar 50% atau lebih.
- c. Pada lapisan *asphalt treated base* nilai modulus dapat berkurang sampai 30% atau lebih dan meningkatkan kerentanan terhadap erosi pada lapisan *cement treated base* atau *lime treated base*.
- d. Butiran tanah halus yang jenuh pada *roadbed soil* dapat mengalami pengurangan modulus lebih dari 50%.

Kualitas drainase menurut AASHTO 1993 adalah berdasarkan pada metoda *time-to-drain*. *Time-to-drain* adalah waktu yang dibutuhkan oleh sistem perkerasan untuk mengalirkan air dari keadaan jenuh sampai pada derajat kejenuhan 50%. Nilai dari *time-to-drain* ditentukan dengan persamaan:

$$t = T_{50} \times m_d \times 24 \dots\dots\dots(2.35)$$

Keterangan:

t adalah *time-to-drain* (jam)

T₅₀ adalah time factor

m_d adalah faktor yang berhubungan dengan porositas efektif, permeabilitas, resultan panjang serta tebal lapisan drainase.

Nilai time factor (T₅₀) ditentukan oleh geometri dari lapisan drainase. Geometri lapisan drainase terdiri atas resultan kemiringan (*resultant slope*, S_R), resultan panjang pengaliran (*resultant length*, L_R) dan ketebalan dari lapisan drainase. Faktor-faktor geometri tersebut dipakai untuk menghitung nilai faktor kemiringan (S₁) dengan persamaan:

$$S_1 = \frac{L_R \times S_R}{H} \dots\dots\dots(2.36)$$

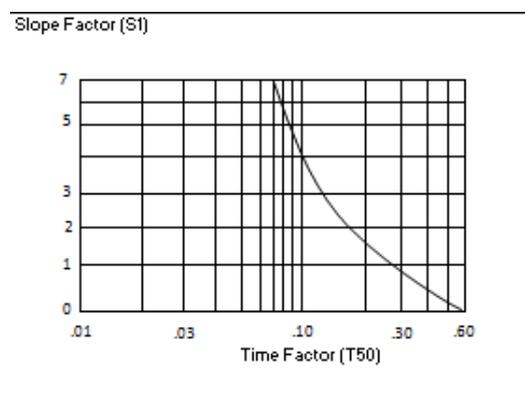
Keterangan:

S_R adalah $(S^2 + S_x^2)^{1/2}$

L_R adalah $W [1 + (\frac{S}{S_z})^2]^{1/2}$

H adalah tebal dari lapisan permeable (feet)

Untuk menentukan nilai T digunakan grafik T₅₀ seperti pada gambar 2....,



Gambar 2.13 Grafik *Time Factor*
(Sumber: Pedoman Perancangan Tebal Perkerasan Lentur, 2012)

Nilai m_d pada rumus 2.36 dihitung dengan rumus:

$$m_d = \frac{n_e \times L_R^2}{k \times H} \dots\dots\dots(2.37)$$

Keterangan :

- n_e adalah porositas efektif lapisan drainase
- L_R adalah resultan panjang (feet)
- H adalah tebal lapisan drainase dalam feet
- k adalah permeabilitas lapisan drainase dalam feet/hari sesuai rumus dibawah ini:

$$k = \frac{6,216 \times 10^5 \times D_{10}^{1,478} \times n^{6,654}}{P_{200}^{0,597}} \dots\dots\dots(2.38)$$

Keterangan:

- k adalah permeabilitas lapisan drainase dalam *feet*/hari
- P_{200} adalah berat agregat yang lolos saringan no. 200 dalm persen
- D_{10} adalah ukuran efektif atau ukuran butir agregat 10% berat lolos saringan
- n adalah porositas material (tanpa satuan), nilai rasio dari volume relatif dan total volume

Kualitas drainase pada perkerasan lentur diperhitungkan dalam perancangan dengan menggunakan koefisien kekuatan relatif yang dimodifikasi. Faktor untuk memodifikasi koefisien kekutan relatif ini adalah koefisien drainase (m) dan disertakan ke dalam Persamaan Nilai Srtuktural (Structural Number, SN) bersama-sama dengan koefisien kekuatan relatif (a) dan ketebalan (D).

