

BAB II

LANDASAN TEORI

2.1 Definisi Jalan

Jalan adalah prasarana transportasi darat yang meliputi segala bagian jalan, termasuk bangunan pelengkap dan perlengkapannya yang diperuntukkan bagi lalu lintas, yang berada pada permukaan tanah, di atas permukaan tanah, di bawah permukaan tanah dan/atau air, serta di atas permukaan air, kecuali jalan kereta api, jalan lori, dan jalan kabel (UU RI No 38 Tahun 2004).

Dalam Peraturan Pemerintah Republik Indonesia No.15 Tahun 2005 tentang jalan, ada berapa definisi tentang jalan antara lain:

1. Jalan umum adalah jalan yang diperuntukkan bagi lalu lintas umum.
2. Jalan tol adalah jalan umum yang merupakan bagian system jaringan jalan dan sebagai jalan nasional yang penggunaanya diwajibkan membayar tol.
3. Jalan penghubung adalah jalan yang menghubungkan jalan tol dengan jalan umum yang ada.

2.2 Sistem dan Klasifikasi Jalan

2.2.1 Sistem Jaringan Jalan

Berdasarkan Peraturan Pemerintah RI No.34 Tahun 2006, Sistem jaringan jalan adalah satu kesatuan jaringan jalan yang terdiri dari sistem jaringan jalan primer dan sistem jaringan jalan sekunder yang terjalin dalam hubungan hierarki. Sistem jaringan jalan disusun dengan mengacu pada tata ruang wilayah dan memperhatikan hubungan antar kawasan baik pedesaan dan kawasan perkotaan.

a. Sistem jaringan jalan primer

Sistem jaringan jalan primer disusun berdasarkan rencana tata ruang dan pelayanan distribusi barang dan jasa untuk pengembangan semua wilayah di tingkat nasional, antara lain :

- 1) Jalan arteri primer
- 2) Jalan kolektor primer
- 3) Jalan lokal primer

- 4) Jalan lingkungan Primer
- b. Sistem jaringan jalan sekunder

Sistem jaringan jalan sekunder disusun berdasarkan rencana tata ruang wilayah kabupaten/kota dan pelayanan distribusi barang dan jasa untuk masyarakat di dalam kawasan perkotaan yang menghubungkan secara menerus kawasan yang mempunyai fungsi primer, fungsi sekunder kesatu, fungsi sekunder kedua, fungsi sekunder ketiga, dan seterusnya sampai persil, antara lain :

- 1) Jalan arteri sekunder
- 2) Jalan kolektor sekunder
- 3) Jalan lokal sekunder
- 4) Jalan lingkungan sekunder

2.2.2 Klasifikasi Jalan

Klasifikasi jalan menurut Tata Cara Perencanaan Geometrik Jalan Antar Kota (TPGJAK) No. 038/TBM/1997 yaitu:

1. Klasifikasi Jalan Menurut Fungsi Jalan

Klasifikasi jalan menurut fungsinya sesuai dengan Tata Cara Perencanaan Geometrik Jalan Antar Kota (TPGJAK) No. 038/TBM/1997 terbagi atas:

a. Jalan Arteri

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

b. Jalan Kolektor

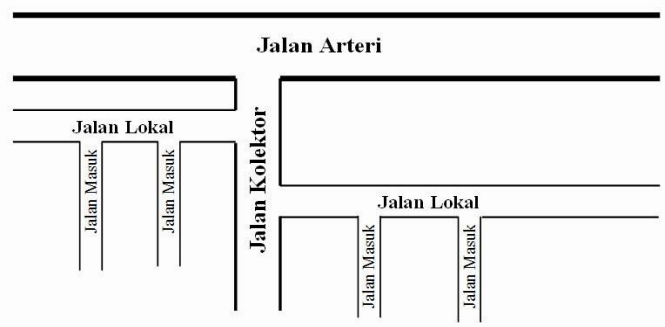
Jalan Kolektor adalah jalan yang melayani angkutan pengumpul/pembagi dengan ciri-ciri perjalanan jarak sedang, kecepatan rata-rata sedang dan jumlah jalan masuk dibatasi.

c. Jalan Lokal

Jalan Lokal adalah 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 masuk)

Jalan angkutan lingkungan (jarak pendek kecepatan rendah)



Gambar 2.1 Klasifikasi menurut fungsi jalan
(sumber: Miro. 1997 : 54)

2. Klasifikasi Jalan Menurut Kelas Jalan

Klasifikasi jalan menurut kelas berkaitan dengan kemampuan jalan untuk menerima beban lalu lintas, dinyatakan dalam muatan sumbu terberat (MST) dalam satuan ton.

Tabel 2.1 Klasifikasi Jalan Menurut Kelas Jalan

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

(Sumber : TPGJAK No.038/TBM/1997)

Berdasarkan UU RI No 22 Tahun 2009 tentang lalu lintas dan angkutan jalan pengelompokan kelas jalan dibagi atas:

a. Kelas I

Jalan kelas I yaitu jalan arteri yang dapat dilalui kendaraan bermotor termasuk muatan dengan dengan ukuran lebar tidak melebihi 2.500 milimeter, ukuran panjang tidak melebihi 18.000 milimeter, dan muatan sumbu terberat yang diizinkan lebih besar dari 10 ton.

b. Kelas II

Jalan kelas II, yaitu jalan arteri yang dapat dilalui kendaraan bermotor termasuk muatan dengan ukuran lebar tidak melebihi 2.500 milimeter, ukuran panjang tidak melebihi 18.000 milimeter, dan muatan sumbu terberat yang diizinkan 10 ton

c. Kelas III A

Jalan kelas III A yaitu jalan arteri atau kolektor yang dapat dilalui kendaraan bermotor termasuk muatan dengan ukuran tidak melebihi 2.500 milimeter, dan muatan sumbu terberat yang diizinkan 8 ton.

d. Kelas III B

Jalan kelas III B yaitu jalan kolektor yang dapat dilalui kendaraan bermotor termasuk muatan dengan ukuran lebar tidak melebihi 2.500 milimeter, ukuran panjang tidak melebihi 12.000 milimeter, dan muatan sumbu terberat yang diizinkan 8 ton.

e. Kelas III C

Jalan kelas III C yaitu jalan lokal yang dapat dilalui kendaraan bermotor termasuk muatan dengan ukuran lebar tidak melebihi 2.100 milimeter, ukuran panjang tidak melebihi 9.000 milimeter, dan muatan sumbu terberat yang diizinkan 8 ton.

3. Klasifikasi Jalan Menurut Medan Jalan

Berdasarkan perhitungan rata-rata dari ketinggian muka tanah lokasi rencana, maka dapat diketahui lereng melintang yang digunakan untuk

menentukan golongan medan. Klasifikasi jalan berdasarkan medan jalan dapat dilihat pada tabel 2.2 dibawah ini :

Tabel 2.2 Klasifikasi Jalan Menurut Medan Jalan

No	Jenis Medan	Notasi	Kemiringan Medan (%)
1	Datar	D	<3
2	Perbukitan	B	3-25
3	Pegunungan	G	>25

(Sumber : TPGJAK No.038/TBM/1997)

4. Klasifikasi Jalan Menurut Wewenang Pembinaan Jalan

Klasifikasi jalan menurut wewenang pembinaannya sesuai PP. No 26/1985 adalah sebagai berikut :

a. Jalan Nasional

Jalan arteri dan kolektor yang menghubungkan ibukota Propinsi dan Jalan yang bersifat strategis Nasional

b. Jalan Provinsi

Jalan kolektor yang menghubungkan ibu kota Propinsi dengan ibu kota Kabupaten / Kota, atau antar ibu kota kabupaten / kota, Jalan yang bersifat strategis Regional

c. Jalan Kabupaten

Jalan Lokal yang menghubungkan ibukota kabupaten dengan ibukota kecamatan, antar ibukota kecamatan kabupaten dengan Pusat Kegiatan Lokal, antar Pusat Kegiatan Lokal, serta jalan strategis lokal.

d. Jalan Kota

Jalan Sekunder yang menghubungkan antar pusat pelayanan dalam Kota, pusat pelayanan dengan persil, antar persil, menghubungkan antar pusat permukiman dan berada di dalam Kota.

e. Jalan Desa

Jalan Umum yang menghubungkan kawasan di dalam Desa dan antar permukiman serta jalan lingkungan.

f. Jalan Khusus

Jalan bukan untuk lalu lintas umum yang peruntukannya bagi kepentingan instansi, badan usaha maupun perorangan atau kelompok masyarakat.

2.3 Parameter Perencanaan Geometrik Jalan

Dalam perencanaan geometrik jalan terdapat beberapa parameter perencanaan yang harus dipahami yaitu: kendaraan rencana, kecepatan rencana, Volume dan kapasitas jalan, dan tingkat pelayanan yang diberikan oleh jalan tersebut. Parameter-parameter ini merupakan penentu tingkat kenyamanan dan keamanan yang dihasilkan oleh suatu bentuk geometrik jalan. (Silvia Sukirman 1999).

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, Untuk perencanaan setiap kelompok diwakili oleh satu ukuran standar, dan disebut sebagai kendaraan rencana, kendaraan – kendaraan tersebut dikelompokkan menjadi:

a. Kendaraan ringan/kecil (LV)

Kendaraan ringan / kecil adalah kendaraan bermotor ber as dua dengan empat roda dan dengan jarak as 2,0 – 3,0 m (meliputi : mobil penumpang, oplet, microbus, pick up dan truck kecil sesuai system klasifikasi Bina Marga).

b. Kendaraan sedang (MHV)

Kendaraan bermotor dengan dua gandar, dengan jarak 3,5 – 5,0 (termasuk bus kecil, truk dua as dengan enam roda, sesuai system klasifikasi Bina Marga).

c. Kendaraan berat/besar (LB-LT)

1) Bus besar (LB),

Bus dengan dua atau tiga gandar dengan jarak as 5,0 – 6,0 m.

2) Truk besar (LT),

Truk tiga gandar dan truk kombinasi tiga, jarak gandar (gandar pertama ke kedua) < 3,5 m (Sesuai system klasifikasi Bina Marga).

Tabel 2.3 Dimensi Kendaraan Rencana

Kategori Kendaraan Rencana	Dimensi Kendaraan (cm)			Tonjolan (cm)		Radius Putar		Radius Tonjolan (cm)
	Tinggi	Lebar	Panjang	Depan	Belakang	Min	Mak	
Kendaraan kecil	130	210	580	90	150	420	730	780
Kendaraan sedang	410	260	1210	210	240	740	1280	1410
Kendaraan besar	410	260	2100	120	90	290	1400	1370

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

2.3.2 Kecepatan Rencana

Kecepatan Rencana adalah besaran yang menunjukkan jarak yang ditempuh kendaraan dibagi waktu tempuh. Biasanya dinyatakan dalam km/jam. Kecepatan ini digambarkan nilai gerak dari kendaraan. Perencanaan jalan yang baik tentu saja haruslah berdasarkan kecepatan yang dipilih dan keyakinan bahwa kecepatan tersebut sesuai dengan kondisi dan fungsi jalan yang diharapkan.

