BAB II

LANDASAN TEORI

2.1 Pengertian Jalan Raya

Jalan raya adalah:

1. Jalur-jalur tanah di atas permukaan bumi yang sengaja dibuat oleh manusia dengan bentuk, ukuran-ukuran dan konstruksinya sehingga dapat digunakan untuk menyalurkan lalu lintas orang, hewan dan kendaraan yang mengangkut barang-barang dari tempat yang satu ke tempat yang lainnya dengana cepat dan mudah. (Silvia Sukirman, 1994).
2. Prasarana transportasi darat yang meliputi segala bagian jalan, termasuk bangunan pelengkap dan perlengkapannya yang diperuntukkan bagi lalu lintas, yang ada di atas dipermukaan tanah, di bawah permukaan tanah dan/atau air, serta di atas permukaan air, kecuali jalan kereta api, jalan lori, dan jalan kabel.(Wilkimedia. Jalan Arteri.com).

Menurut Undang-undang No.38/2004 jalan pengertian jalan adalah:

1. Jalan adalah prasarana transportasi darat yang meliputi segala bagian jalan, termasuk bangunan pelengkap dan perlengkapannya yang diperuntukkan bagi lalu lintas, yang ada di atas dipermukaan tanah, di bawah permukaan tanah dan/atau air, serta di atas permukaan air, kecuali jalan kereta api, jalan lori, dan jalan kabel.

2. Jalan umum adalah jalan yang diperuntukkan bagi lalu lintas umum.
3. Jalan khusus adalah jalan yang di bangun oleh instansi, badan usaha, perseorangan, atau kelompok masyarakat untuk kepentingan sendiri.
4. Jalan tol adalah jalan umum yang merupakan bagian sistem jaringan jalan dan sebagai jalan nasional yang penggunannya diwajibkan membayar biaya tol.

2.2. Klasifikasi Jalan

2.2.1. Klasifikasi menurut fungsi jalan sesuai dengan Tata Cara Perencanaan Geometrik Jalan Antar Kota No.038/TBM/1997 terbagi atas:

1. Jalan Arteri: jalan yang melayani angkutan utama dengan ciri-ciri perjalanan jarak jauh, kecepatan rata-rata tinggi, dan jumlah jalan masuk dibatasi secara efisien.
2. Jalan Kolektor: jalan yang melayani angkutan pengumpul/pembagi dengan ciri-ciri perjalanan sedang, kecepatan rata-rata sedang dan jumlah jalan masuk dibatasi.
3. Jalan Lokal: jalan yang melayani angkutan setempat dengan ciri-ciri perjalanan jarak dekat, kecepatan rendah, dan jumlah jalan masuk tidak dibatasi.

2.2.2 Menentukan kelas jalan yang berdasarkan volume serta sifat lalu lintas dinyatakan dalam Satuan Mobil Penumpang (SMP) yang besarnya menunjukan jumlah lalu lintas harian rata-rata (LHR) untuk kedua jurusan:

1. LHR > 50.000 smp, termasuk jalan kelas I
2. LHR 30.000 smp sampai dengan 50.000 smp, termasuk jalan kelas II
3. LHR 10.000 smp sampai dengan 30.000 smp, termasuk jalan kelas III
4. LHR 1.000 smp sampai dengan 10.000 smp, termasuk jalan kelas IV
5. LHR 10.000 smp sampai dengan 100.000 smp, termasuk jalan kelas V

2.2.3 Klasifikasi Menurut Medan Jalan sesuai dengan Tata Cara Perencanaan Geometrik Jalan Antar Kota No.038/TBM/1997

1. Medan jalan diklasifikasikan berdasarkan kondisi sebagian besar kemiringan medan yang diukur tegak lurus garis kontur.
2. Klasifikasi menurut medan jalan untuk perencanaan geometrik dapat dilihat dalam tabel 2.1.

Tabel 2.1 *Klasifikasi Medan*

No	Jenis Medan	Notasi	Kemiringan Medan (%)
1	Datar	D	0 - 9,9 %
2	Perbukitan	B	10 – 24,9 %
3	Pegunungan	G	> 25,0 %

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

3. Keseragaman kondisi medan yang diproyeksikan harus mempertimbangkan keseragaman kondisi medan menurut rencana trase jalan dengan mengabaikan perubahan-perubahan pada bagian kecil dari segmen rencana jalan tersebut.

2.2.4 Klasifikasi Menurut Sistem Jaringannya

1. Jalan primer merupakan sistem jaringan jalan dengan peranan pelayanan distribusi barang dan jasa untuk pengembangan semua wilayah di tingkat nasional, dengan menghubungkan semua simpul jasa, distribusi yang berwujud pusat-pusat kegiatan.
2. Jalan sekunder merupakan jalan sitem jaringan jalan dengan peranan pelayanan distribusi barang dan jasa untuk masyarakat di dalam kawasan perkotaan.

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

1) Jalan Nasional/Jalan Negara
2) Jalan Propinsi/Jalan Tingkat I
3) Jalan Kabupaten/Jalan Tingkat II
4) Jalan Desa
5) Jalan Khusus/Toll

2.2.6 Menurut Jenis Konstruksi Perkerasannya

1. Konstruksi perkerasan lentur yaitu perkerasan yang menggunakan aspal sebagai bahan pengikat, lapisan-lapisan perkerasan bersifat memikul dan menyebarkan beban lalu lintas ke tanah.
2. Konstruksi perkerasan kaku yaitu perkerasan yang menggunakan semen sebagai bahan pengikat plat beton dengan atau tanpa tulangan diletakan

diatas tanah dasar dengan atau tanpa lapisan pondasi bawah. Beban lalu lintas sebagian besar dipikul oleh plat beton.

3. Konstruksi perkerasan komposit, perkerasan kaku dikombinasikan dengan perkerasan lentur. (Silvia Sukirman, 1994).

2.3. Perencanaan Geometrik Jalan

2.3.1 Faktor yang berpengaruh dalam perencanaan geometrik jalan.

1. Kendaraan rencana adalah kendaraan yang merupakan wakil dari kelompoknya, dipergunakan untuk merencanakan bagian-bagian dari jalan, (Silvia Sukirman, 1994).

   Kendaraan Rencana dan pengaruhnya terhadap perencanaan geometrik jalan :

   - Ukuran lebar.

     Mempengaruhi lebar lajur yang dibutuhkan.

   - Sifat Membelok.

     Mempengaruhi tingkat kelandaian yang dipilih.

   - Tinggi tempat duduk pengemudi.

     Mempengaruhi jarak pendangan pengemudi.

   Kendaraan Rencana mana yang akan dipilih sebagai dasar perencanaan geometrik jalan ditentukan oleh :

   - Fungsi jalan.
   - Jenis kendaraan dominan yang memakai jalan tersebut.
   - Biaya.

2. Kendaraan Rencana dikelompokan dalam 3 kategori:

   a. Kendaraan kecil, diwakili oleh mobil penumpang.

   b. Kendaraan sedang, diwakili oleh truk 3 as tandem atau bus besar 2 as.