Pada tabel 2.16 Koefisien Drainase (m) yang merupakan fungsi dari kualitas drainase ban persen waktu selama setahun struktur untuk perancangan akan dipengaruhi oleh kadar air yang mendekati jenuh:

Tabel 2.16 Koefisien Drainase (m) untuk memodifikasi koefisien kekuatan relatif material *untreated base* dan *subbase*

Kualitas Drainase	Persen Waktu Struktur Perkerasan Dipengaruhi Oleh Kadar Air yang Mendekati Jenuh			
	< 1%	1-5%	5-25%	>25%
Baik sekali	1,40 – 1,35	1,35 – 1,30	1,30 – 1,20	1,20
Baik	1,35 – 1,25	1,25 – 1,15	1,15 – 1,00	1,00
Sedang	1,25 – 1,15	1,15 – 1,05	1,00 – 0,80	0,80
Jelek	1,15 – 1,05	1,05 – 0,80	0,80 – 0,60	0,60
Jelek sekali	1,05 – 0,95	0,95 – 0,75	0,75 – 0,40	0,40

(Sumber: Pedoman Perancangan Tebal Perkerasan Lentur, 2012)

4. Kinerja perkerasan

Tingkat pelayan perkerasan dinyatakan dengan “indeks pelayanan (IP) saat ini”, yang diperoleh berdasarkan hasil pengukuran ketidakrataan (roughness) dan kerusakan (alur, retak dan tambalan). Nilai PSI berkisar antara 0 – 5, nilai lima menunjukkan bahwa perkerasan mempunyai kondisi yang ideal (paling baik), sedangkan nilai nol menunjukkan bahwa perkerasan tidak dapat dilalui kendaraan. Untuk keperluan perancangan, diperlukan penentuan indeks pelayanan awal dan akhir.

Indeks pelayanan awal (IPo) diperoleh berdasarkan perkiraan pengguna jalan terhadap kondisi perkerasan yang selesai dibangun. Pada *AASHO Road Test*, indeks pelayanan awal yang digunakan untuk perkerasan lentur adalah 4,2. Karena adanya variasi metode pelaksanaan dan standar bahan, indeks pelayanan awal sebaiknya ditetapkan menurut kondisi setempat. Indeks pelayanan akhir (IPt) merupakan tingkat pelayanan terendah yang masih dapat diterima sebelum perkerasan perlu diperkuat atau direkonstruksi. Untuk jalan-jalan utama, indeks pelayanan akhir sebaiknya digunakan minimum 2,5, sedangkan untuk jalan-jalan yang kelasnya lebih rendah dapat digunakan 2,0.

Dalam menentukan indeks pelayanan perkerasan lentur pada akhir umur rencana (IPt), perlu di pertimbangkan faktor – faktor klasifikasi fungsional jalan sebagaimana diperlihatkan pada tabel 2.17.

Sedangkan dalam menentukan indeks pelayanan pada awal umur rencana (IPo), perlu diperhatikan jenis lapis permukaan perkerasan lentur pada awal umur rencana. Pada tabel 2.18 terdapat indeks pelayanan pada awal umur rencana (IPo) untuk nenerapa jenis lapis perkerasan.