Kecepatan rencana pada suatu jalan yang dipilih sebagai dasar perencanaan geometrik jalan yang memungkinkan kendaraan – kendaraan bergerak dengan aman dan nyaman dalam kondisi cuaca yang cerah, lalu lintas yang lengang, dan pengaruh samping jalan yang tidak berarti.

Tabel 2.4 Kecepatan Rencana Sesuai Klasifikasi Fungsi & Medan Jalan

Fungsi	Kecepatan Rencana (VR) (km/jam)		
	Datar	Bukit	Pegunungan
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 Jalan Antar Kota, 1997)

2.3.3 Komposisi Lalu Lintas

Volume lalu lintas menunjukkan jumlah kendaraan yang melintasi satu titik pengamatan dalam satu satuan waktu (hari, jam, menit). Volume lalu lintas yang tinggi membutuhkan lebar perkerasan jalan yang lebih lebar, sehingga tercipta kenyamanan dan keamanan. Ada beberapa elemen dalam perhitungan komposisi lalu lintas antara lain:

a. Satuan mobil penumpang (SMP)

Satuan arus lalu lintas, dimana arus dari berbagai tipe kendaraan telah diubah menjadi kendaraan ringan (termasuk mobil penumpang) dengan menggunakan emp.

b. Ekuivalen Mobil Penumpang (EMP)

Faktor konversi berbagai jenis kendaraan dibandingkan dengan mobil penumpang atau kendaraan ringan lainnya sehubungan dengan dampaknya pada perilaku lalu lintas (untuk mobil penumpang dan kendaraan ringan lainnya, emp = 1,0).

c. Faktor (F)

Faktor F adalah variasi tingkat lalu lintas per 15 menit dalam satu jam.

d. Faktor VLHR (K)

Volume lalu lintas harian rata – rata (VLHR) adalah prakiraan volume lalu lintas harian pada akhir tahun rencana lalu lintas dinyatakan dalam smp/hari. Faktor VLHR bertujuan untuk mengubah volume lalu lintas pada jam sibuk tahun rencana lalu lintas, dinyatakan dalam SMP/jam.

e. Volume jam rencana (VJR)

VJR adalah prakiraan volume lalu lintas pada jam sibuk tahun rencana lalu lintas, dinyatakan dalam smp/jam. VJR digunakan untuk menghitung jumlah lajur jalan dan fasilitas lalu lintas lainnya yang diperlukan.

2.3.4 Kapasitas

Menurut Saodang Hamirhan 2004, volume lalu lintas maksimum yang dapat dipertahankan (tetap) pada suatu bagian jalan dalam kondisi tertentu. Kapasitas lalu lintas merupakan jumlah lalu lintas atau kendaraan yang dapat melewati suatu penampang, dalam waktu, kondisi jalan dan lalu lintas tertentu.

Hal yang tidak dapat dipisahkan dari kapasitas jalan adalah tingkat pelayanan jalan yang menggambarkan tingkat kualitas kenyamanan perjalanan.

2.3.5 Tingkat Pelayanan

Tingkat pelayanan merupakan tolak ukur yang digunakan untuk menyatakan kualitas pelayanan suatu jalan. Tingkat pelayanan dipengaruhi oleh beberapa faktor, yaitu kecepatan perjalanan dan perbandingan antara volume dengan kapasitas (V/C).

Kecepatan perjalanan merupakan indikator dari pelayanan jalan, makin cepat berarti pelayanan baik atau sebaliknya. Faktor ini dipengaruhi oleh keadaan umum fisik jalan (*highway capacity manual*). Batasan – batasan nilai dari setiap tingkat pelayanan dipengaruhi oleh fungsi jalan dan dimana jalan tersebut berada. Jalan tol yang berada di luar kota tentu saja dikehendaki dapat melayani kendaraan dengan kecepatan tinggi dan memberikan ruang bebas bergerak selama umur rencana jalan tersebut.

2.3.6 Jarak Pandang

Jarak pandang adalah suatu jarak yang diperlukan oleh seorang pengemudi pada saat mengemudi sehingga jika pengemudi melihat suatu halangan yang membahayakan maka pengemudi dapat melakukan sesuatu tindakan menghindari bahaya tersebut dengan aman. Jarak pandang dibedakan menjadi dua, yaitu :

a. Jarak Pandang Henti (J_h)

Jarak pandang henti adalah jarak minimum yang diperlukan oleh setiap pengemudi untuk menghentikan kendaraannya dengan aman begitu melihat adanya halangan di depan. Jarak pandang henti diukur berdasarkan asumsi bahwa tinggi mata pengemudi adalah 105 cm dan tinggi halangan 15 cm diukur dari permukaan jalan.

b. Jarak Pandang Mendahului (J_d)

Jarak pandang mendahului adalah jarak yang memungkinkan suatu kendaraan mendahului kendaraan lain di depannya dengan aman sampai kendaraan tersebut kembali ke lajur semula. Jarak pandang henti diukur berdasarkan asumsi bahwa tinggi mata pengemudi adalah 100 cm dan tinggi halangan 100 cm diukur dari permukaan jalan.

Menurut Silvia Sukirman (1999), keamanan dan kenyamanan pengemudi kendaraan untuk dapat melihat dengan jelas dan menyadari situasinya pada saat mengemudi, sangat tergantung pada jarak yang dapat dilihat dari tempat kedudukannya. Jarak pandang berguna untuk:

1. 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.
2. Memberi kemungkinan untuk mendahului kendaraan lain yang bergerak dengan kecepatan lebih rendah dengan mempergunakan lajur di sebelahnya.
3. Menambah efisiensi jalan tersebut, sehingga volume pelayanan dapat dicapai semaksimal mungkin.
4. Sebagai pedoman bagi pengatur lalu lintas dalam menempatkan rambu-rambu lalu lintas yang diperlukan pada setiap segmen jalan.

2.4 Penampang Melintang Jalan

Menurut Silvia Sukirman (1999), penampang melintang jalan merupakan potongan melintang tegak lurus sumbu jalan. Pada potongan melintang jalan dapat terlihat bagian bagian - bagian jalan. Bagian – bagian jalan tersebut dapat di kelompokkan sebagai berikut:

2.4.1 Bagian Yang Langsung Berguna Untuk Lalu Lintas:

a. Jalur Lalu Lintas

Jalur lalu lintas (*travelled way = carriage way*) adalah keseluruhan bagian perkerasan jalan yang diperuntukkan untuk lalu lintas kendaraan.

b. Bahu Jalan

Bahu jalan adalah jalur yang terletak berdampingan dengan jalur lalu lintas. Bahu jalan berfungsi sebagai :

1. Ruang untuk tempat berhenti sementara kendaraan yang mogok atau yang sekedar berhenti karena pengemudi ingin berorientasi mengenai jurusan yang akan ditempuh, atau untuk beristirahat.
2. Ruang untuk menghindarkan diri dari saat – saat darurat, sehingga dapat mencegah terjadinya kecelakaan.
3. Memberikan kelegaan pada pengemudi, dengan demikian dapat meningkatkan kapasitas jalan yang bersangkutan, dan lainnya.

c. Trotoar

Trotoar adalah jalur yang terletak berdampingan dengan jalur lalu lintas yang khusus dipergunakan untuk pejalan kaki (*pedestrian*). Untuk keamanan pejalan kaki maka trotoar ini harus dibuat terpisah dari jalur lalu lintas oleh struktur fisik berupa kerib. Perlu atau tidaknya trotoar disediakan sangat tergantung dari volume pedestrian dan volume lalu lintas pemakaian jalan tersebut.

d. Median

Pada arus lalu lintas yang tinggi sering dibutuhkan median guna memisahkan arus lalu lintas yang berlawanan arah. Jadi median adalah jalur yang terletak di tengah jalan untuk membagi jalan dalam masing-

masing arah. Biaya yang tersedia dan fungsi jalan sangat menentukan lebar median yang diperlukan.

2.4.2 Bagian Yang Berguna Untuk Drainase Jalan

a. Saluran Sampung

Saluran samping terutama berguna untuk :

- 1) mengalirkan air dari permukaan perkerasan jalan ataupun dari bagian luar jalan.
- 2) menjaga supaya konstruksi jalan selalu berada dalam keadaan kering tidak terendam air.

b. Kemiringan Melintang Jalur Lalu Lintas

Kemiringan melintang jalur lalu lintas di jalan lurus diperuntukkan terutama untuk kebutuhan drainase jalan. Air yang jatuh di atas permukaan jalan supaya cepat dialirkan ke saluran-saluran pembuangan.

c. Kemiringan Melintang Bahu.

kemiringan melintang bahu jalan merupakan penerus dari pembuangan air dari permukaan kemiringan melintang jalur lalu lintas dan haruslah dibuat yang sebesar-besarnya tetapi tetap memperhitungkan keamanan dan kenyamanan bagi pengemudi kendaraan.

d. Talud/Kemiringan Lereng

Talud jalan umumnya dibuat 2H: 1V, tetapi untuk tanah-tanah yang mudah longsor talud jalan (hams) dibuat sesuai dengan besarnya landai yang aman, yang diperoleh dari perhitungan kestabilan lereng.

2.4.3 Bagian Pelengkap Jalan

a. Kereb

Kereb adalah penonjolan atau peninggian tepi perkerasan atau bahu jalan, yang terutama dimaksudkan untuk keperluan-keperluan drainase, meneegah keluarnya kendaraan dari tepi perkerasan, dan memberikan ketegasan tepi perkerasan. Pada umumnya kereb digunakan pada jalan – jalan di daerah perkotaan.

b. Pengaman Tepi

Pengaman tepi bertujuan untuk memberikan ketegasan tepi badan jalan. Jika terjadi kecelakaan, dapat meneegah kendaraan keluar dari badan jalan. Umumnya dipergunakan di sepanjang jalan yang menyusur jurang, pada tanah timbunan dengan tikungan yang tajam, pada tepi – tepi jalan dengan tinggi timbunan lebih besar 2,5 meter, dan pada jalan – jalan dengan kecepatan tinggi.

2.4.4 Bagian konstruksi jalan

- a. lapisan permukaan
- b. lapisan pondasi atas
- c. lapisan pondasi bawah
- d. lapisan tanah dasar

2.4.5 Bagian – Bagian Jalan

a. Ruang Manfaat Jalan (Rumaja)

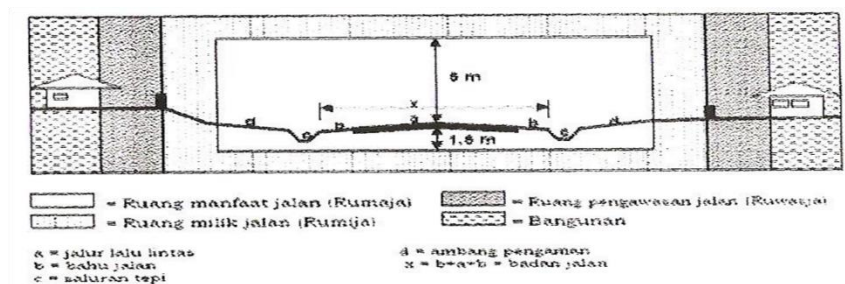
Ruang manfaat jalan meliputi badan jalan, saluran tepi jalan dan ambang pengamannya, badan jalan meliputi jalur lalu lintas dengan atau tanpa jalur pemisah dan bahu jalan.

b. Ruang Milik Jalan (Rumija)

Ruang milik jalan merupakan ruang sepanjang jalan yang dibatasi oleh lebar dan tinggi tertentu yang di kuasai oleh Pembina jalan dengan suatu hak tertentu.

c. Ruang Pengawasan Jalan (Ruwasja)

Ruang pengawasan jalan adalah sejalur tanah tertentu yang terletak diluar daerah milik jalan. Yang penggunaannya diawasi oleh pembina jalan, dengan maksud agar tidak mengganggu pandangan pengemudi dan konstruksi jalan.