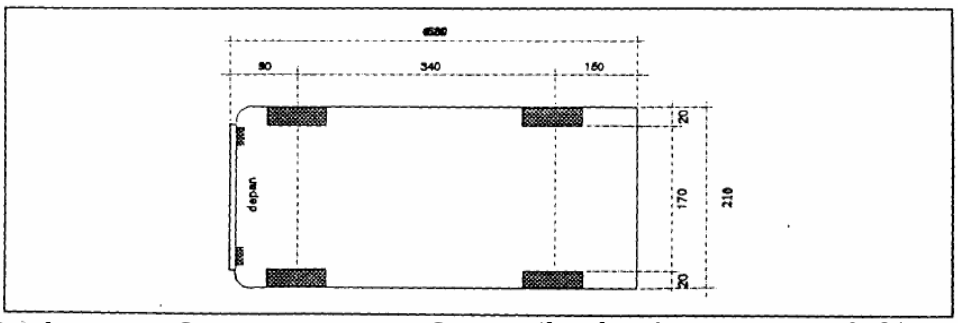
   c. Kendaraan besar, diwakili oleh truck – semi – trailer.

3. Dimensi dasar untuk masing-masing ketegori kendaraan rencana ditunjukan dalam tabel 2.2.

Tabel 2.2*Dimensi Kendaraan Rencana*

Kategori Kendaraan Rencana	Dimensi Kendaraan (cm)			Tonjolan (cm)		Radius Putar		Radius Tonjolan (cm)
	Tinggi	Lebar	Panjang	Depan	Belakang	Min	Max	
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

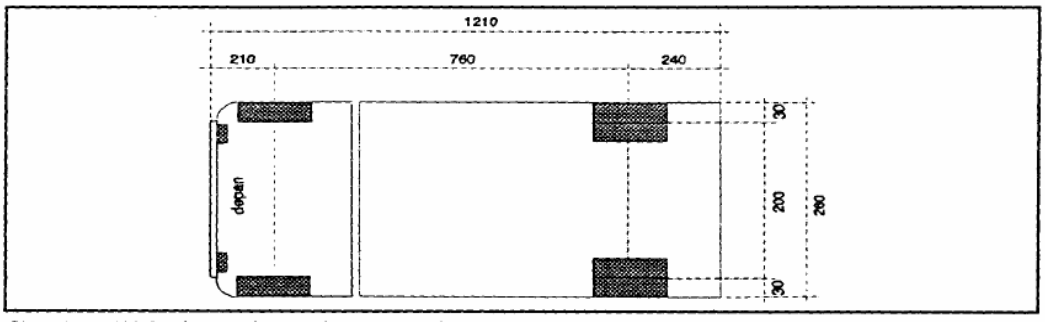
Sumber: Tata Cara Perencanaan Geometrik Jalan Antar Kota No.038/TBM/1997



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

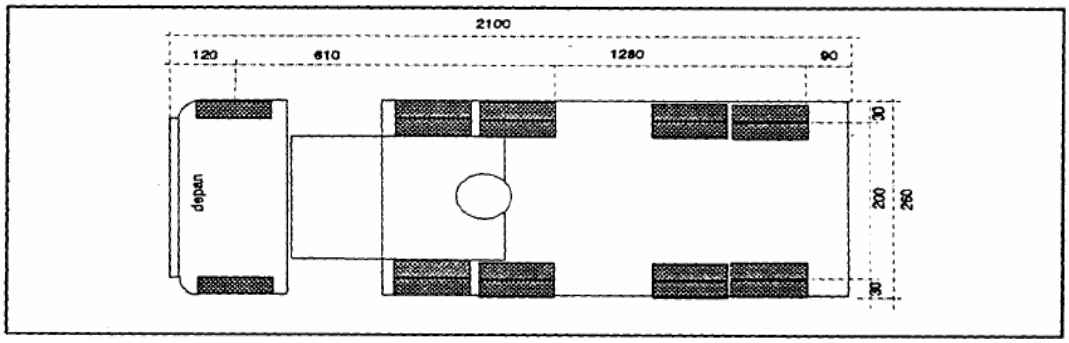
Gambar 2.1*Dimensi Kendaraan keciL*

Dimensi kendaraan fungsinya untuk menentukan lebar perkerasan yang akan di rencanakan



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

Gambar 2.2*Dimensi Kendaraan sedang*



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

Gambar 2.3*Dimensi Kendaraan Besar*

2.3.2 Satuan Mobil Penumpang**.**

a. SMP adalah angka satuan kendaraan dalam hal ini kapasitas jalan, dimana mobil penumpang ditetapkan memiliki satu SMP.

b. SMP untuk jenis-jenis kendaraan dan kondisi medan lainnya dapat dilihat tabel 2.3.

Tabel 2.3*Ekivalen Mobil Penumpang (emp)*

No.	Jenis Kendaraan	Datar/ Perbukitan	Pegunungan
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 Jalan Antar Kota No.038/TBM/1997

2.3.3 Volume Lalu Lintas**.**

Volume Lalu lintas adalah jumlah kendaraan yang melintasi satu titik pengamatan dalam suatu satuan waktu (hari, jam atau menit). Satuan volume lalu lintas yang umum digunakan sehubungan dengan penentuan jumlah dan lebarlajur adalah:

1. Volume Lalu Lintas Harian Rencana (VLHR) adalah prakiraan volume lalu lintas harian pada akhir tahun rencana lalu lintas dinyatakan dalam SMP/hari.
2. Volume Jam Rencana (VJR) adalah prakiraan volume lalu lintas pada jam sibuk tahun rencana lalu lintas, dinyatakan dalam SMP/jam, dihitung dengan rumus:

$$VJR = VLHR \times \frac{K}{F}$$

Dimana:

K (disebut faktor **K**), adalah faktor volume lalu lintas jam sibuk, dan

F (disebut faktor **F**), adalah faktor variasi tingkat lalu linta perseperempat jam dalam satu jam.

3. VJRdigunakan untuk menghitung jumlah lajur jalan dan fasilitas lalu lintas lainyang diperlukan.
4. Tabel 2.4 menyajikan faktor-**K** dan faktor-**F** yang sesuai dengan VLHR-nya.

Tabel 2.4*Penentuan faktor-K dan faktor-F berdasarkan Volume Lalu Lintas Harian Rata-Rata*

VLHR	FAKTOR-K (%)	FAKTOR-F (%)
> 50.000	4-6	0,9 - 1
30.000 - 50.000	6-8	0,8-1
10.000 - 30.000	6-8	0,8-1
5.000 - 10.000	8-10	01,6-0,8
1.000 - 5.000	10 - 12	0,6-0,8
< 1.000	12 - 16	<0,6

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

5. Kapasitas adalah jumlah kendaraaan maksimum yang dapat melewati suatu penampang jalan pada jalur jalan selama satu jam dengan kondisi serta arus lalu lintas tertentu.(Silvia Sukirman, 1994).

2.3.4 Kecepatan Rencana (VR)

Kecepatan Rencana pada suatu ruas jalan adalah kecepatan yang dipilih sebagai dasar perencanaan geometrik jalan yang memungkinkan kendaranaan-kendaraan bergerak dengan aman dan nyaman dalam kondisi cuaca yang cerah, lalu lintas yang lengang, dan pengaruh samping jalan yang tidak berarti. VR untuk masing-masing fungsi jalan dapat ditetapkan dari tabel 2.5.

Tabel 2.5*Kecepatan Rencana VR, sesuai klasifikasi fungsi dan klasifikasi medan jalan*

Fungsi	Kecepatan Rencana, VR Km/jam		
	Datar	Bukit	Pegunungan
Arteri	70-20	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 No.038/TBM/1997

2.3.5 Standar Perencanaan

Merupakan ketentuan dasar yang digunakan dalam merencanakan geometrik jalan adalah perencanaan geometrik luar kota 1990, yang tercantum dalam tabel 2.6.