Tabel 2.17 Indeks pelayanan perkerasan lentur pada akhir umur rencana (IPt)

Klasifikasi Jalan	Indeks Pelayanan Perkerasan Akhir Umur Rencana (IPt)
Bebas Hambatan	$\geq 2,5$
Arteri	$\geq 2,5$
Kolektor	$\geq 2,0$

(Sumber: Pedoman Perancangan Tebal Perkerasan Lentur, 2012)

Tabel 2.18 Indeks pelayanan pada awal umur rencana (IPo)

Jenis Lapis Perkerasan	IPo
Lapis Beton Aspal (Laston/AC) dan Lapis Beton Aspal Modifikasi (Laston Modifikasi/AC-Mod)	≥ 4
Lapis Tipis Beton Aspal (Lataston/HRS)	≥ 4

(Sumber: Pedoman Perancangan Tebal Perkerasan Lentur, 2012)

5. Daya dukung tanah dasar

Jalan dalam arah memanjang cukup panjang dibandingkan dengan jalan dengan arah melintang. Jalan tersebut bias saja melintasi jenis tanah dan keadaan medan yang berbeda-beda. Kekuatan tanaha dasar dapat bervariasi antara nilai yang baik dab yang jelek. Dengan demikian akan tidak ekonomis jika perancangan tebal lapisan perkerasan jalan berdasarkan nilai yang terjelek dan tidak pula memenuhi syarat jika berdasarkan hanya nilai terbesar saja.

Setiap segmen jalan mempunyai satu nilai CBR yang mewakili daya dukung tanah dasar dan digunakan untuk perancangan tebal lapisan perkerasan dari segmen tersebut. CBR segmen yang diperoleh, kemudian dikonversikan ke modulus resilien sesuai rumus 2.3 atau 2.4. Nilai CBR segmen dapat ditentukan dengan menggunakan rumus 2.39.

$$CBR_{\text{segmen}} = CBR_{\text{rata-rata}} - \frac{CBR_{\text{maks}} - CBR_{\text{min}}}{F} \dots\dots\dots(2.39)$$

Keterangan:

- CBR_{segmen} Adalah nilai CBR yang mewakili pada segmen yang ditinjau.
- CBR_{maksimum} Adalah nilai CBR tertinggi pada sepanjang segmen yang ditinjau.
- CBR_{minimum} Adalah nilai CBR terendah pada sepanjang segmen yang ditinjau
- $CBR_{\text{rata-rata}}$ Adalah nilai CBR rata-rata pada sepanjang segmen yang ditinjau
- F Adalah koefisien pengali

Tabel 2.19 Nilai F untuk perhitungan CBR segmen

Jumlah Titik Pengamatan (buah)	Koefisien F
2	1,41
3	1,91
4	2,24
5	2,48
6	2,67
7	2,83
8	2,96
9	3,08
≥ 10	3,18

(Sumber: Pedoman Perancangan Tebal Perkerasan Lentur, 2012)

<i>Bitumen)</i>									
Beton Padat Giling (BPG/RCC)	5.900	850		70				0,230	
CTB	5.350	776		45				0,210	
CTRB (<i>Cement Treated Recycling Base</i>)	4.450	645		35				0,170	
CTSB (<i>Cement Treated Subbase</i>)	4.450	645		30				0,170	
CTRSB (<i>Cement Treated Recycling Subbase</i>)	4.270	619		35				0,160	
Tanah Semen	4.000	580		24				0,145	
Tanah Kapur	3.900	566		20				0,140	
Agregat Kelas A	200	29				90		0,135	
3. Lapis Pondasi Bawah									
Agregat Kelas B	125	18				60			0,125
Agregat Kelas C	103	15				35			0,112
Konstruksi Telford									
-Pemadatan Mekanis						52			0,104
-Pemadatan Manual						32			0,074
Material Pilihan (<i>Selected Material</i>)	84	12				10			0,080

(Sumber: Pedoman Perancangan Tebal Perkerasan Lentur, 2012)

7. Pemilihan tipe lapisan beraspal

Tipe lapisan beraspal yang digunakan sebaiknya disesuaikan dengan kondisi jalan yang akan dibuat, yaitu sesuai dengan lalu lintas rencana serta kecepatan kendaraan (terutama truk) seperti tabel 2.21.