Gambar 2.2 Bagian – Bagian Jalan

(Sumber:PP.N0. 34 tahun 2006 Tentang Jalan. Pasal 33)

2.5 Alinyemen Horizontal

Alinyemen horizontal adalah proyeksi sumbu jalan pada bidang horizontal, alinyemen horizontal dikenal juga dengan nama “situasi jalan” atau “trase jalan”. Alinyemen horizontal terdiri dari garis – garis lurus (biasa disebut “tangen”), yang dihubungkan dengan garis – garis lengkung. Garis lengkung tersebut dapat terdiri dari busur lingkaran ditambah dengan lengkung peralihan atau busur peralihan saja ataupun busur lingkaran saja.

2.5.1 Panjang Bagian Lurus

Dengan mempertimbangkan faktor keselamatan pemakai jalan, ditinjau dari segi kelelahan pengemudi, maka panjang maksimum bagian jalan yang lurus harus ditempuh dalam waktu tidak lebih dari 2,5 menit (sesuai VR).

Tabel 2.5 Panjang Bagian Lurus

Fungsi	Panjang Bagian Lurus Maximum		
	Datar	Perbukitan	pegunungan
Arteri	3.000	2.500	20.00
kolektor	2.000	1.750	1.500

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

2.5.2 Tikungan

1) Jari- Jari Minimum

Kendaraan pada saat melalui tikungan dengan kecepatan (V) akan menerima gaya sentrifugal yang menyebabkan kendaraan tidak stabil. Untuk mengimbangi gaya sentrifugal tersebut. Perlu dibuat suatu kemiringan melintang jalan pada tikungan yang disebut dengan superelevasi (e).

Pada saat kendaraan melalui daerah super elevasi, akan terjadi gesekan arah melintang jalan antara ban kendaraan dengan permukaan aspal yang menimbulkan gaya gesekan melintang. Perbandingan gaya gesekan melintang dengan gaya normal disebut koefisien gesekan melintang (f).

Rumus umum untuk lengkung horizontal adalah :

$$R = \frac{v^2}{127(e+f)}$$

$$D = \frac{25}{2\pi R}$$

Dimana : R = jari-jari lengkung

D = derajat lengkung

Untuk menghindari terjadinya kecelakaan, maka untuk kecepatan tertentu dapat dihitung jari-jari minimum untuk super elevasi maksimum dan koefisien gesekan maksimum.

$$R_{\min} = \frac{VR^2}{127(e_{\max} + f_{\max})}$$

$$D_{\max} = \frac{181913((e_{\max} + f_{\max}))}{VR^2}$$

Dimana : R_{min} = jari jari tikungan minimum, (m).

V_r = kecepatan kendaraan rencana, (km/jam)

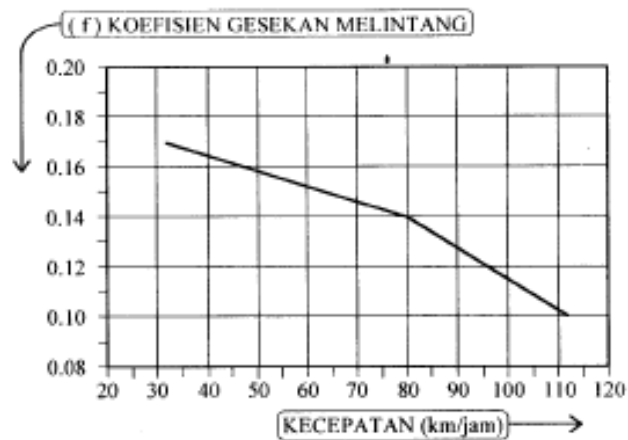
E_{max} = super elevasi maksimum, (%).

F_{max} = koefisien gesek melintang maksimum

D = derajat lengkung

D_{mak} = derajat maksimum

Untuk pertimbangan perencanaan, digunakan e_{max} = 10 % dan f_{max} dan f_{max}



Gambar 2.3 Grafik nilai (f), untuk $e_{\max} = 6\%$, 8% dan 10% (menurut AASHTO)

(sumber : perencanaan teknik jalan raya, 2000)

Tabel 2.6 Jari-Jari Tikungan Minimum

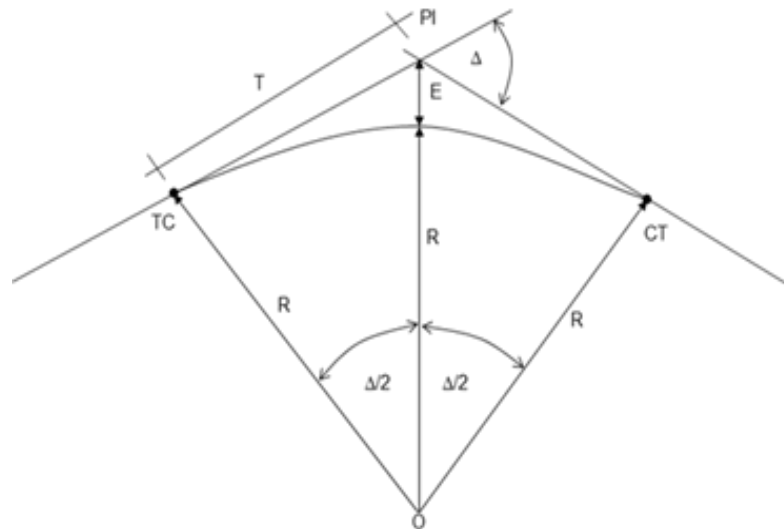
Vr (km/jam)	120	100	80	60	50	40	30	20
R min (m)	600	300	210	110	80	50	30	15

(Sumber: Tata Cara Perencanaann Geometrik Jalan Antar Kota, 1997)

2) Jenis lengkung (tikungan) pada alenyemen horizontal :

a) Tikungan *Full Circle* (FC)

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



Gambar 2.4 Komponen Full Circle

(Sumber : perencanaan teknik jalan raya)

Rumus-rumus yang digunakan dalam perhitungan *full circle* adalah:

$$T_c = R_c \cdot \tan \frac{1}{2} \Delta$$

$$E_c = T_c \cdot \tan \frac{1}{4} \Delta$$

$$L_c = \frac{\Delta \cdot 2 \pi R_c}{360^\circ} \quad \text{atau} \quad L_c = 0,01745 \Delta R$$

Di mana :

Δ = Sudut tikungan

O = Titik pusat lingkaran

T_c = panjang tangen jarak dari T_c ke PI atau PI ke CT

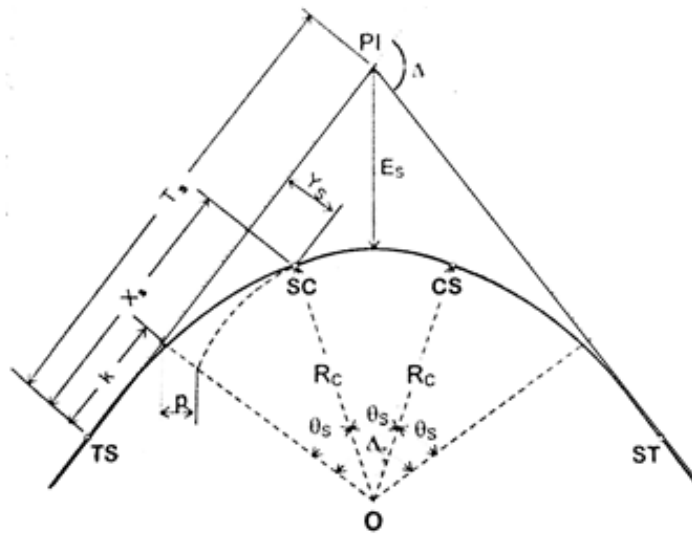
R_c = Jari – jari lingkaran

L_c = Panjang busur lingkaran

E_c = Jarak luar dari PI ke busur lingkaran

b) Lengkung Peralihan / Tikungan *Spiral-Circle-Spiral* (SCS)

Lengkung peralihan dibuat untuk menghindari terjadinya perubahan alinyemen yang tiba-tiba dari bentuk lurus ke bentuk lingkaran ($R = \infty$, $R = R_c$), jadi lengkung peralihan ini di letakkan antara bagian lurus dan bagian lingkaran (circle), yaitu pada sebelum dan sesudah tikungan berbentuk busur lingkaran. SCS merupakan tikungan yang terdiri dari 1 lingkaran dan 2 spiral.



Gambar 2.5 Komponen Spiral-Circle-Spiral

(Sumber : perencanaan teknik jalan raya)

Panjang lengkung peralihan (L_s), menurut tata cara perencanaan geometric jalan antar kota, 1997. Diambil nilai yang terbesar dari 3 persamaan dibawah ini :

- Berdasarkan waktu tempuh maksimum (3 detik) untuk melintasi lengkung peralihan, maka panjang lengkung :

$$L_s = \frac{V_R T}{3,6}$$

- Berdasarkan antisipasi gaya sentrifugal, digunakan rumus Modifikasi Shortt, sebagai berikut :

$$L_s = 0,022 \frac{V_R^3}{R_c C} - 2,727 \frac{V_R e}{C}$$

- Berdasarkan tingkat pencapaian perubahan kelandaian,

$$L_s = \frac{(e_m - e_n)}{3,6 \Gamma_e} V_R$$

Di mana:

T = waktu tempuh = 3 detik

R_c = jari-jari busur lingkaran (m)

C = perubahan percepatan, 0,3 – 1,0 disarankan 0,4 m/det³.

e = superelevasi

- e_m = superelevasi maksimum
- e_n = superelevasi normal
- r_e = tingkat pencapaian perubahan kelandaian melintang jalan
 untuk $VR \leq 70$ km/jam, maka $r_{e \text{ mak}} = 0,035$ m/m/det;
 untuk $VR \geq 80$ km/jam, maka $r_{e \text{ mak}} = 0,025$ m/m/det

Tabel 2.7 Jari-jari Tikungan yang Tidak Memerlukan Lengkung Peralihan

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

(Sumber: Tata Cara Perencanaann Geometrik Jalan Antar Kota, 1997)

Rumus-rumus yang digunakan dalam perhitungan Spiral-Circle-Spiral adalah:

$$\begin{aligned}
 X_s &= L_s \times \left(1 - \frac{L_s^2}{40xRc^2}\right) \\
 Y_s &= \frac{L_s^2}{6xRc} \\
 \theta_s &= \frac{90}{\pi} \times \frac{L_s}{Rc} \\
 p &= \frac{L_s^2}{6xRc} - Rc (1 - \cos \theta_s) \\
 k &= L_s - \left(1 - \frac{L_s^2}{40xRc^2}\right) - Rc \sin \theta_s \\
 T_s &= (Rc + p) \tan \frac{1}{2} \Delta + k \\
 E_s &= (Rc + p) \sec \frac{1}{2} \Delta - Rc \\
 L_c &= \frac{(\Delta - 2\theta_s)}{180} \times \pi \times Rc \\
 L_{tot} &= L_c + 2 L_s
 \end{aligned}$$

Di mana :

X_s = absis titik SC pada garis tangen, jarak dari titik TS ke SC (jarak lurus lengkung peralihan)

Y_s = ordinat titik SC pada garis tegak lurus garis tangen, jarak tegak lurus ke titik SC pada lengkung

L_s = Panjang lengkung peralihan

L_c = 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 busur ke lingkaran

θ_s = sudut lengkung spiral

Rc = jari-jari lingkaran

p = pergeseran tangen terhadap spiral

k = absis dari p pada garis tangen spiral

Jika diperoleh $L_c < 25$ m, maka sebaiknya tidak digunakan bentuk SCS, tetapi digunakan lengkung S - S, yaitu lengkung yang terdiri dari dua lengkung peralihan.