Tabel 2.6*Standar Perencanaan Geometrik*

KLASIFIKASI JALAN	JALAN RAYA UTAMA	JALAN RAYA SEKUNDER			JALAN PENGHUBUNG
	I (A1)	II A (A2)	II B (B1)	II C (B2)	III
KLASSIFIKASI MEDAN	D B G	D B G	D B G	D B G	D B G
Lalu lintas harian rata- rata (smp)	> 20. 000	6.000 - 20.000	1500 - 8000	< 20.000	-
Kecepatan Rencana (km/jam)	120 100 80	100 80 60	80 60 40	60 40 30	60 40 30
Lebar Daerah Penguasaan min.(m)	60 60 60	40 40 40	30 30 30	30 30 30	20 20 20
Lebar Perkerasan (m)	Minimum 2 (2x3,75)	2x3.50 atau 2(2x3.50)	2x 3.50	2 x 3.00	3.50 - 6.00
Lebar Median minimum (m)	2	1.5	-	-	-
Lebar Bahu (m)	3.50 3.00 3.00	3.00 2.50 2.50	3.00 2.50 2.50	2.50 1.50 1.00	3.50 - 6.00
Lereng Melintang Perkerasan	2%	2%	2%	3%	4%
Lereng Melintang Bahu	4%	4%	6%	6%	6%
Jenis Lapisan Permukaan Jalan	Aspal beton (hot mix)	Aspal Beton	Penetrasi Berganda/ setaraf	Paling tinggi penetrasi tunggal	Paling tinggi pelebaran jalan
Miring tikungan maksimum	10%	10%	10%	10%	10%
Jari- jari lengkung minimum (m)	560 350 210	350 210 115	210 115 50	210 115 50	115 50 30
Landai Maksimum	3 % 5 % 6 %	4 % 6 % 7 %	5 % 7 % 8 %	6 % 8 % 10 %	6 % 8 % 10 %

Sumber : Peraturan Perencanaan Geometrik Jalan Raya, Dept. PU tahun 1997

2.4. Bagian-bagian Jalan (Undang-undang Jalan No 38 Tahun 2004)

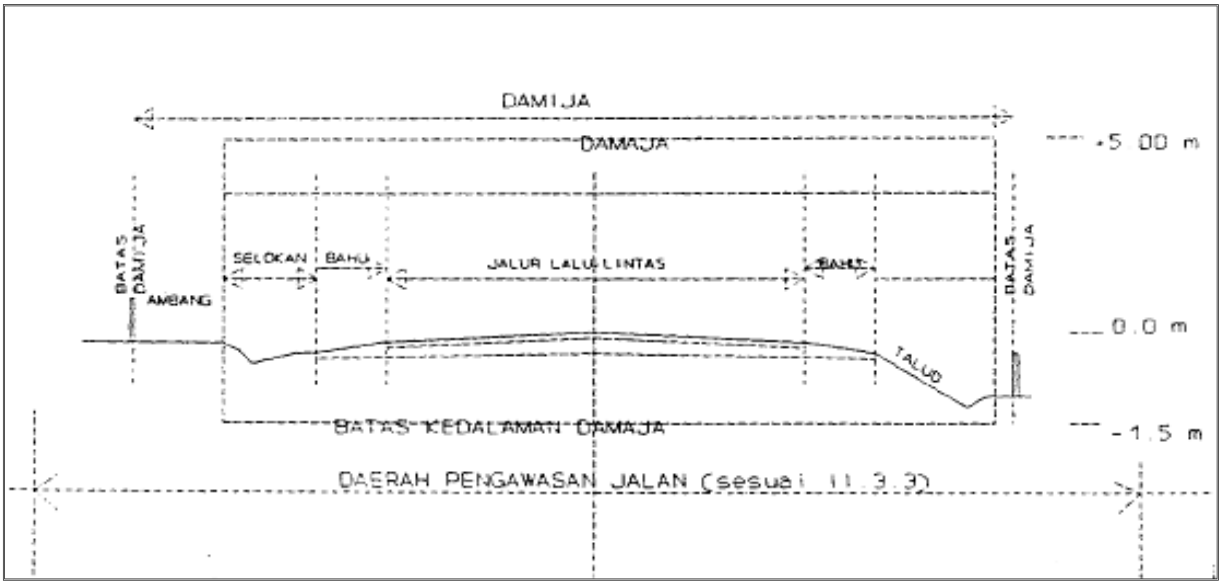
2.4.1 Daerah Manfaat Jalan (Damaja) dibatasi oleh (gambar 2.4):

a) Lebar antara batas ambang pengaman konstruksi jalan di kedua sisi jalan,

b) Tinggi 5 meter di atas permukaan perkerasan pada sumbu jalan, dan

c) Kedalaman ruang bebas 1,5 meter di bawah muka jalan.

Gambar 2.4 *Damaja, Dumija dan Dawasja di Lingkungan Jalan Antar Kota*



Sumber: Tata Cara Perencanaan Geometrik Jalan Antar Kota No.038/TBM/2004

2.4.2 Ruang Daerah Milik Jalan (DAMIJA)

Ruang Daerah Milik Jalan (DAMIJA) dibatasi oleh lebar yang sama dengan Damaja ditambah ambang pengaman konstruksi jalan dengan tinggi 5 meter dan kedalaman 1.5 meter(gambar 2.4).

2.4.3 Ruang Daerah Pengawas Jalan (DAWASJA)

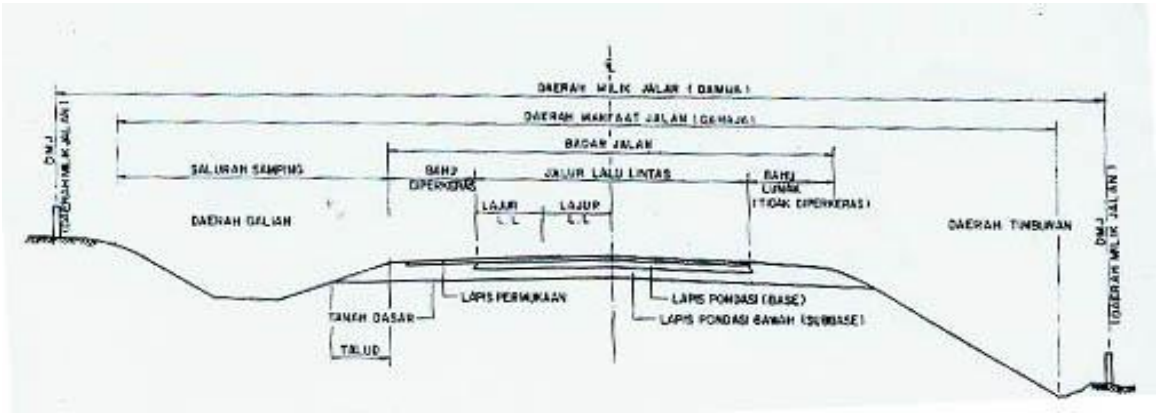
1. Ruang Daerah Pengawasan Jalan (DAWASJA) adalah ruang sepanjang jalan di luarDamaja yang dibatasi oleh tinggi dan lebar tertentu, diukur dari sumbu jalansebagai berikut (Lihat gambar 2.4):