Tabel 2.21 Pemilihan tipe lapisan beraspal berdasarkan lalu lintas rencana dan kecepatan kendaraan

Lalu Lintas Rencana (Juta)	Tipe Lapisan Beraspal	
	Kecepatan Kendaraan; 20 – 70 km/jam	Kecepatan Kendaraan; \geq 70 km/jam
< 0,3	Perancangan perkerasan lentur untuk lalu lintas rendah	
0,3 – 10	Lapis Tipis Beton Aspal (Laston/HRS)	Lapis Tipis Beton Aspal (Laston/HRS)
10 – 30	Lapis Beton Aspal (Laston/AC)	Lapis Beton Aspal (Laston/AC)
\geq 30	Lapis Beton Aspal Modifikasi (Laston Mod/AC-Mod)	Lapis Beton Aspal (Laston /AC)

(Sumber: Pedoman Perancangan Tebal Perkerasan Lentur, 2012)

8. Ketebalan minimum lapisan perkerasan

Pada saat menentukan tebal lapis perkerasan, perlu dipertimbangkan keefektifannya dari segi biaya, pelaksanaan konstruksi dan batasan pemeliharaan untuk menghindari kemungkinan dihasilkannya perancangan yang tidak praktis.

Tabel 2.22 Tebal minimum lapisan perkerasan

Jenis Bahan	Tebal Minimum	
	(inci)	(cm)
1. Lapis Permukaan		
Laston Modifikasi		
-Lapis Aus Modifikasi	1,6	4,0
-Lapis Antara Modifikasi	2,4	6,0
Laston		

-Lapis Aus	1,6	4,0
-Lapis Antara	2,4	6,01
Lataston		
-Lapis Aus	1,2	3,0
2. Lapis Pondasi		
Lapis Pondasi Laston Modifikasi	2,9	7,5
Lapis Pondasi Laston	2,9	7,5
Lapis Pondasi Lataston	1,4	3,5
Lapis Pondasi LAPEN	2,5	6,5
Agregat A	4,0	10,0
CMRFB (<i>Cold Mix Recycling Foam Bitumen</i>)	6,0	15,00
Beton Padat Giling (BPG/RCC)	6,0	15,00
CTB	6,0	15,00
CTRB (<i>Cement Treated Recycling Base</i>)	6,0	15,00
CTSB (<i>Cement Treated Subbase</i>)	6,0	15,00
CTRSB (<i>Cement Treated Recycling Subbase</i>)	6,0	15,00
Tanah Semen	6,0	15,00
Tanah Kapur	6,0	15,00
3. Lapis Pondasi Bawah		
Agregat Kelas B	6,0	15,00
Agregat Kelas C	6,0	15,00
Konstruksi Telford	6,0	15,00
Material Pilihan (<i>Selected Material</i>)	6,0	15,00

(Sumber: Pedoman Perancangan Tebal Perkerasan Lentur, 2012)

2.8.2 Penentuan nilai struktur yang diperlukan

1. Persamaan dasar

Untuk suatu kondisi tertentu, penentuan nilai struktur perkerasan lentur (Indeks Tebal Perkerasan, SN) dapat dilakukan dengan menggunakan rumus 2.40.

$$\text{Log}(W_{18}) = Z_r + S_0 + 9,36 \times \text{Log}(S_n + 1) - 0,20 + \frac{\text{Log}\left(\frac{\Delta IP}{IP_0 - IP_f}\right)}{0,40 + \frac{1094}{(S_n + 1)^{5,19}}} + 2,32 \text{Log}(M_r) - 8,07 \dots\dots\dots(2.40)$$

Sesuai dengan rumus 2.40, penentuan nilai structural mencakup penentuan besaran-besaran sebagai berikut:

W_{18} (W_t)	adalah kumulatif lalu lintas selama umur rencana
Z_R	adalah deviasi normal standar sebagai fungsi dari tingkat kepercayaan (R), yaitu dengan menganggap bahwa semua parameter masukan yang digunakan adalah nilai rata-ratanya.
S_0	adalah gabungan <i>standard error</i> untuk perkiraan lalu lintas dan kinerja
ΔIP	adalah perbedaan antara indeks pelayanan pada awal umur rencana (IP_0) dengan indeks pelayanan pada akhir umur rencana (IP_t)
M_R	adalah modulus resilien tanah dasar efektif (psi)
IP_f	adalah indeks pelayanan jalan hancur (minimum 1,5)

2. Estimasi lalu lintas

Untuk mengestimasi volume kumulatif lalu lintas selama umur rencana (W_{18})

3. Tingkat kepercayaan dan pengaruh drainase

Untuk menetapkan tingkat kepercayaan atau reliabilitas dalam proses perancangan dan pengaruh drainase.