Jika P yang dihitung dengan rumus berikut maka ketentuan tikungan yang digunakan bentuk FC.

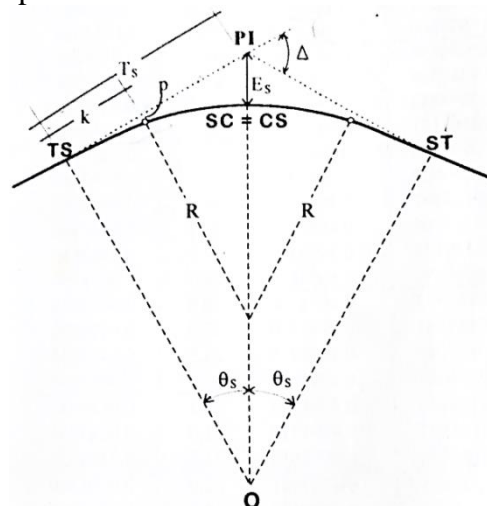
$$P = \frac{L_s^2}{24 R_c} < 0,25 \text{ m}$$

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

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

c) Tikungan *Spiral-Spiral* (SS)

Spiral-Spiral (SS) merupakan tikungan yang terdiri atas 2 (dua) lengkung spiral.



Gambar 2.6 Komponen Spiral-Spiral

(Sumber : perencanaan teknik jalan raya)

Rumus-rumus yang digunakan dalam perhitungan Spiral-Spiral adalah:

$$L_c = 0 \text{ dan } \theta_s = \frac{1}{2} \Delta$$

$$L_{\text{tot}} = 2 \times L_s$$

$$\theta_s = \frac{90}{\pi} \times \frac{L_s}{R_c}$$

$$L_s = \frac{\theta_s \pi R_c}{90}$$

$$p = \frac{L_s^2}{6 \times R_c} - R_c (1 - \cos \theta_s)$$

$$k = L_s - \left(1 - \frac{L_s^2}{40 \times R_c^2}\right) - R_c \sin \theta_s$$

$$T_s = (R_c + p) \tan \frac{1}{2} \Delta + k$$

$$E_s = (R_c + p) \sec \frac{1}{2} \Delta - R_c$$

Dimana :

L_s = Panjang lengkung peralihan (panjang dari titik TS ke SC atau SC ke ST).

L_c = Panjang busur lingkaran (panjang dari SC ke CS)

T_s = Panjang tangent dari titik P1 ke titik TS atau ke titik ST

TS = Titik dari tangen ke spiral

SC = Titik dari spiral ke lingkaran

E_s = Jarak dari P1 ke busur lingkaran

θ_s = Sudut lengkung spiral

R = Jari-jari lingkaran

p = Pergeseran tangen terhadap spiral

k = Absis dari p pada garis tangen spiral

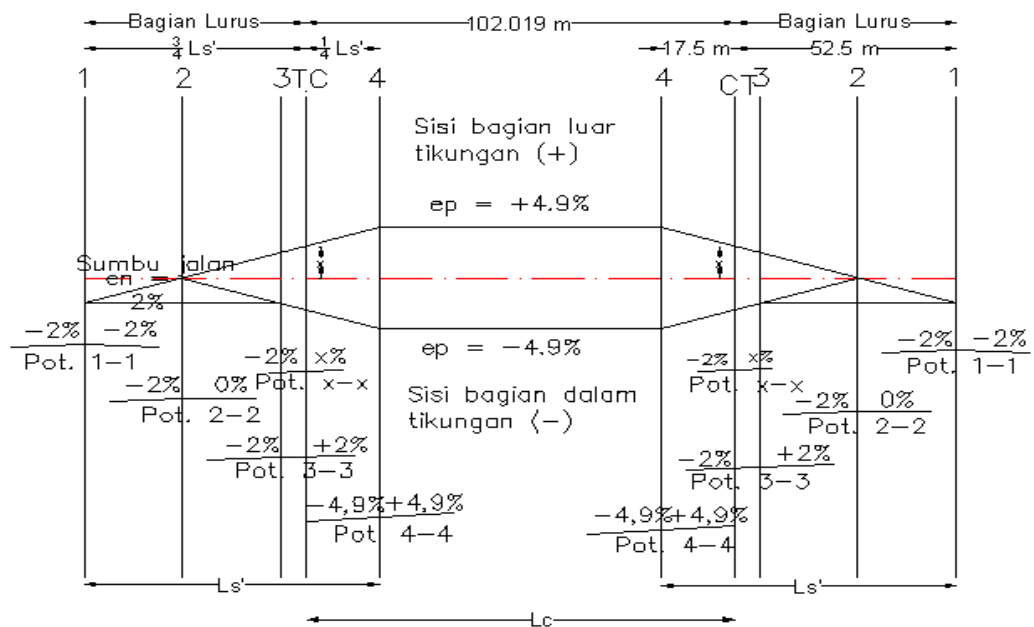
2.5.3 Superelevasi

Superelevasi dicapai secara bertahap dari kemiringan melintang normal pada bagian jalan yang lurus sampai ke kemiringan maksimum (superelevasi) pada bagian lengkung jalan. Dengan mempergunakan diagram superelevasi dapat ditentukan bentuk penampang melintang pada setiap titik di suatu lengkung horizontal yang direncanakan.

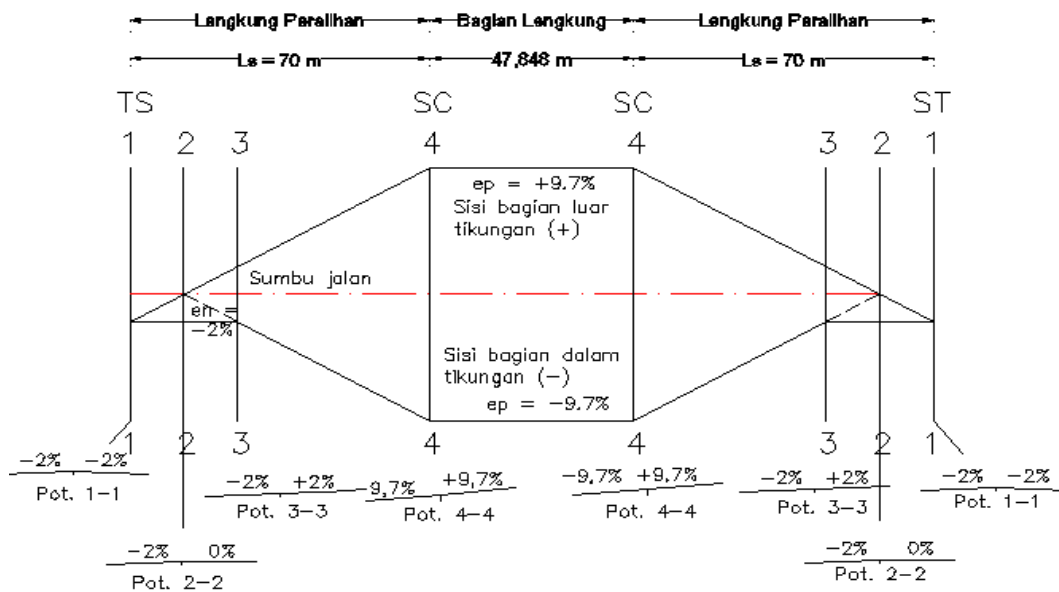
Diagram superelevasi digambarkan berdasarkan elevasi sumbu jalan sebagai garis nol. Untuk jalan raya mempunyai median (jalan raya terpisah), pencapaian kemiringan didasarkan pada lebar serta bentuk penampang melintang median yang bersangkutan.

Tiga jenis bentuk lengkung horizontal, adalah sebagai berikut:

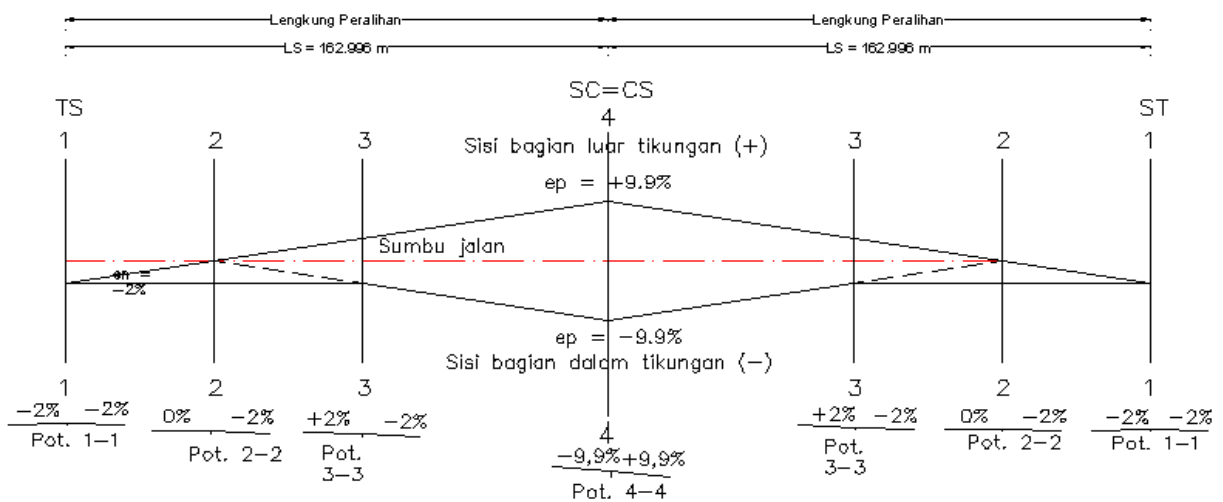
- 1) Lengkung busur lingkaran sederhana (*circle*)
- 2) Lengkung busur lingkaran dengan lengkung peralihan (*spiral-circle-spiral*)
- 3) Lengkung peralihan *spiral-spiral*



Gambar 2.7 Diagram Superelevasi Full Circle



Gambar 2.8 Diagram Superelevasi *Spiral – Circle – Spiral*



Gambar 2.9 Diagram Superelevasi *Spiral – Spiral*

2.5.4 Pelebaran Perkerasan di Tikungan

Pelebaran perkerasan di tikungan dilakukan untuk mempertahankan kendaraan tetap pada lintasannya (lajurnya) sebagaimana pada bagian lurus. Hal ini terjadi karena pada kecepatan tertentu kendaraan pada tikungan cenderung untuk keluar lajur akibat posisi roda depan dan roda belakang yang tidak sama, yang tergantung di ukuran kendaraan.