   a. jalan Arteri minimum 20 meter,

   b. jalan Kolektor minimum 15 meter,

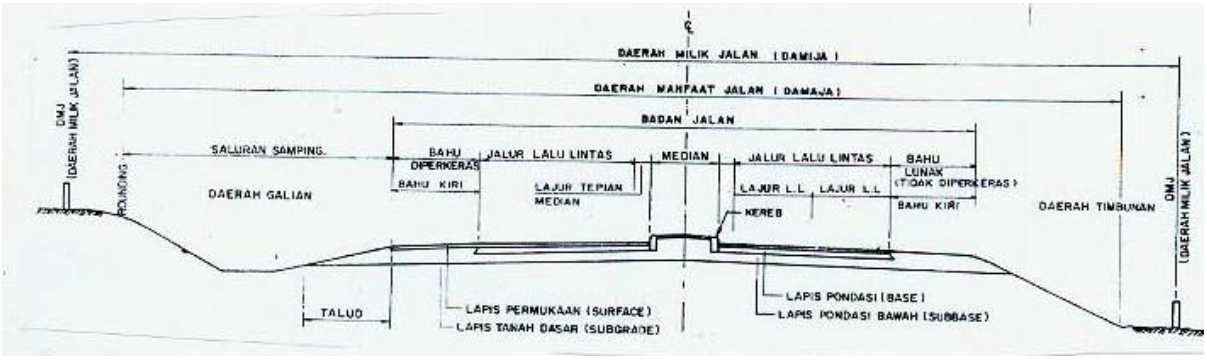
   c. jalan Lokal minimum 10 meter.

2. Untuk keselamatan pemakai jalan, Dawasja di daerah tikungan ditentukan oleh jarakpandang bebas.



Sumber : Silvia Sukirman,2004

Gambar 2.5*Penampang Melintang Jalan Tanpa Median*



Sumber : Silvia Sukirman,2004

Gambar 2.6. *Penampang Melintang Jalan Dengan Median*

2.4.4 Jalur Lalu Lintas

1. Jalur lalu lintas adalah bagian jalan yang dipergunakan untuk lalu lintas kendaraan yang secara fisik berupa perkerasan jalan dan batas lalu lintas meliputi:
   a. Bahu
   b. Trotoar
2. Jalur lalu lintas dapat terdiri atas beberapa lajur
3. Jalur lalu lintas dapat terdiri atas beberapa tipe yaitu:
   a. 1 jalur – 2 lajur – 2 arah (2/2 TB)
   b. 1 jalur – 2 lajur – 1 arah (2/1 TB)
   c. 2 jalur – 4 lajur – 2 arah (4/2 B)
   d. 2 lajur – n lajur – 2 arah (n 12 B)

   dimana:

   n = Jumlah
   TB = tidak terbagi
   B = terbagi
4. Lebar Jalur yaitu:
   a. Lebar jalur sangat ditentukan oleh jumlah dan lebar lajur peruntukannya yang sesuai dengan lebar jalur dan bahu jalan sesuai VLHR.
   b. Lebar jalur minimum adalah 4,5 m, memungkinkan 2 kendaraan kecil saling berpapasan. Papasan dua kendaraan besar yang terjadi sewaktu-waktu dapat menggunakan bahu jalan.

Tabel 2.7 *Penentuan Lebar Jalur dan bahu Jalan*

VLHR (smp/hari)	ARTERI				KOLEKTOR				LOKAL			
	Ideal		Minimum		Ideal		Minimum		Ideal		Minimum	
	Lebar Jalur (m)	Lebar Bahu (m)	Lebar Jalur (m)	Lebar Bahu (m)	Lebar Jalur (m)	Lebar Bahu (m)	Lebar Jalur (m)	Lebar Bahu (m)	Lebar Jalur (m)	Lebar Bahu (m)	Lebar Jalur (m)	Lebar Bahu (m)
<3.000	6,0	1,5	4,5	1,0	6,0	1,5	4,5	1,0	6,0	1,0	4,5	1,0
3.000-10.000	7,0	2,0	6,0	1,5	7,0	1,5	6,0	1,5	7,0	1,5	6,0	1,0
10.001-25.000	7,0	2,0	7,0	2,0	7,0	2,0	**)	**)	-	-	-	-
>25.000	2n×3,5*)	2,5	2×7,0*)	2 0	2n×3,5*)	2,0	**)	**)	-	-	-	-

Keterangan: **)= Mengacu pada persyaratan ideal
*) = 2 jalur terbagi, masing – masing n × 3, 5m, di mana n= Jumlah lajur per jalur
- = Tidak ditentukan

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

2.4.5 Lajur

1. Lajur adalah bagian jalur lalu lintas yang memanjang, dibatasi oleh marka lajur jalan,memiliki lebar yang cukup untuk dilewati suatu kendaraan bermotor sesuai kendaraanrencana.
2. Lebar lajur tergantung pada kecepatan dan kendaraan rencana, yang dalam hal inidinyatakan dengan fungsi dan kelas jalan seperti ditetapkan dalam Tabel 2.8.
3. Jumlah lajur ditetapkan dengan mengacu kepada MKJI berdasarkan tingkat kinerjayang direncanakan, di mana untuk suatu ruas jalan

dinyatakan oleh nilai rasio antaravolume terhadap kapasitas yang nilainya tidak lebih dari 0.80.

4. Untuk kelancaran drainase permukaan, lajur lalu lintas pada alinemen lurus memerlukan kemiringan melintang normal sebagai berikut (lihat Gambar 2.7):

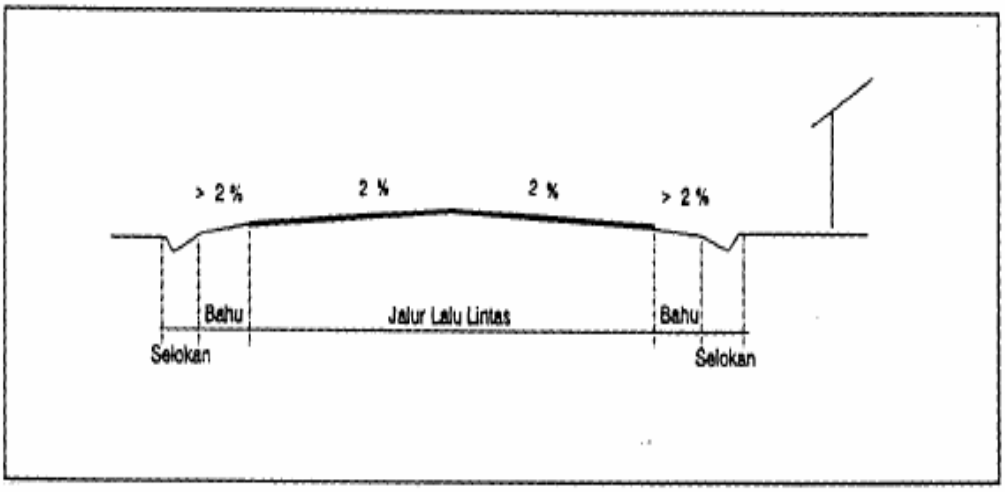
   a. 2-3% untuk perkerasan aspal dan perkerasan beton;

   b. 4-5% untuk perkerasan kerikil

Tabel 2.8 *Lebar Lajur Jalan Ideal*

FUNGSI	KELAS	LEBAR LAJUR IDEAL (m)
Arteri	I II, 111 A	3,75 3,50
Kolektor	III A. III B	3.00
Lokal	III C	3.00