4. Modulus resilien tanah dasar efektif

Untuk menentukan modulus resilien akibat variasi musim, dapat dilakukan dengan pengujian dilaboratorium dan pengujian CBR lapangan, kemudian dikorelasi dengan nilai modulus resilien.

5. Pemilihan tebal lapisan

Perhitungan perancangan tebal perkerasan didasarkan pada kekuatan relative setiap lapisan perkerasan, dengan rumus 2.41.

$$SN = a_{1-1} \times D_{1-1} + a_{1-2} \times D_{1-2} + a_2 \times D_2 \times m_2 + a_3 \times D_3 \times m_3 \dots\dots\dots(2.41)$$

Keterangan :

- | | |
|------------------|---|
| $a_1, a_2, a_3,$ | adalah koefisien kekuatan lapis permukaan, lapis pondasi atas dan lapis pondasi bawah sesuai tabel 2.16. |
| $D_1, D_2, D_3,$ | adalah tebal lapis permukaan, lapis pondasi atas dan lapis pondasi bawah (inci) dan tebal minimum untuk setiap lapis permukaan, lapis pondasi atas dan lapis pondasi bawah sesuai tabel 2.20. |
| m_2, m_3 | adalah koefisien drainase lapis permukaan, lapis pondasi atas dan lapis pondasi bawah sesuai tabel 2.18 |

6. Analisis perancangan tebal lapisan

Adapun tahapan perhitungan adalah sebagai berikut:

- a. Tetapkan umur rencana perkerasan dan jumlah lajur lalu lintas yang akan dibangun.
- b. Tetapkan indeks pelayanan akhir (IPt) dan susunan struktur perkerasan perkerasan rancangan yang diinginkan.
- c. Hitung CBR tanah dasar yang mewakili segmen, kemudian hitung modulus reaksi tanah dasar efektif (M_R) dengan menggunakan rumus...
- d. Hitung lalu lintas rencana selama umur rencana yang telah ditetapkan, yaitu berdasarkan volume, beban sumbu setiap kendaraan, perkembangan lalu lintas. Untuk menganalisis lalu lintas selama umur rencana diperlukan coba-coba nilai SN dengan indeks pelayanan akhir (IPt) yang telah dipilih. Hasil iterasi selesai apabila prediksi lalu lintas rencana relative sama dengan (sedikit dibawah) kemampuan konstruksi perkerasan rencana yang diinterpretasikan dengan lalu lintas, yaitu dengan menggunakan rumus 2.40.

- e. Tahap berikutnya adalah menentukan nilai structural seluruh lapis perkerasan diatas tanah dasar. Dengan cara yang sama, selanjutnya menghitung nilai structural bagian perkerasan di atas lapis pondasi bawah dan di atas lapis pondasi atas.

2.9 Bangunan Pelengkap Jalan

Bangunan pelengkap jalan merupakan bagan dari jalan yang dibangun sesuai dengan persyaratan teknik, antara lain saluran samping, gorong-gorong (*culvert*), tempat parkir, pagar pengaman, dan dinding panahan tanah.

a. Drainase Saluran Samping

Untuk menghitung besarnya hujan rencana, dapat digunakan berbagai cara tergantung data hujan (dari hasil pengamatan) yang tersedia, karena tidak semua post pencatat hujan model otomatis dan pengamatan yang dilakukan juga tidak selalu kontinyu (berbagai pertimbangan dari segi : SDM, keamanan, kondisi lokasi, teknisi dan suku cadang.