Secara praktis, perkerasan harus diperlebar, bila radius lengkungan lebih kecil dari 120 meter, untuk menjaga agar, pandangan bebas ke arah samping terhadap kendaraan – kendaraan lain. Sedangkan pelebaran tidak diperlukan lagi bilamana kecepatan rencana kurang 30 Km/jam.

Elemen – elemen dari pelebaran perkerasan pada tikungan, terdiri dari:

- 1) Keluar lajur / *Off tracking* (U)
- 2) Kesukaran dalam mengemudi di tikungan (Z)

2.6 Alinyemen Vertikal

Alinyemen vertikal adalah perpotongan bidang vertikal dengan bidang permukaan perkerasan jalan melalui sumbu jalan untuk jalan 2 lajur 2 arah atau melalui tepi dalam masing-masing perkerasan untuk jalan dengan median. Seringkali disebut juga penampang memanjang jalan.

Perencanaan Alinyemen vertikal dipengaruhi oleh besarnya biaya pembangunan yang tersedia. Alinyemen vertikal yang mengikuti muka tanah asli akan mengurangi pekerjaan tanah, tetapi mungkin saja akan mengakibatkan jalan itu terlalu banyak mempunyai tikungan. Muka jalan sebaiknya diletakkan sedikit di atas muka tanah asli sehingga memudahkan dalam pembuatan drainase jalannya, terutama di daerah yang datar.

Perencanaan alinyemen vertical sangat dipengaruhi oleh beberapa hal, antara lain:

- Kondisi tanah dasar
- Keadaan medan
- Fungsi jalan
- Muka air banjir
- Muka air tanah
- Kelandaian yang masih memungkinkan

2.6.1 Kelandaian

Untuk menghitung dan merencanakan lengkung vertikal, ada beberapa hal yang perlu diperhatikan, yaitu :

1. Karakteristik kendaraan pada kelandaian

Hampir seluruh kendaraan penumpang dapat berjalan baik dengan kelandaian 7-8% tanpa ada perbedaan dibandingkan pada bagian datar.

2. Kelandaian maksimum

Kelandaian maksimum yang ditentukan untuk berbagai variasi rencana, dimaksudkan agar kendaraan dapat bergerak terus tanpa kehilangan kecepatan yang 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 Landai Maksimum

Landai Max (%)	3	3	4	5	6	7	10	10
V_R (km/jam)	120	110	100	80	60	50	40	<40

(Sumber : Peraturan Perencanaan Geometrik Jalan Antar Kota, 1997)

3. Kelandaian minimum

Pada jalan yang menggunakan kereb pada tepi perkerasannya, kelandaian jalan minimum yang dianjurkan adalah 0,30 - 0,50%. Lereng melintang jalan hanya cukup untuk mengalirkan air hujan yang jatuh diatas badan jalan, sedangkan landai jalan dibutuhkan untuk membuat kemiringan dasar saluran samping, untuk membuang air permukaan sepanjang jalan.

4. Panjang kritis suatu kelandaian

Panjang kritis ini diperlukan sebagai batasan panjang kelandaian maksimum agar pengurangan kecepatan kendaraan tidak lebih dari separuh V_R , lama perjalanan pada panjang kritis tidak lebih dari satu menit.

Tabel 2.9 Panjang Kritis

Kecepatan Pada Awal Tanjakan (Km/Jam)	Kelandaian Maksimum (%)						
	4	5	6	7	8	9	10
80	630	460	360	270	230	230	200
60	320	210	160	120	110	90	80

(Sumber : Peraturan Perencanaan Geometrik Jalan Antar Kota, 1997)

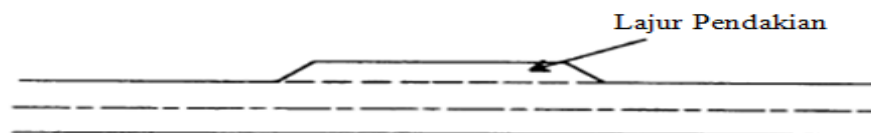
5. Lajur pendakian

Lajur pendakian adalah lajur yang disediakan khusus untuk truk bermuatan berat atau kendaraan lain yang berjalan dengan kecepatan lebih rendah, sehingga kendaraan lain dapat mendahului kendaraan yang lebih lambat tanpa mempergunakan lajur lawan dengan membuat lajur tambahan di sebelah kiri jalan.

Tabel 2.10 Lajur Pendakian Pada Kelandaian Khusus Jalan Luar Kota (2/2 TB)

Panjang	Ambang Arus Lalu Lintas (Kend/Jam) Tahun-1 Jam Puncak		
	Kelandaian		
	3 %	5%	7%
0,5 Km	500	400	300
≥ 1 Km	325	300	300

(Sumber: Manual Kapasitas Jalan Indonesia / MKJI)

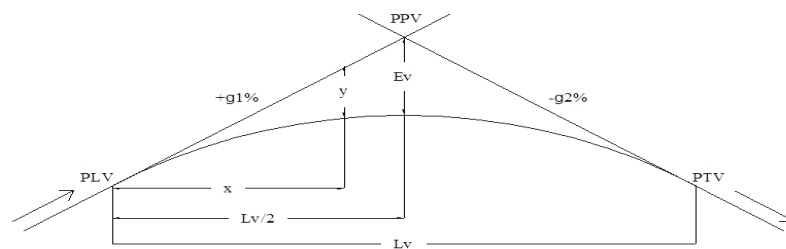


Gambar 2.10 Lajur Pendakian

(sumber: dasar-dasar perencanaan geometrik jalan, 1999)

2.6.2 Lengkung Vertikal

Lengkung vertikal direncanakan untuk merubah secara bertahap perubahan dari dua macam kelandaian arah memanjang jalan pada setiap lokasi yang diperlukan. Hal ini dimaksudkan untuk mengurangi guncangan akibat perubahan kelandaian dan menyediakan jarak pandang henti yang cukup, untuk keamanan dan kenyamanan.



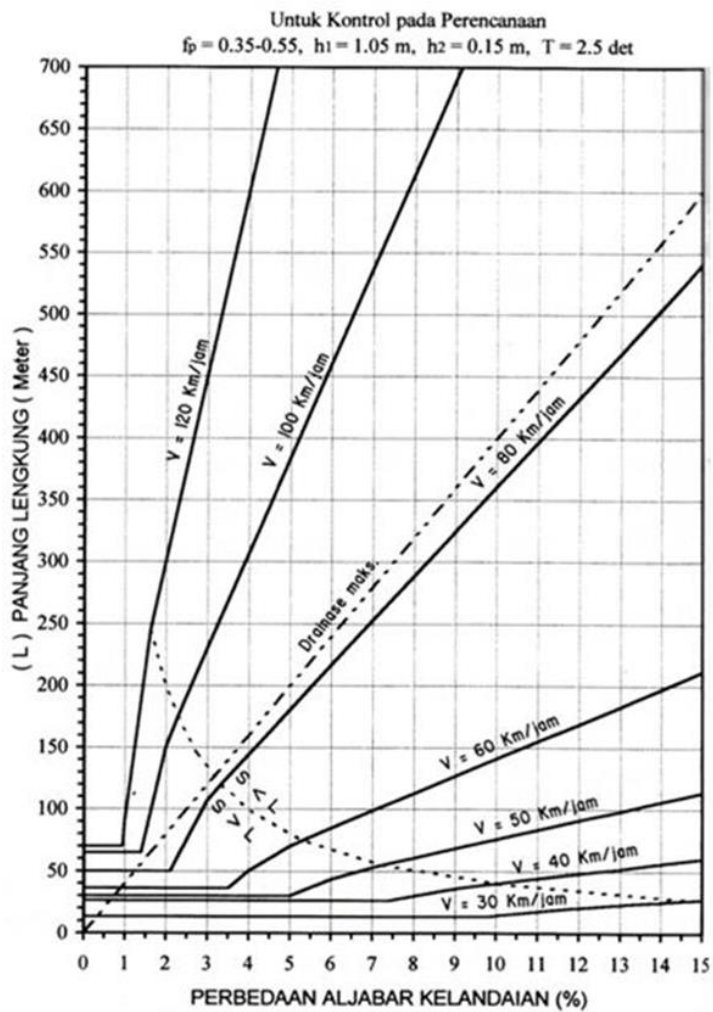
Gambar 2.11 Tipikal lengkung vertikal
(sumber: Shirley L. hendarsin, 2000)

1. Lengkung cembung

Pada lengkung vertikal cembung, perbatasan berdasarkan jarak pandang dapat dibedakan atas 2 keadaan yaitu:

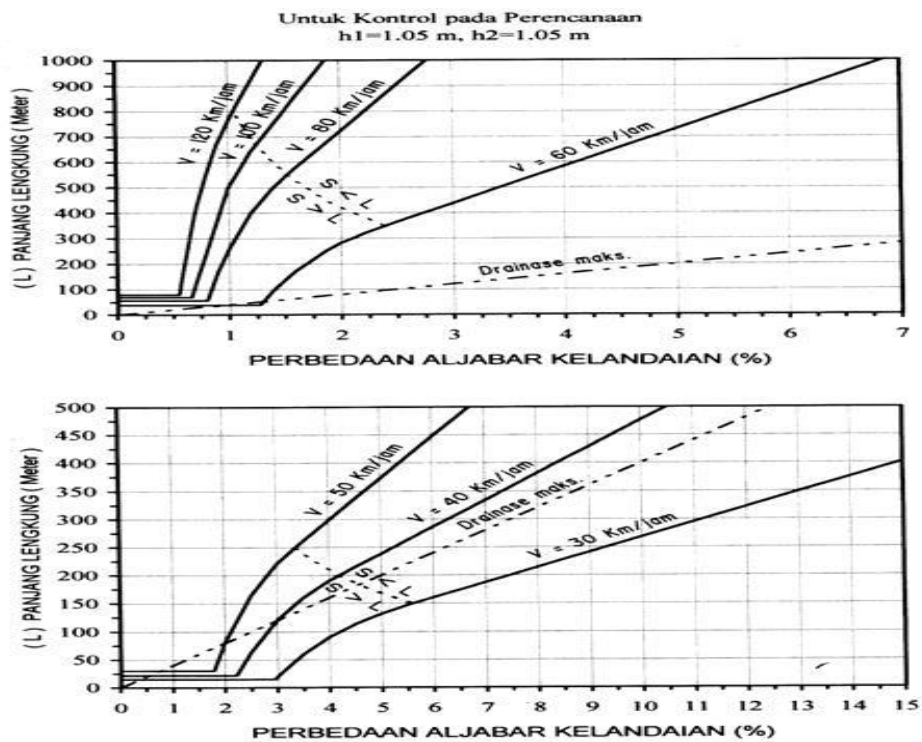
- Jarak pandang berada seluruhnya dalam daerah lengkung ($S < L$)
- Jarak pandangan berada diluar dan di dalam daerah lengkung ($S > L$).