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

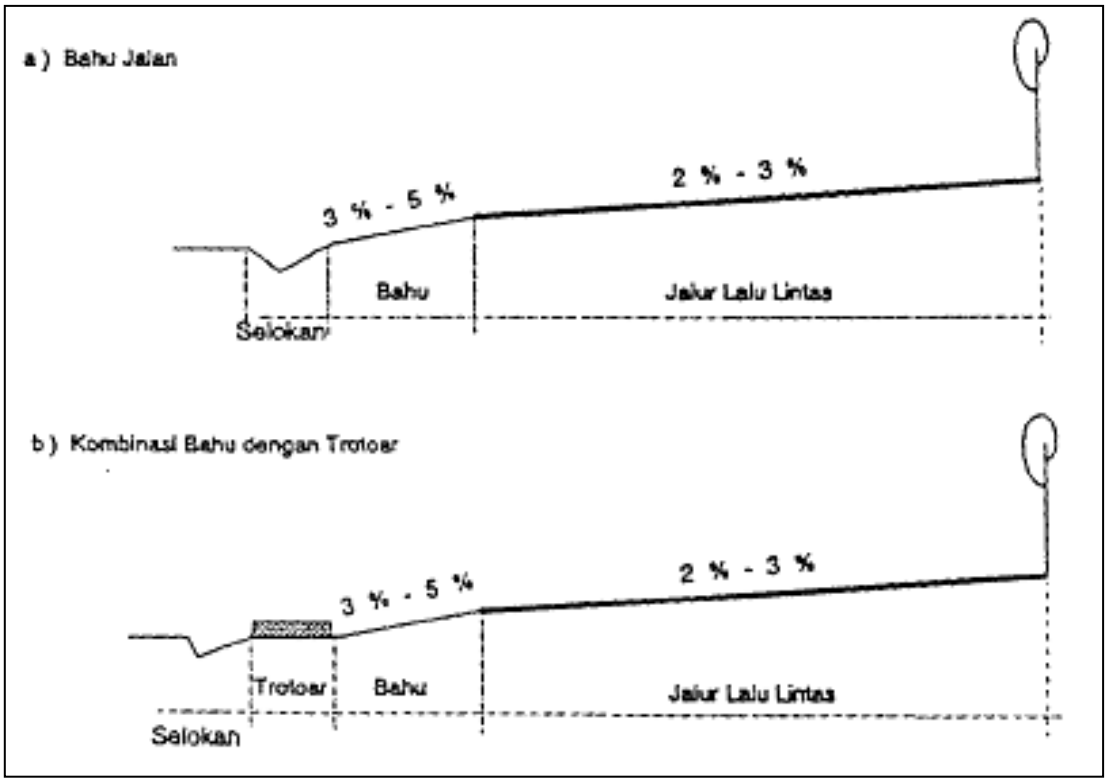


Gambar 2.7*Kemiringan Melintang Jalan normal*

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

2.4.6 Bahu Jalan

1. Bahu Jalan adalah bagian jalan yang terletak di tepi jalur lalu lintas dan harusdiperkeras (lihat Gambar 2.8).
2. Fungsi bahu jalan adalah sebagai berikut:
   a. Lajur lalu lintas darurat, tempat berhenti sementara, dan atau tempat parkir darurat;
   b. Ruang bebas samping bagi lalu lintas; dan
   c. Penyangga sampai untuk kestabilan perkerasan jalur lalu lintas.
3. Kemiringan bahu jalan normal antara 3 – 5 %
4. Lebar bahu jalan dapat dilihat dalam tabel2.7.



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

Gambar 2.8*Bahu Jalan*

1. Pengaman Tepi

Pengaman tepi bertujuan untuk memberikan ketegasan tepi badan jalan, mencegah kendaraan keluar dari badan jalan. Umumnya digunakan sepanjang jalan menyusuri jurang, tikungan yang tajam , pada tepi – tepi jalan dengan tinggi timbunan lebih besar dari 2,50 m seta jalan – jaln dengan kecepatan tinggi.

Jenis - jenis pengaman tepi:

a. Pengaman tepi dari besi
b. Pengaman tepi dari beton dipergunakan pada jalan dengan kecepatan rencana 80 – 100 km/jm
c. Pengaman tepi dari batu kali,Tipe ini dikaitkan terutama untuk keindahan (estetika) dan digunakan pada jalan dengan kecepatan rencana < 60 km/jm

2.4.7 Fasilitas Pejalan Kaki

1. Fasilitas pejalan kaki memisahkan pejalan kaki dari lajur lalu lintas kendaraan guna menjamin keselamatan pejalan kaki dan kelancaran lalu lintas.
2. Jika fasilitas pejalan kaki diperlukan maka perencanaannya mengacu kepada standar Perencanaan geometrik untuk Jalan perkotaan, Direktorat Jendral Bina Marga, Maret 1992.

2.5. Jarak Pandang

Jarak Pandang adalah suatu jarak yang diperlukan oleh seorang pengemudi pada saat mengemudi sedemikian sehingga jika pengemudi melihat suatu halangan yang membahayakan, pengemudi dapat melakukan sesuatu untuk menghidari bahaya tersebut dengan aman. Dibedakan dua

Jarak Pandang, yaitu Jarak Pandang Henti (Jh) dan Jarak Pandang Mendahului (Jd).

2.5.1 Jarak Pandang Henti (Jh)

Jh adalah jarak minimum yang diperlukan oleh setiap pengemudi untuk menghentikan kendaraannya dengan aman begitu melihat adanya halangan di depan. Setiap titik disepanjang jalan harus memenuhi Jh.Jh diukur berdasarkan asumsi bahwa tinggi mata pengemudi adalah 105 cm dan tinggi halangan 15 cm diukur dari permukaan jalan.

Jh terdiri atas 2 elemen jarak, yaitu:

a. Jarak tanggap (Jht) adalah jarak yang ditempuh oleh kendaraan sejak pengemudi
   1. Melihatsuatuhalangan yang menyebabkaniaharusberhentisampaisaat.
   2. Pengemudi menginjak rem; dan
b. Jarak pengereman (Jh,) adalah jarak yang dibutuhkan untuk menghentikan
   1. Kendaraan sejak pengemudi menginjak rem sampai kendaraan berhenti.

Jh, dalam satuan meter, dapat dihitung dengan rumus:

$$J_h = \frac{V_R}{3,6}\ T + \frac{(\frac{V_r}{3,6})^2}{2gf} \quad \text{.....2.1}$$

di mana :

V*R* = kecepatan rencana (km/jam)

T = waktu tanggap, ditetapkan 2,5 detik

g = percepatan gravitasi, ditetapkan 9,8 m/det2

f = koefisien gesek memanjang perkerasan jalan aspal, ditetapkan 0,35-0,55.

Persamaan (2.1) disederhanakan menjad

$$JB_{hB} = 0,694\ VB_{RB} + 0,004\ \frac{V_{R^2}}{F}$$ .....(2.2)

Tabel 1.9 berisi J*h* minimum yang dihitung berdasarkan persamaandengan pembulatan-pembulatan untuk berbagai $\mathbf{V_R}$.