1) Menentukan Frekuensi Hujan Rencana Pada Masa Ulang (T) Tahun

Di bawah ini diberikan contoh perhitungan sekaligus dengan uraian dan rumus yang digunakan.

a. Analisa Distribusi Frekuensi Cara Gumbel

Rumus persamaan yang digunakan sebagai berikut :

Hujan rata-rata (X)	Standar Deviasi
$\frac{\sum X}{n} \dots\dots\dots(2.42)$	$\sqrt{\frac{\sum(X^2) - X \sum X}{n-1}} \dots\dots\dots(2.43)$

Frekuensi Hujan Pada Periode Ulang T	Faktor Frekuensi
$R_T = X + K Sx \dots\dots\dots(2.44)$	$K = \frac{Y_T - Y_n}{S_n} \dots\dots\dots(2.45)$

Tabel 2.23 Nilai K Sesuai Lama Pengamatan

T	Y _T	Lama Pengamatan (Tahun)				
		10	15	20	25	30
2	0,3665	-0,1355	-0,1434	-0,1478	-0,1506	-0,1526
5	1,4999	1,0580	0,9672	0,9186	0,8878	0,8663
10	2,2502	1,8482	1,7023	1,6246	1,5752	1,5408
20	2,9702	2,6064	2,4078	2,3020	2,2348	2,1881
25	3,1985	2,8468	2,6315	2,5168	2,4440	2,3933
50	3,9019	3,5875	3,3207	3,1787	3,0884	3,0256
100	4,6001	4,3228	4,0048	3,8356	3,7281	3,6533

(Sumber : Shirley L. Hendarsin, dalam Perencanaan Teknik Jalan Raya, 2000)

2) Menentukan Intensitas Hujan Rencana

Untuk mengolah R (frekuensi hujan) menjadi I (Intensitas Hujan) dapat digunakan cara Prof. Talbot sebagai berikut :

$$I = \frac{a}{t+b} \dots\dots\dots(2.46)$$

Dimana :

a,b = Konstanta yang di sesuaikan dengan lokasi, tak berdimensi

t = Durasi hujan (menit)

I = Intensitas Hujan (mm/jam)

Menurut JICA, Jika t < 10 menit = dianggap 10 menit, jika t > 120 menit maka rumus ini akurasinya berkurang.

Jika data curah hujan harian yang diperlukan tidak tersedia, maka R₂₄ dari table digunakan dengan bantuan cara Weduwen, yaitu mengacu pada curah hujan.

3) Waktu Konsentrasi

Waktu konsentrasi di bagi dua, yaitu (t₁) waktu untuk mencapai awal saluran (inlet time) dan (t₂) waktu pengaliran. Untuk drainase permukaan jalan menurut JICA dipakai (t₁) sedangkan untuk saluran atau Culvert dipakai (t₂ + t₁).

a) Inlet *Time*

Dipengaruhi oleh banyak factor seperti kondisi dan kelandaian permukaan, luas dan bentuk daerah tangkapan dan lainnya. Kisaran yang dapat dipakai dari rumus ini sangat terbatas tetapi rumus ini mempunyai nilai ketelitian baik jika intensitas hujan berkisar 50 mm/jam.

$$t_1 = \left\{ \frac{2}{3} \times 3,28 \times L_t \times \frac{nd}{\sqrt{k}} \right\} \dots \dots \dots (2.47)$$

Dimana :

t_1 = Inlet *Time* (menit)

L_t = panjang dari titik terjauh sampai sarana drainase (m)

k = kelandaian permukaan

nd = Koefisien hambatan

L_1 dan L_2 ditentukan dari klasifikasi jalan, sedangkan L_3 ditentukan dari terrain di lapangan karena daerah pengaliran dibatasi oleh titik-titik tertinggi pada bagian kiri dan kanan jalan berupa alur dan sungai yang memotong jalan, jadi:

- Jika $L_3 > (L_1 + L_2)$ maka $L_t = L_3$
- Jika $L_3 < (L_1 + L_2)$ maka $L_t = (L_1 + L_2)$

Untuk perhitungan $L_3 = 100$ m dari tepi luar saluran ke arah luar jalan, karena koridor dari pemetaan topografi hanya selebar $\pm 150 - 200$ m sehingga data diluar koridor tidak terliput.