Untuk menentukan panjang lengkung vertikal cembung (L_v) dapat juga ditentukan berdasarkan grafik pada gambar 2.19 (untuk jarak pandang henti).



Gambar 2.12 Grafik Panjang Lengkung Vertikal Cembung Berdasarkan Jarak Pandang Henti

(Sumber : TPGJAK, 1997)



Gambar 2.13 Grafik Panjang Lengkung Vertikal Cembung berdasarkan Jarak Pandang Mendahului

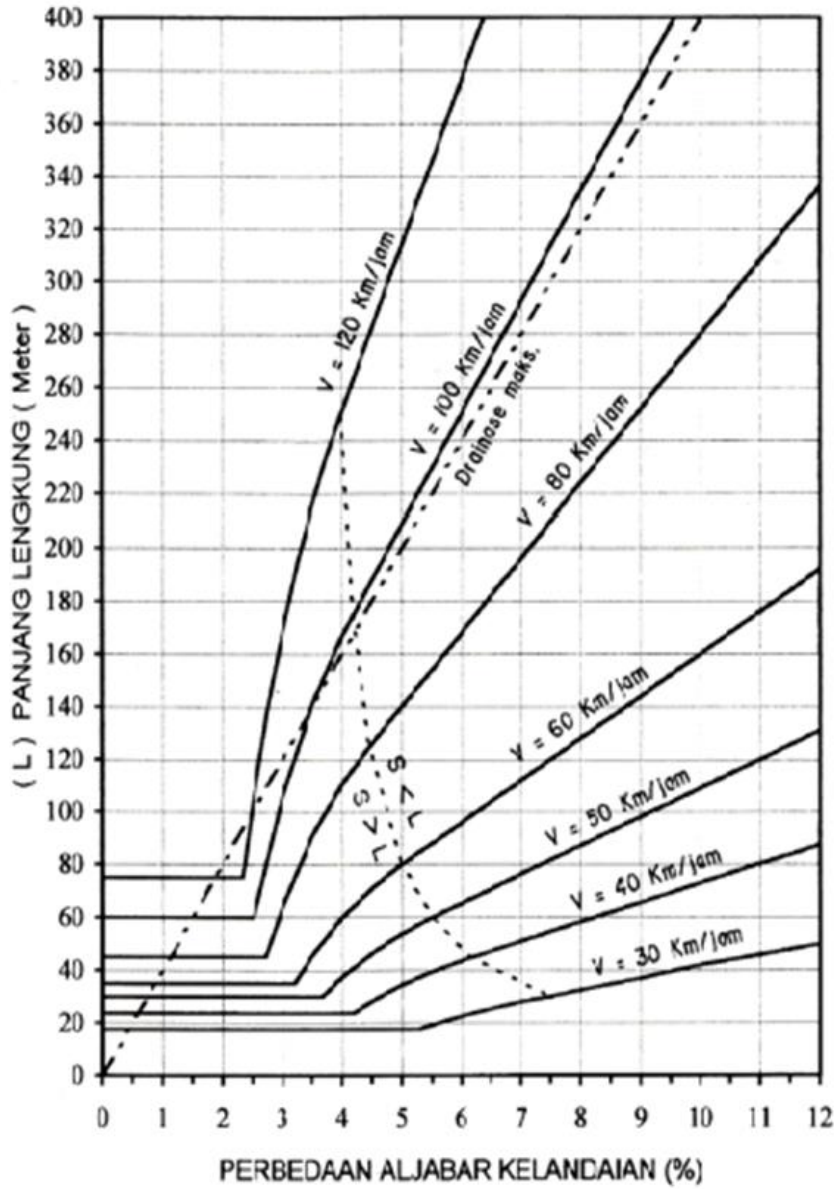
(Sumber : TPGJAK, 1997)

2. Lengkung Cekung

Tidak ada dasar yang dapat digunakan untuk menentukan panjang lengkung vertikal (L), akan tetapi ada empat kriteria sebagai pertimbangan yang dapat digunakan, yaitu:

- Jarak sinar lampu besar dari kendaraan
- Kenyamanan pengemudi
- Ketentuan drainase
- Penampilan secara umum

Untuk Kontrol pada Perencanaan
 $f_p = 0.35-0.55$, $h_1 = 1.05$ m, $h_2 = 0.15$ m, $T = 2.5$ det



Gambar 2.14 Grafik Panjang Lengkung Vertikal Cekung
 (Sumber : TPGJAK, 1997)

2.7 Galian dan Timbunan

Pekerjaan galian dan timbunan bertujuan untuk memperoleh bentuk serta elevasi permukaan sesuai dengan gambar yang direncanakan. Dalam perencanaannya diusahakan agar volume galian sama dengan volume timbunan. Dengan mengkombinasikan alinyemen vertikal dan horizontal memungkinkan kita untuk menghitung banyaknya volume galian dan timbunan.

Langkah-langkah dalam perhitungan galian dan timbunan, antara lain :

1. Penentuan *stationing* (jarak patok) sehingga diperoleh panjang horizontal jalan dari alinyemen horizontal (trase jalan).
2. Gambarkan profil memanjang (alinyemen vertikal) yang memperlihatkan perbedaan beda tinggi muka tanah asli dengan muka tanah rencana.
3. Gambar potongan melintang (*cross section*) pada titik *stationing*, sehingga didapatkan luas galian dan timbunan.
4. Hitung volume galian dan timbunan dengan mengalikan luas penampang rata-rata dari galian atau timbunan dengan jarak patok.

2.8 Perencanaan Perkerasan Jalan

Perkerasan jalan adalah konstruksi yang dibangun di atas lapisan tanah dasar (*subgrade*), yang berfungsi untuk menopang beban lalu-lintas. Supaya perkerasan mempunyai daya dukung dan keawetan yang memadai namun tetap ekonomis, maka perkerasan jalan dibuat berlapis-lapis. (Shirley L. Handarsih, 2000).

2.8.1 Jenis Perkerasan Jalan

Berdasarkan suatu bahan pengikat, lapisan perkerasan jalan dibagi menjadi beberapa kategori, yaitu :

1. Perkerasan Kaku (*Rigid Pavement*)
Perkerasan kaku yaitu perkerasan yang menggunakan bahan campuran beton bertulang, atau bahan-bahan yang bersifat kaku.
2. Perkerasan Lentur (*Flexibel Pavement*)
Perkerasan lentur yaitu perkerasan yang menggunakan bahan campuran aspal dari agregat atau bahan-bahan yang bersifat tidak lentur.

3. Perkerasan Komposit (*Composite Pavement*)

Perkerasan komposit yaitu perkerasan dengan memakai dua bahan, dengan maksud menggabungkan dua bahan yang berbeda yaitu aspal dan beton.

2.8.2 Kriteria Konstruksi Perkerasan Jalan

Konstruksi perkerasan jalan harus dapat memberikan rasa aman dan nyaman kepada pengguna jalan, oleh karena itu harus dipenuhi syarat sebagai berikut :

a. Syarat untuk lalu lintas

Adapun syarat untuk lalu lintas pada perkerasan jalan, antara lain :

1. Permukaan harus rata, tidak bergelombang, tidak melendut dan tidak berlubang.
2. Permukaan cukup kaku, tidak mudah mengalami deformasi akibat beban yang bekerja.
3. Permukaan cukup memiliki kekesatan sehingga mampu memberikan tahanan gesek yang baik antara ban kendaraan permukaan jalan.
4. Permukaan jalan tidak mengkilap (tidak menyilaukan jika terkena sinar matahari).

b. Syarat kekuatan struktural

Adapun syarat untuk lalu lintas pada perkerasan jalan, antara lain :

1. Ketebalan yang cukup sehingga mampu menyebarkan beban lalu lintas ke tanah dasar.
2. Kedap terhadap air sehingga air tidak mudah meresap ke lapisan di bawahnya.
3. Permukaan mudah mengalirkan air, sehingga air hujan yang ada di permukaan jalan dapat cepat dialirkan
4. Kekakuan untuk memikul beban yang bekerja tanpa menimbulkan deformasi permanen.

2.9 Perkerasan Kaku

Secara umum rigid pavement atau perkerasan kaku adalah jenis perkerasan jalan yang menggunakan beton sebagai bahan utama perkerasan tersebut,

merupakan salah satu jenis perkerasan jalan yang digunakan selain dari perkerasan lentur (asphalt). Perkerasan ini umumnya dipakai pada jalan yang memiliki kondisi lalu lintas yang cukup padat dan memiliki distribusi beban yang besar, seperti pada jalan-jalan lintas antar provinsi, jembatan layang (fly over), jalan tol, maupun pada persimpangan bersinyal. Jalan-jalan tersebut umumnya menggunakan beton sebagai bahan perkerasannya, namun untuk meningkatkan kenyamanan biasanya diatas permukaan perkerasan dilapisi asphalt.

Menurut manual desain perkerasan jalan No.04/SE/Db/2017 ada beberapa tipikal perkerasan kaku, yaitu:



Gambar 2.15 Tipikal Perkerasan Kaku Pada Permukaan Tanah Asli (*At Grade*)

(sumber : Manual desain perkerasan jalan No.04/SE/Db/2017)



Gambar 2.16 Tipikal Perkerasan Kaku Pada Timbunan

(sumber : Manual desain perkerasan jalan No.04/SE/Db/2017)



Gambar 2.17 Tipikal Perkerasan Kaku Pada Galian

(sumber : Manual desain perkerasan jalan No.04/SE/Db/2017)

2.9.1 Jenis Struktur Perkerasan Kaku

Berdasarkan buku pedoman Perencanaan perkerasan Jalan Beton Semen 2003, jenis struktur perkerasan kaku dibagi menjadi empat, yaitu:

1. Perkerasan beton semen bersambung tanpa tulangan
2. Perkerasan beton semen bersambung dengan tulangan
3. Perkerasan beton semen menerus dengan tulangan
4. Perkerasan beton semen pra-tegang.

2.9.2 Persyaratan Teknis Perencanaan Perkerasan Kaku

a. Tanah Dasar

Daya dukung tanah dasar ditentukan dengan pengujian CBR insitu sesuai dengan SNI 03-1731-1989 atau CBR laboratorium sesuai dengan SNI 03-1744-1989, masing-masing untuk perencanaan tebal perkerasan lama dan perkerasan jalan baru. Apabila tanah dasar mempunyai nilai CBR lebih kecil dari 2%, maka harus dipasang pondasi bawah yang terbuat dari beton kurus (*Lean-Mix Concrete*) setebal 15 cm yang dianggap mempunyai nilai CBR tanah dasar efektif 5%.

b. Pondasi Bawah

Bahan pondasi bawah dapat berupa:

- Bahan berbulir
- Stabilisasi atay dengan beton kurus giling padat (*lean rolled concrete*)
- Campuran beton kurus (*lean mix concrete*)

Lapis pondasi bawah perlu diperlebar sampai 60 cm diluar tepi perkerasan beton semen. Untuk tanah ekspansif perlu pertimbangan khusus perihal jenis dan penentuan lebar lapisan pondasi dengan memperhitungkan tegangan pengembangan yang mungkin timbul. Pemasangan lapis pondasi dengan lebar sampai ke tepi luar lebar jalan merupakan salah satu cara untuk mereduksi perilaku tanah ekspansif. Tebal lapisan pondasi minimum 10 cm yang paling sedikit mempunyai mutu

sesuai dengan SNI No. 03-6388-2000 dan AASHTO M-155 serta SNI 03-1743-1989. Bila direncanakan perkerasan beton semen bersambung tanpa ruji, pondasi bawah harus menggunakan campuran beton kurus (CBK).