Tabel 2.9.Jarak Pandang Henti (Jh) Minmum

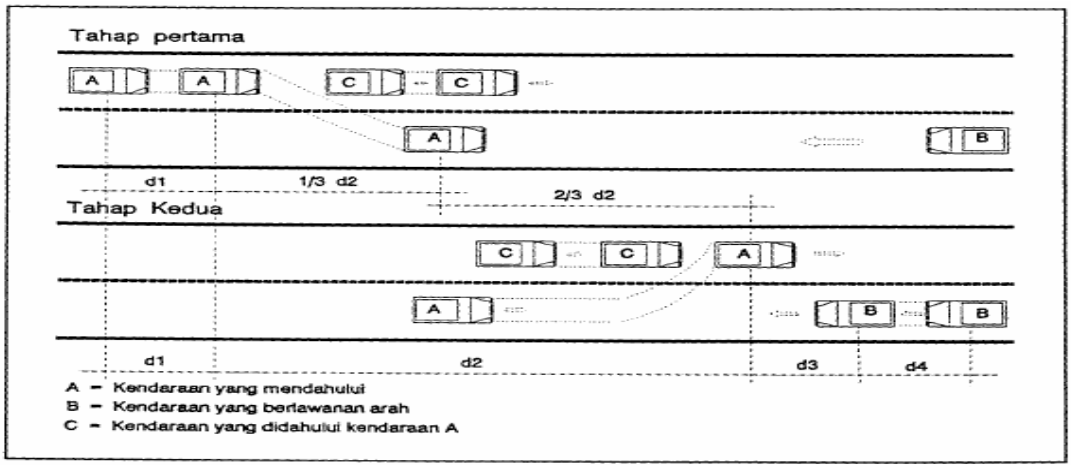
V_R, km/jam	120	100	80	60	50	40	30	20
J_h minimum (m)	250	175	120	75	55	40	27	16

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

2.5.2 Jarak Pandang Mendahului

a. Jd adalah jarak yang memungkinkan suatu kendaraan mendahului kendaraan lain di depannya dengan aman sampai kendaraan tersebut kembali ke lajur semula (lihat Gambar 2.9).

b. Jd diukur berdasarkan asumsi bahwa tinggi mata pengemudi adalah 105 cm dan tinggi halangan adalah 105 cm.



Gambar 2.10 *Jarak Pandang Mendahului*
Sumber: Tata Cara Perencanaan Geometrik Jalan Antar Kota No.038/TBM/1997

c. Jd, dalam satuan meter ditentukan sebagai berikut:

$$Jd = dl + d2 + d3 + d4 \quad \text{……(2.3)}$$

dimana :

d1 = jarak yang ditempuh selama waktu tanggap (m),

d2 = jarak yang ditempuh selama mendahului sampai dengan kembali ke lajursemula (m),

d3 = jarak antara kendaraan yang mendahului dengan kendaraan yangdatang dari arah berlawanan setelah proses mendahului selesai (m),

d4 = jarak yang ditempuh oleh kendaraan yang datang dari arah berlawanan, yang besarnya diambil sama dengan 213 d2 (m).

d. Jd yang sesuai dengan VR ditetapkan dari Tabel 2.10

Tabel 2.11.*Panjang Jarak Pandang Mendahului*

V_R (km/jam)	120	100	80	60	50	40	30	20
J_d(m)	800	670	550	350	250	200	15	100

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

e. Daerah mendahului harus disebar di sepanjang jalan dengan jumlah panjang minimum 30% dari panjang total ruas jalan tersebut.

2.6. Daerah Bebas Samping Di Tikungan

1. Daerah bebas samping di tikungan adalah ruang untuk menjamin kebebasan pandang di tikungan sehingga J*h* dipenuhi.

2. Daerah bebas samping dimaksudkan untuk memberikan kemudahan pandangan di tikungan dengan membebaskan obyek-obyek penghalang sejauh E (m), diukur dari garis tengah lajur dalam sampai obyek penghalang pandangan sehingga persyaratan J*h* dipenuhi.
3. Daerah bebas samping di tikungan dihitung berdasarkan rumus-rumus sebagai berikut:

   a. Jika J*h*<L*t :*

$$E = R\left\{1 - \cos\left(\frac{90^\circ J_h}{\pi R}\right)\right\} \quad \text{.....(2.4)}$$

   b. Jika Jh>Lt :

$$E = R\left\{1 - \cos\left(\frac{90^\circ J_h}{\pi R}\right)\right\} + \frac{1}{2}(J_h - L_t)\sin\left(\frac{90^\circ J_h}{\pi R}\right) \quad \text{.....(2.5)}$$

di mana:

R = Jari jari tikungan (m)

Jh = Jarak pandang henti (m)

Lt = Panjang tikungan (m)

Tabel 2.11 berisi nilai E, dalam satuan meter, yang dihitung menggunakan persamaan (2.5) dengan pembulatan-pembulatan untuk Jh<Lt. Tabel tersebut dapat dipakai untuk menetapkan E.

Tabel 2.11.*E (m) untuk Jh<LI, VR (km/jam) dan Jh (m)*

R (m)	V_R=20	30	40	50	60	80	100	120
	J_h=16	27	40	55	75	120	175	250
5000								1.6
3000								2,6
2000							1.9	3.9
1500							2.6	5.2
1200						1,5	3,2	6,5
1000						1,8	3,8	7.8
800						2,2	4,8	9,7
600						3.0	6,4	13.0
500						3,6	7,6	15,5
400					1,8	4,5	9,5	R_{min}=500
300					2,3	6,0	R_{min}=350	
250				1.5	2.8	7.2		
200				1,9	3,5	R_{min}=210		
175				2.2	4.0			
150				2.5	4,7			
130			1.5	2.9	5.4			
120			1,7	3,1	5.8			
110			1,8	3,4	R_{min}=115			
100			2.0	3.8				
90			2.2	4.2				
80			2.5	4.7				
70		1,5	2,8	R_{min}=80				
60		1.8	3.3					
50		2.3	3.9					
40		3,0	R_{min}=50					
30		R_{min}=30						
20	1.6							
15	2,1							
	R_{min}=15							

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

Tabel 2.12 .*E (m) untuk Jh>L, VR (km/jam) dan Jh (m), di mana Jh-Lt 25 m*

R(m)	V_R=20	30	40	50	60	80	100	120
	J_h=16	27	40	55	75	120	175	250
6000								1,6
5000								1.9
3000							1.6	3.1
2000							2,5	4,7
1500						1.5	3,3	6,2
1200						2.1	4.1	7,8
1000						2.5	4.9	9.4
800					1,5	3,2	6,1	11,7
600					2.0	4.2	8.2	15.6
500					2.3	5.1	9.8	18.6
400				1,8	2,9	6,4	12,2	R_{min}=500
300			1,5	2,4	3,9	8,5	R_{min}=350	
250			1,8	2,9	4,7	10,1		
200			2,2	3,6	5,8	R_{min}=210		
175		1.5	2.6	4.1	6.7			
150		1.7	3.0	4.8	7.8			
130		2.0	3.5	5.5	8.9			
120		2.2	3.7	6.0	9.7			
110		2.4	4.1	6.5	R_{min}=115			
100		2,6	4,5	7,2				
90	1,5	2.9	5.0	7.9				
80	1.6	3.2	5.6	8.9				
70	1,9	3,7	6,4	R_{min}=80				
60	2,2	4,3	7,4					
50	2.6	5.1	8.8					
40	3,3	6,4	R_{min}=50					
30	4.4	8.4						
20	6.4	R_{min}=30						
15	8,4							
	R_{min}=15							