Pembatasan lebar koridor pemetaan ini dilakukan dengan pertimbangan anggaran dan waktu yang terbatas.

Table 2.24 Koefisien Hambatan

Kondisi permukaan yang dilalui aliran	n_d
1. Lapisan semen dan aspal beton	0,013 0,02
2. Permukaan halus dan kedap air	0,10
3. Permukaan halus dan padat	
4. Lapangan dengan rumput jarang, lading, dan tanah lapang kosong dengan permukaan cukup kasar	0,20 0,40 0,60 0,80
5. Lading dan lapangan rumput	
6. Hutan	
7. Hutan dan rimba	

(Sumber : Shirley L. Hendarsin, dalam Perencanaan Teknik Jalan Raya, 2000)

Keterangan :

- Panjang :
L1,L3,L2 sesuai ketentuan klasifikasi jalan
- Kelandaian :
Untuk L1, $k_1 = 2 - 3\%$
Untuk L2, $k_2 = 3 - 5\%$
Untuk kelandaian ini juga di sesuaikan dengan klasifikasi dan konstruksi jalan, untuk L3, $k_3 =$ sesuai dengan kondisi di lapangan
- Lebar :
Lebar dengan pengaliran yang di perhitungkan = panjang saluran yang di hitung ($L =$ panjang saluran yang di hitung)

b) Waktu pengaliran

Dapat diperoleh sebagai pendekatan dengan membagi panjang aliran maksimum dari saluran samping dengan kecepatan rata-rata aliran pada saluran tersebut.

Kecepatan rata-rata aliran diperoleh dari rumus manning:

$$V = \frac{1}{n} \times J^{2/3} \times S^{1/2} \dots\dots\dots(2.48)$$

Dimana :

V = kecepatan rata-rata aliran (m/det)

J = F/O jari-jari Hydraulis (m),

F = luas penampang basah (m²),

O = keliling basah (m)

S = kemiringan muka air saluran

n = koefisien kekasaran manning

waktu pengaliran di peroleh dari rumus

$$t_2 = \frac{L}{(60)v} \dots\dots\dots(2.49)$$

Dimana :

L = panjang saluran (m)

t₂ = waktu pengaliran (menit)

jika waktu konsentrasi (T_c) = (t₁ + t₂) yaitu rumus (2.48) + rumus (2.49) sedangkan V pada rumus (2.49) diperoleh dari rumus (2.48) dimana V dapat ditentukan jika dimensi saluran telah ditetapkan.

4) Luas daerah pengaliran

Luas daerah tangkapan hujan pada perencanaan saluran samping jalan dan culvert adalah daerah pengaliran yang menerima curah hujan selama waktu tertentu, sehingga menimbulkan debit limpasan yang harus di tampung oleh saluran samping untuk dialirkan ke culvert atau sungai.

Penampang melintang daerah pengaliran dengan panjang yang di tinjau adalah sepanjang saluran (L)

$$A = Lt \times L \dots\dots\dots(2.50)$$

$$A = L(L1 + L2 + L3) \dots\dots\dots(2.51)$$

5) Koefisien Pengaliran

Koefisien pengaliran atau koefisien lipasan (C) adalah angka reduksi dari intensitas hujan, yang besarnya disesuaikan dengan kondisi permukaan, kemiringan atau kelandaian, jenis tanah dan durasi hujan, koefisien ini tidak berdimensi.

Menurut The Asphalt Institute untuk menentukan C_w dengan berbagai kondisi permukaan, dapat dihitung atau ditentukan dengan cara sebagai berikut :

$$C_w = \frac{C1.A1 + C2.A2 + C3.A3 + \dots}{A1 + A2 + A3 + \dots} \dots\dots\dots(2.52)$$

Dimana :

$C1, C2 \dots$ = Koefisien pengaliran sesuai dengan jenis permukaan

$A1, A2 \dots$ = Luas daerah pengaliran (km^2)

C_w = C rata-rata pada daerah pengaliran yang dihitung.