Tujuan digunakannya lapis pondasi bawah pada perkerasan kaku adalah untuk menambah daya dukung tanah dasar, menyediakan lantai kerja yang stabil dan mendapatkan permukaan dengan daya dukung yang seragam. Lapis pondasi bawah juga dapat mengurangi lendutan pada sambungan-sambungan sehingga menjamin penyaluran beban melalui sambungan muai dalam waktu lama, menjaga perubahan volume lapisan tanah dasar akibat pemuaian atau penyusutan serta mencegah keluarnya air atau pumping pada sambungan atau tepi-tepi pelat beton.

c. Beton Semen

Kekuatan beton harus dinyatakan dalam nilai kuat tarik lentur (*flexural strength*) umur 28 hari, yang didapat dari hasil pengujian balok dengan pembebanan tiga titik (ASTM C-78) yang besarnya secara tipikal sekitar 3–5 MPa (30-50 kg/cm²).

Kuat tarik lentur beton yang diperkuat dengan bahan serat penguat seperti serat baja, aramit atau serat karbon, harus mencapai kuat tarik lentur 5–5,5 MPa (50-55 kg/cm²). Kekuatan rencana harus dinyatakan dengan kuat tarik lentur karakteristik yang dibulatkan hingga 0,25 MPa (2,5 kg/cm²) terdekat.

d. Lalu-Lintas

Penentuan beban lalu-lintas rencana untuk perkerasan beton semen, dinyatakan dalam jumlah sumbu kendaraan niaga (*commercial vehicle*), sesuai dengan konfigurasi sumbu pada lajur rencana selama umur rencana. Lalu-lintas harus dianalisis berdasarkan hasil perhitungan volume lalu-lintas dan konfigurasi sumbu, menggunakan data terakhir atau data 2 tahun terakhir. Kendaraan yang ditinjau untuk perencanaan perkerasan beton semen adalah yang mempunyai berat total minimum 5 ton. Konfigurasi sumbu untuk perencanaan terdiri atas 4 jenis kelompok sumbu sebagai berikut:

1. Sumbu tunggal roda tunggal (STRT).
2. Sumbu tunggal roda ganda (STRG).
3. Sumbu tandem roda ganda (STDRG).
4. Sumbu tridem roda ganda (STRRG).

e. Lajur Rencana Koefisien Distribusi

Lajur rencana merupakan salah satu lajur lalu lintas dari suatu ruas jalan raya yang menampung lalu-lintas kendaraan niaga terbesar. Jika jalan tidak memiliki tanda batas lajur, maka jumlah lajur dan koefisien distribusi (C) kendaraan niaga dapat ditentukan dari lebar perkerasan.

Tabel 2.11 Jumlah Lajur berdasarkan Lebar Perkerasan dan Koefisien Distribusi (C) Kendaraan Niaga pada Lajur Rencana

Lebar Perkerasan (L_o)	Jumlah Lajur (n_1)	Koefisien Distribusi	
		1 Arah	2 Arah
$L_o < 5,50$ m	1 lajur	1	1
$5,50 \text{ m} \leq L_o < 8,25$ m	2 lajur	0,70	0,50
$8,25 \text{ m} \leq L_o < 11,25$ m	3 lajur	0,50	0,475
$11,23 \text{ m} \leq L_o < 15,00$ m	4 lajur	-	0,45
$15,00 \text{ m} \leq L_o < 18,27$ m	5 lajur	-	0,425
$18,27 \text{ m} \leq L_o < 22,00$ m	6 lajur	-	0,40

(Sumber: Pd. T-14-2003)

f. Umur Rencana

Umur rencana perkerasan jalan ditentukan atas pertimbangan klasifikasi fungsional jalan, pola lalu-lintas serta nilai ekonomi jalan yang bersangkutan, yang dapat ditentukan antara lain dengan metode *Benefit Cost Ratio*, *Internal Rate of Return*, kombinasi dari metode tersebut atau cara lain yang tidak terlepas dari pola pengembangan wilayah. Umumnya perkerasan beton semen dapat direncanakan dengan umur rencana (UR) 20 tahun sampai 40 tahun.

g. Pertumbuhan Lalu Lintas

Volume lalu-lintas akan bertambah sesuai dengan umur rencana atau sampai tahap dimana kapasitas jalan dicapai dengan faktor pertumbuhan lalu-lintas.

Tabel 2.12 Faktor Pertumbuhan Lalu Lintas

Umur Rencana (Tahun)	Lajur Pertumbuhan (i) Per Tahun (%)					
	0	2	4	6	8	10
5	5	5,2	5,4	5,6	5,9	6,1
10	10	10,9	12	13,2	14,5	15,9
15	15	17,3	20	23,3	27,2	31,8
20	20	24,3	29,8	36,8	45,8	57,3
25	25	32	41,6	54,9	73,1	98,3
30	30	40,6	56,1	79,1	113,3	164,5
35	35	50	73,7	111,4	172,3	271
40	40	60,4	95	154,8	259,1	442,6

(Sumber: Pd. T-14-2003)

h. Lalu Lintas Rencana

Lalu-lintas rencana adalah jumlah kumulatif sumbu kendaraan niaga pada lajur rencana selama umur rencana, meliputi proporsi sumbu serta distribusi beban pada setiap jenis sumbu kendaraan. Beban pada suatu jenis sumbu secara tipikal dikelompokkan dalam interval 10 KN (1 ton) bila diambil dari survei beban.

i. Faktor keamanan beban

Pada penentuan beban rencana, beban sumbu dikalikan dengan faktor keamanan beban (FKB). Faktor keamanan beban ini digunakan berkaitan dengan adanya berbagai tingkat realibilitas perencanaan yang dipengaruhi oleh kendaraan dan muatan yang melintasi jalan tersebut, untuk perlu diperhatikan bahwa beban adalah salah satu penyebab terjadinya kerusakan jalan sebelum sampai masa rencana jalan yang akan dibangun pada daerah tersebut maka haruslah memperhatikan rencana kendaraan

dan faktor keamanan bebannya yang akan dibatasi pada subu terberat untuk kendaraan yang bisa melewati jalan tersebut. Faktor keamanan beban seperti dapat dilihat pada tabel 2.10.

Tabel 2.13 Faktor Keamanan Beban (F_{kb})

No.	Penggunaan	Nilai F _{kb}
1	Jalan bebas hambatan utama (<i>major freeway</i>) dan jalan berlajur banyak, yang aliran lalu lintasnya tidak terhambat serta volume kendaraan niaga yang tinggi. Bila menggunakan data lalu lintas dari hasil survey beban (<i>weight-in-motion</i>) dan adanya kemungkinan <i>route alternative</i> , maka nilai faktor keamanan beban dapat dikurangi menjadi 1,15	1,2
2	Jalan bebas hambatan (<i>freeway</i>) dan jalan arteri dengan volume	1,1
3	Jalan dengan volume kendaraan niaga rendah	1,0

(Sumber: Departemen Perumahan dan Prasarana Wilayah, 2003)

2.9.3 Sambungan

Terdapat beberapa tipe sambungan pada perkerasan kaku, antara lain:

- a. Sambungan pelaksanaan (*construction joint*).

Sambungan pelaksanaan merupakan sambungan yang memisahkan bagian-bagian pelat beton yang dicor pada waktu yang berbeda. Jadi, sambungan ini merupakan pertemuan antara beton yang dicor lebih awal dan sesudahnya.

- b. Sambungan muai (*expansion joint*).

Sambungan muai atau sambungan ekspansi berfungsi untuk memberikan ruang pemuaian pelat beton yang cukup di antara pelat-pelat perkerasan guna mencegah adanya tegangan tekan berlebihan yang dapat mengakibatkan perkerasan beton tertekuk.

- c. Sambungan susut (*contraction joint*).

Sambungan kontraksi/sambungan susut berguna untuk mengendalikan retak susut beton.

- d. Sambungan lengkung (*warping joint*) atau sendi (*hinge*)

Sambungan lengkung atau sendi digunakan dalam perkerasan beton untuk mengendalikan retak disepanjang sumbu dari perkerasan. Jenis

sambungan yang digunakan tergantung pada pengecoran pelat beton.

e. *Dowel*

Dowel adalah batang baja yang berfungsi sebagai alat penyalur beban antara dua pelat yang berdampingan.

2.9.4 Pola Sambungan

Pola sambungan pada perkerasan beton semen harus mengikuti batasan-batasan sebagai berikut:

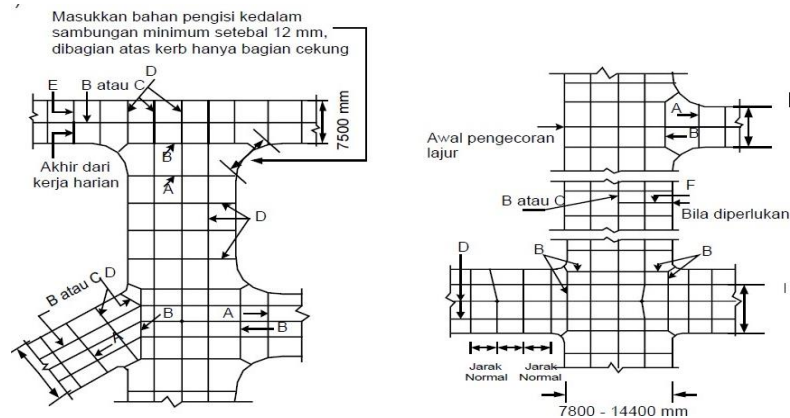
- a. Hindari bentuk panel yang tidak teratur. Usahakan bentuk panel persegi mungkin. Perbandingan maksimum panjang panel terhadap lebar adalah 1,25.
- b. Jarak maksimum sambungan memanjang 3 – 4 meter.
- c. Jarak maksimum sambungan melintang 25 kali tebal pelat, maksimum 5,0 meter.
- d. Semua sambungan susut harus menerus sampai kerb dan mempunyai kedalaman seperempat dan sepertiga dari tebal perkerasan masing-masing untuk lapis pondasi berbutir dan lapis stabilisasi semen.
- e. Antar sambungan harus bertemu pada satu titik untuk menghindari terjadinya retak refleksi pada lajur yang bersebelahan.
- f. Sudut antar sambungan yang lebih kecil dari 60 derajat harus dihindari dengan mengatur 0,5 m panjang terakhir dibuat tegak lurus terhadap tepi perkerasan.
- g. Apabila sambungan berada dalam area 1,5 meter dengan manhole atau bangunan yang lain, jarak sambungan harus diatur sedemikian rupa sehingga antara sambungan dengan *manhole* atau bangunan yang lain tersebut membentuk sudut tegak lurus. Hal tersebut berlaku untuk bangunan yang berbentuk bundar. Untuk bangunan berbentuk segi empat, sambungan harus berada pada sudutnya atau di antara dua sudut.
- h. Semua bangunan lain seperti *manhole* harus dipisahkan dari perkerasan dengan sambungan muai selebar 12 mm yang meliputi keseluruhan

tebal pelat.