)

Tabel 2.13.*E (m) untuk Jh>Lt, VR (km/jam) dan Jh (m), di mana J.-L,=50 m*

R (m)	V_R=20	30	40	50	60	80	100	120
	J_h=16	27	40	55	75	120	175	250
6000								1,8
5000								2,2
3000							2,0	3,6
2000						1.6	3.0	5,5
1500						2,2	4.0	7,3
1200						2,7	5.0	9,1
1000					1.6	3,3	6.0	10,9
800					2,1	4,1	7,5	13,6
600				1.8	2,7	5,5	10.0	18,1
500				2,1	3,3	6,6	12,0	[illegible]
400			1,7	2,7	4,1	8,2	15,0	R_{min}=500
300			2,3	3,5	5,5	10,9	R_{min}=350	
250		1.7	2.8	4.3	6.5	13,1		
200		2,1	3,5	5,3	8,2	R_{min}=210		
175		2,4	4,0	6,1	9,3			
150	1,5	2,9	4,7	7,1	10,8			
130	1,8	3,3	5,4	8,1	12,5			
120	1,9	3,6	5,8	8,8	13,5			
110	2,1	3,9	6,3	9,6	R_{min}=115			
100	2,3	4,3	7,0	10,5				
90	2,6	4,7	7,7	11,7				
80	2,9	5,3	8,7	13,1				
70	3,3	6,1	9,9	R_{min}=80				
60	3,9	7,1	11,5					
50	4,6	8,5	13,7					
40	5,8	10.5	R_{min}=50					
30	7,6	13,9						
20	11,3	R_{min}=30						
15	14,8							
	R_{min}=15							

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

2.7. ALINEMEN HORISONTAL

Alinyemen horizontal adalah proyeksi sumbu jalan pada bidang horizontal atau dikenal dengan nama trasse jalan , yang terdiri dari garis – garis lurus yang dihubungkan deengan garis – garis lengkung .

Alinyemen horisontal terdiri atas bagian lurus dan bagian lengkung (disebut juga tikungan). Perencanaan geometri pada bagian lengkung dimaksudkan untuk mengimbangi gaya sentrifugal yang diterima oleh kendaraan yang berjalan pada kecepatan VR. Untuk keselamatan pemakai jalan, jarak pandang dan daerah bebas samping jalan harus diperhitungkan.

2.7.1. 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). Panjang bagian lurus dapat ditetapkan dari Tabel 2.14.

Tabel 2.14.*Panjang Bagian Lurus Maksimum*

Fungsi	Panjang Bagian Lurus Maximum		
	Datar	Perbukitan	Pegunungan
Arteri	3.000	2.500	2.000
Kolektor	2.000	1.750	1.500

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

2.7.2. Tikungan

1. Gaya Sentrifugal

Kendaraan yang bergerakpada lengkung horizontal akan mengalami gaya sentrifugal yang mendorong kendaraan secara radial keluar dari jalur jalanya, untuk dapat mempertahankan kendaraan tetap pada sumbu jalanya,maka diperlukan adanya gaya yang dapat mengimbangi agar terjadi suatu keseimbangan yaitu :

a. Gaya gesekan melintang atara ban kendaraan dengan permukaan jalan
b. Komponen berat kendaraan akibat kemiringan melintang permukaan jalan

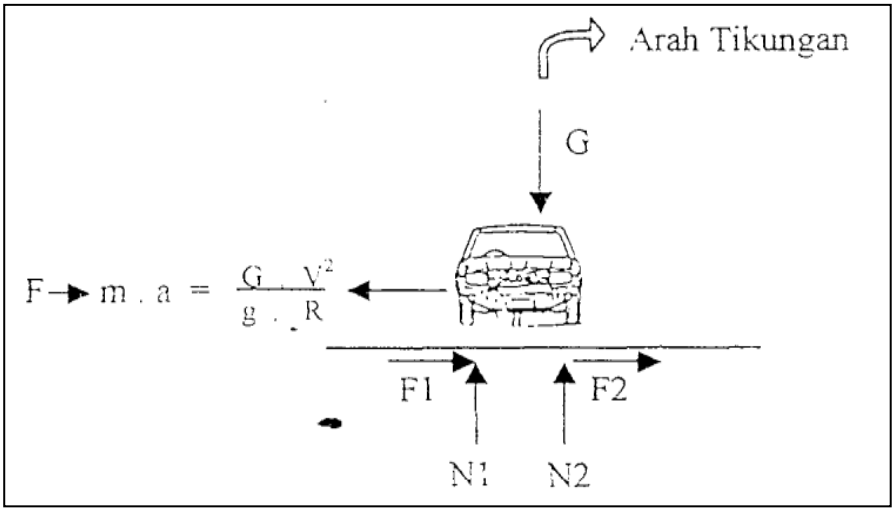
Hubungan antar kecepatan kendaraan dan besarnya tikungan ditentukan menurut ketentuan keseimbangan adalah besarnya gaya sentrifugal

yang timbul diimbangi oleh gaya yang berdasar dari gaya gesekan melintang antara ban kendaraan permukaan jalan komponen berat kendaran akan kemiringan melintang permukaan jalan.

Hubungan antara kecepatan kendaraan dan besarnya tikungan ditentukan menurut ketentuan – ketentuan kesetimbangan adalah sebagai berikiut:

a. Perkerasan jalan tidak perlu dimiringkan

Gambar 2.11 *Perkerasan Jalan Tidak Dimiringkan*



Sumber: Silvia Sukirman 1994

Dapat dinyatakan:

$$\frac{GV^2}{gR} = (f1 + f2) . (N1 + \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots(2.6)$$

Dimana (F1 + f2) Bila menyatakan dengan koefisien gesekan (fm) dan gaya normal antara perkerasaan ban (N1 + N2) = G

Maka:

$$\frac{GV^2}{gR} = G . fm \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots(2.7)$$

$$\text{fm} = \frac{V^2}{gR} = \frac{V^2}{gR} = \frac{Km/Jm}{9.81m/dt^2m} = \frac{(1000m)^2/(3600dt)}{9.81m/dt^2m}$$

Jadi:

$$\text{fm} = \frac{V^2}{127.R'} \quad \text{.....} \quad (2.8)$$

$$\text{R} = \frac{V^2}{127.fm} \quad \text{.....} \quad (2.9)$$

Dimana:

V = Kecepatan kendaraan (km/jam)

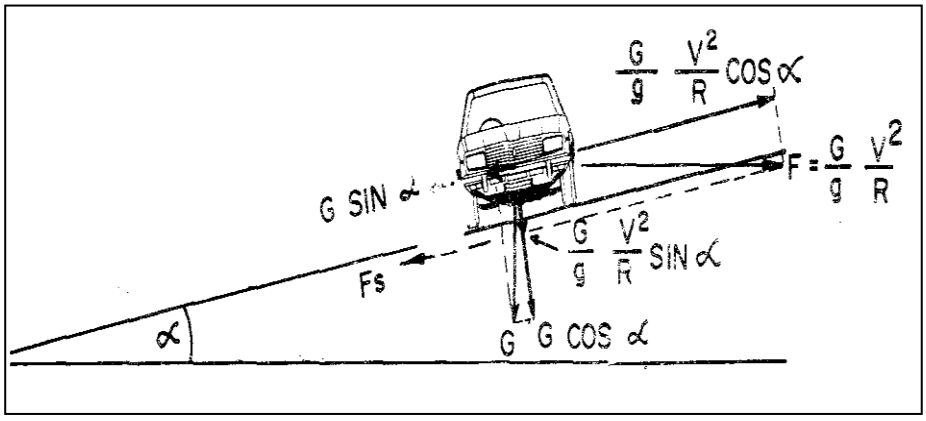
G = Gaya gravitasi (m/dt)

fm = Koefisien Gesekan

R = Jari lengkung lintasan (m)

b. Perkerasan diberikan kemiringkan sebesar "e"