Untuk setiap area yang ditinjau $L = \text{konstan}$, sedangkan $L3$ sebagai pendekatan diambil 100 m, maka untuk penampang melintang normal dengan cara memasukan persamaan diperoleh :

$$C_w = \frac{C1.L1 + C2.L2 + C3.L3 + \dots}{L1 + L2 + L3} \dots\dots\dots(2.53)$$

b. Gorong-gorong Persegi (*Box Culvert*)

Bangunan Gorong-gorong Persegi (*Box Culvert*) (Sosrodarsono, Suyono dan Nakazawa, Kazuto : 2005, PRADNYA PARAMITA)

1. Dasar Perencanaan

Diperlukan pemeriksaan terhadap gorong-gorong persegi ditinjau dari segi pembebanan yaitu gaya-gaya samping dan gaya arah memanjang. Tetapi bila panjang dari gorong-gorong kurang dari 15 m, pemeriksaan terhadap gaya-gaya arah memanjang boleh diabaikan.

Untuk perencanaan gorong-gorong karena gaya-gaya dari samping dimensi dari pada bentuk luar dipergunakan dalam perhitungan beban, sedangkan ukuran dari sumbu pusat di tiap-tiap bagian dipergunakan dalam perhitungan tegangan. Kemudian untuk analisa “kerangka kaku” digunakan metode “*Slope Deflection*”

2. Beban yang Dipergunakan Untuk Perencanaan

Beban yang bekerja pada gorong-gorong persegi (*Box Culvert*) adalah tekanan tanah vertikal yang berasal dari tanah diatas gorong-gorong, tekanan tanah mendatar yang diberikan oleh tinggi timbunan disamping gorong-gorong, beban hidup diatas gorong-gorong dan gaya-gaya reaksi.

Pada gorong-gorong persegi yang biasa, perubahan-perubahan kombinasi pembebanan tergantung dari pada tinggi tanah penutup di atas gorong-gorong, apakah lebih tinggi atau lebih rendah dari 3,50 meter.

Bila tebal tanah penutup kurang dari 3,50 meter, perhitungan dibuat dalam 2 kombinasi dan bila momen lentur dan gaya geser pada tiap-tiap titik telah didapat dari kedua perhitungan kombinasi tersebut, maka salah satu hasil yang lebih besar yang dipakai untuk perencanaan penampang.

Tanda-tanda/notasi pada gambar berarti sebagai berikut :

Pvd1 : Tekanan tanah vertikal, yang bekerja pada bidang permukaan

atas gorong-gorong (ton/m^2)

Phd : Tekanan tanah mendatar bekerja pada bagian samping gorong-gorong (ton/m^2)

Pv1 : Beban vertikal karena beban hidup, dihitung dengan mengambil berikut yang sesuai dengan ketebalan tanah penutup:

- Bila tebal tanah penutup $< 3,50$ meter

$$Pv1 = \frac{p_{i+i}}{w_1} (\text{ton/m}^2) \dots \dots \dots (2.54)$$

- Bila tebal tanah penutup $> 3,50$ meter

Muatan merata diatas gorong-gorong ($Pv1$) = $1,0 \text{ ton/m}^2$

Ko : Koefisien tekanan tanah dalam keadaan statis, dipengaruhi oleh tekanan tanah mendatar $1,0 \text{ ton/m}^2 \times Ko$, yang diakibatkan oleh beban muatan.

Pv2 : Reaksi tanah

2.10 Rencana Anggaran Biaya (RAB)

Rencana anggaran biaya merupakan perkiraan biaya dari suatu pekerjaan yang dihitung berdasarkan volume pekerjaan, upah pekerja, harga material, waktu pelaksanaan, dan lain-lain.