- i. Perkerasan yang berdekatan dengan bangunan lain atau *manhole* harus ditebalkan 20% dari ketebalan normal dan berangsur-angsur berkurang sampai ketebalan normal sepanjang 1,5 meter.
- j. Panel yang tidak persegi empat dan yang mengelilingi *manhole* harus diberi tulangan berbentuk anyaman sebesar 0,15% terhadap penampang beton semen dan dipasang 5 cm di bawah permukaan atas. Tulangan harus dihentikan 7,5cm dari sambungan.

2.9.5 Penutup Sambungan

Penutup sambungan dimaksudkan untuk mencegah masuknya air dan atau benda lain ke dalam sambungan perkerasan. Benda-benda lain yang masuk ke dalam sambungan dapat menyebabkan kerusakan berupa gompal dan atau pelat beton yang saling menekan keatas (*blowup*).



Gambar 2.18 Detail Potongan Melintang Sambungan Perkerasan

(Sumber: Pd. T-14-2003)

Keterangan Gambar 2.5 :

A = Sambungan isolasi

B = Sambungan pelaksanaan memanjang

C = Sambungan susut memanjang

D = Sambungan susut melintang

E = Sambungan susut melintang yang direncanakan

F = Sambungan pelaksanaan melintang yang tidak direncanakan

2.9.6 Prosedur Perencanaan

Prosedur perencanaan perkerasan beton semen didasarkan atas dua model kerusakan yaitu:

- a. Retak fatik (lelah) tarik lentur pada pelat.
- b. Erosi pada pondasi bawah atau tanah dasar yang diakibatkan oleh lendutan berulang pada sambungan dan tempat retak yang direncanakan.

Prosedur ini mempertimbangkan ada tidaknya ruji pada sambungan atau bahu beton. Perkerasan beton semen menerus dengan tulangan dianggap sebagai perkerasan bersambung yang dipasang ruji. Data lalu-lintas yang diperlukan adalah jenis sumbu dan distribusi beban serta jumlah repetisi masing-masing jenis sumbu/kombinasi beban yang diperkirakan selama umur rencana.

2.10 Bangunan Pelengkap

Bangunan pelengkap jalan merupakan bagian dari jalan yang dibangun untuk memenuhi persyaratan kelancaran lalu lintas dan menghindari kerusakan yang mungkin terjadi pada permukaan jalan yang nantinya akan berdampak pada kenyamanan pemakai jalan.

2.10.1 Drainase

Drainase adalah prasarana yang berfungsi mengalirkan air permukaan ke badan air atau ke bangunan resapan buatan sedangkan drainase jalan adalah prasarana yang dapat bersifat alami ataupun buatan yang berfungsi untuk memutuskan dan menyalurkan air permukaan maupun bawah tanah, biasanya menggunakan bantuan gaya gravitasi yang terdiri atas saluran samping dan gorong-gorong ke badan air penerima atau tempat peresapan buatan, seperti: sumur resapan air hujan atau kolam darainase tampungan sementara. Menurut (Pd.T-02-2006-B) ada dua jenis drainase, antara lain:

1. Drainase permukaan
2. Drainase bawah permukaan

2.10.2 Desain Saluran Samping

Langkah perencanaannya adalah sebagai berikut :

- a. Menentukan frekuensi hujan rencana pada masa ulang T (tahun).

Untuk menentukan frekuensi curah hujan digunakan cara atau metode Gumbel. Cara ini digunakan apabila data curah hujan tersedia dengan lengkap, sehingga diperoleh perhitungan hujan rata-rata sesuai dengan jumlah tahun pengamatan.

- b. Waktu Konsentrasi (T_c)

Waktu Konsentrasi adalah waktu yang diperlukan oleh air hujan yang jatuh pada titik terjauh dalam suatu *catchment area* untuk menuju ke titik *outlet*. Waktu konsentrasi terbagi atas dua, yaitu (t_0 atau t_1) adalah waktu untuk mencapai awal saluran (*inlet*) dan (t_d atau t_2) waktu pengaliran dalam saluran.

- c. Intensitas hujan selama waktu konsentrasi

Curah hujan dalam jangka waktu pendek dinyatakan dalam intensitas, yaitu tinggi air per satuan waktu (mm/jam, mm/menit).

- d. Luas daerah pengaliran

Luas daerah tangkapan hujan (*catchment area*) pada perencanaan saluran samping jalan dan *culvert* adalah daerah pengaliran (*drainage area*) yang menerima curah hujan selama waktu tertentu (intensitas hujan), sehingga menimbulkan debit limpasan yang harus ditampung oleh saluran samping untuk dialirkan ke *culvert* atau ke sungai.

- e. Koefisien pengaliran

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

- f. Debit Limpasan

Debit limpasan adalah jumlah pengaliran limpasan yang masuk kedalam saluran samping.

- g. Perencanaan dimensi saluran samping

Bentuk penampang saluran samping yang akan didesain adalah bentuk

trapesium dengan kemiringan talud.

2.10.3 Gorong – gorong

Fungsi gorong-gorong adalah mengalirkan air dari sisi jalan ke sisi lainnya. Untuk itu desainnya harus juga mempertimbangkan faktor hidrolis dan struktur supaya gorong-gorong dapat berfungsi mengalirkan air dan mempunyai daya dukung terhadap beban lalu lintas dan timbunan tanah.

Mengingat fungsinya maka gorong-gorong disarankan dibuat dengan tipe konstruksi yang permanen (pipa/kotak beton, pasangan batu) dan desain umur rencana 10 tahun.

2.11 Manajemen Proyek

Manajemen proyek adalah suatu perencanaan, pelaksanaan, pengendalian, dan koordinasi suatu proyek dari mulai hingga berakhirnya proyek untuk menjamin pelaksanaan proyek secara tepat waktu, tepat biaya, dan tepat mutu.

2.11.1 RAB (Rencana Anggaran Biaya)

Rencana Anggaran Biaya merencanakan banyaknya biaya yang akan digunakan serta susunan pelaksanaannya. Dalam perencanaan anggaran biaya perlu dilampirkan analisa harga satuan bahan dari setiap pekerjaan agar jelas jenis-jenis pekerjaan dan bahan yang digunakan.

a. Perhitungan Volume Pekerjaan

Volume pekerjaan adalah jumlah keseluruhan dari banyaknya (kapasitas) suatu pekerjaan yang ada. Volume pekerjaan berguna untuk menunjukkan banyak suatu kuantitas dari suatu pekerjaan agar didapat harga satuan dari pekerjaan-pekerjaan yang ada didalam suatu proyek.

b. Perhitungan Produktifitas Kerja Aktual

Menghitung produksi kerja aktual (PKA) adalah menentukan angka perkiraan produksi kerja dengan mempertimbangkan semua faktor yang mempengaruhinya.

c. Perhitungan Biaya Sewa Alat

Dalam pekerjaan yang besar seperti pekerjaan konstruksi selalu digunakan alat berat. Untuk operasi dengan alat-alat berat harus dipertimbangkan biaya-biaya yang disediakan untuk penggunaan alat, waktu yang harus disesuaikan, keuntungan yang diperoleh dan pertimbangan lainnya. Biaya untuk alat berat dapat dihitung dengan perkiraan yang dapat dipertanggung jawabkan. Biaya tersebut yaitu terdiri dari :

- Biaya kepemilikan

Adalah biaya alat yang harus diperhitungkan selama alat yang bersangkutan dioperasikan, apabila alat tersebut milik sendiri

- Biaya operasi

Adalah biaya yang dikeluarkan selama alat tersebut digunakan. Biaya operasi ini meliputi bahan bakar, minyak pelumas, pergantian ban dan perbaikan atau pemeliharaan serta penggantian suku cadang khusus.

d. Analisa Harga Satuan

Analisa satuan harga adalah perhitungan-perhitungan biaya yang berhubungan dengan pekerjaan-pekerjaan yang ada dalam suatu proyek. Kegunaan dari satuan harga ini agar kita dapat mengetahui harga satuan dari tiap-tiap pekerjaan yang ada. Dari harga-harga yang terdapat di dalam analisa satuan harga ini nantinya akan didapat harga keseluruhan dari pekerjaan-pekerjaan yang ada yang akan digunakan sebagai dasar pembuatan rencana anggaran biaya

e. Perhitungan Rekapitulasi Biaya

Rekapitulasi biaya adalah biaya total yang diperlukan setelah menghitung dan mengalikan dengan harga satuan yang ada. Dalam rekapitulasi terlampir pokok-pokok pekerjaan beserta biayanya. Biasanya untuk pekerjaan yang dilaksanakan oleh Instansi Pemerintah dalam rekap tersebut sudah dimasukkan pajak serta keuntungan dari kontraktor.

2.11.2 Rencana Kerja

Rencana Kerja merupakan pengaturan waktu rencana kerja secara terperinci terhadap suatu *item* pekerjaan yang berpengaruh terhadap selesainya secara keseluruhan suatu proyek konstruksi. Adapun jenis-jenis Rencana kerja adalah:

a. *Network Planning* (NWP)

Dalam *Network planning* dapat diketahui adanya hubungan ketergantungan antara bagian-bagian pekerjaan satu dengan yang lain. Hubungan ini digambarkan dalam suatu diagram *network*, sehingga kita akan dapat mengetahui bagian-bagian pekerjaan mana yang harus didahulukan, pekerjaan mana yang menunggu selesainya. Pekerjaan lain atau pekerjaan mana yang tidak perlu tergesa-gesa sehingga orang dan alat dapat digeser ketempat lain.

Adapun kegunaan dari NWP ini adalah :

- Merencanakan, *scheduling* dan mengawasi proyek secara logis
- Memikirkan secara menyeluruh, tetapi juga secara mendetail dari proyek
- Mendokumentasikan dan mengkomunikasikan secara *scheduling* (waktu) dan alternatif-alternatif lain penyelesaiannya proyek dengan tambahan waktu
- Mengawasi proyek dengan lebih efisien, sebab hanya jalur-jalur kritis (*critical path*) saja yang perlu konsentrasi pengawasan ketat.

b. Barchart

Dalam dunia konstruksi, teknik penjadwalan yang paling sering digunakan adalah Barchart atau Diagram Batang atau Bagan Balok. Barchart berupa diagram batang yang dapat menunjukkan lamanya waktu pelaksanaan. Di samping itu dapat menunjukkan lamanya penggunaan suatu alat dan bahan yang diperlukan sehingga tidak saling mengganggu pelaksanaan pekerjaan

c. Kurva S

Kurva S adalah hasil plot dan Barchart, bertujuan untuk mempermudah melihat kegiatan-kegiatan yang masuk dalam suatu jangka waktu pengamatan progres pelaksanaan proyek (Callahan, 1992). Dibuat berdasarkan bobot setiap pekerjaan dan lama waktu yang diperlukan sampai akhir pekerjaan tersebut. Bobot pekerjaan merupakan persentase yang didapat dari perbandingan antara pekerjaan dengan harga total keseluruhan.