Gambar 2.12*Perkerasan Jalan Diberikan Kemiringan Sebesar "e"*



Sumber: Silvia Sukirman 1994

Rumus :

$$\text{G } sin\ \alpha + \text{Fs} = \frac{GV^2}{gR} cos\ \alpha \quad \text{.....} \quad (2.10)$$

$$G \sin\alpha + f\left(G\cos\alpha + \frac{GV^2}{gR}\sin\alpha\right) = \frac{GV^2}{gR}\cos\ldots\ldots\ldots\ldots; \quad \ldots\ldots\ldots\ldots (2.11)$$

$$G \sin\alpha + f\,G\cos\alpha = \frac{GV^2}{gR}\left(\cos\alpha - f\sin\alpha\right)\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (2.12)$$

$$G\,\frac{\sin\alpha}{\cos\alpha} + f\,G\,\frac{GV^2}{gR}\left(1 - f\,\mathrm{tg}\,\alpha\right)\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (2.13)$$

Bila : e = tg α

$$G\,\frac{\sin\alpha}{\cos\alpha} + f\,G\,\frac{GV^2}{gR}\left(1 - e\,f\right)\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (2.14)$$

$$\frac{e+f}{1-ef} = \frac{V^2}{gR}\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (2.15)$$

Karena nilai ef itu kecil, maka dapat diabaikan menjadi rumus umum untuk lengkung horizontal adalah:

$$e + f = \frac{V^2}{gR}\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (2.16)$$

Jika V dinyatakan dalam km/jam, g = 9,81 m/dt, dan R dalam m maka diperoleh:

$$e + f = \frac{V^2}{127R}$$

$$R = \frac{V^2}{127(e+f)}\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (2.17)$$

(Sumber : Silvi Sukirman,1999)

2. Bentuk Bagian Lengkung Dapat Berupa:

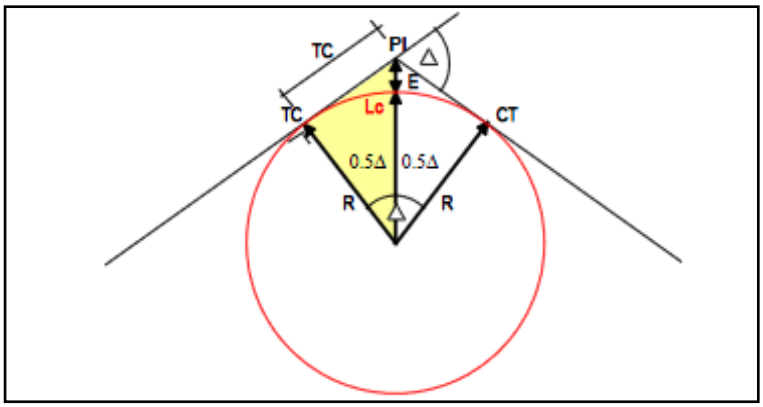
a. Full Circle (Fc);

b. Bentuk circle bergantung kepada besarnya R (radius) dan kecepatan rencana, sedangkan batasan dimana diperbolehkan menggunakan full circle adalah seperti daftar dibawah ini.

Tabel 2.15*Jari-jari Lengkung terhadap Kecepatan Rencana*

Kecepatan Rencana (Km/jam)	Jari – Jari Lengkung (m)
120	≥ 2000
100	≥ 1500
80	≥1100
60	≥700
40	≥300
30	≥180

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



Gambar 2.13 *Bentuk Tikungan Circle*

Sumber: Silvia Sukirman 1999

Rumus:

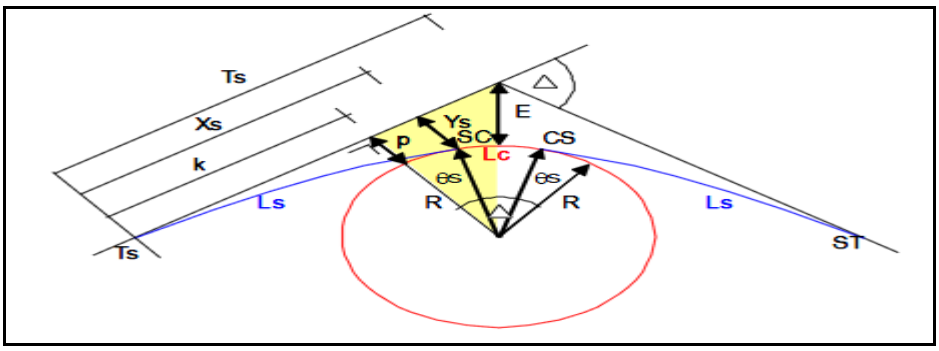
Tc= Rc tg ½ β…….(2.18)

Ec= Tc ¼ β…….(2.19)

Lc= $\frac{\beta\pi}{180}$. Rc……..(2.20)

Lc = 0.01745 β. Rc ..... β dalam derajat……...(2.21)

c. Spiral-Circle-Spiral (SCS)



Gambar 2.14 *Bentuk Lengkung busur lingkaran dengan*

(Sumber : Silvia Sukirman,1999 lengkung peralihan(spiral-circle- spiral)

Rumus :

Penampang lengkung peralihan dari Ts ke Sc

$$\mathbf{Xs} = \mathbf{Ls}\left(1 - \frac{Ls^2}{40.Rc^2}\right) \text{.....(2.22)}$$

$$\mathbf{Ys} = \frac{Ls^2}{6.Rc} \text{.....(2.23)}$$

Besarnya Sudut spiral pada titik Sc

$$\theta s = \frac{90Ls}{\pi Rc}$$

, dalam derajat

Besarnya pergeseran busur lingkar terhadap tangent asli, (P)

$$\mathbf{P=} \frac{Ls^2}{6.Rc} \mathbf{- Rc\ (\ 1 - \cos\ \theta s\ )} \text{.....(2.24)}$$

Besarnya jarak dari busur lingkaran yang tergeser dari titik Ts, (K)

$$\mathbf{K= Ls -} \frac{Ls^3}{40.Rc^2} \mathbf{- Rc \sin\ \theta s} \text{.....(2.25)}$$

Untuk **Ls = 1 m, P = P*, K = K***

Dan untuk **Ls = Ls, P = P*.Ls dan K = K*.Ls**

P* dan K* untuk setiap nilai θc diberikan pada **Tabel II** dibawah ini.

Sudut pusat busur lingkaran = **θc**, dan sudut spiral = **θc**

Jika besarnya sudut pemotongan kedua tangent adalah β, maka :

Θ= β–θs.....(0^o)…..……..(2.26)

Es= (Rc+ P) . sec ½ β – Rc.....(m)…….…..…..(2.27)

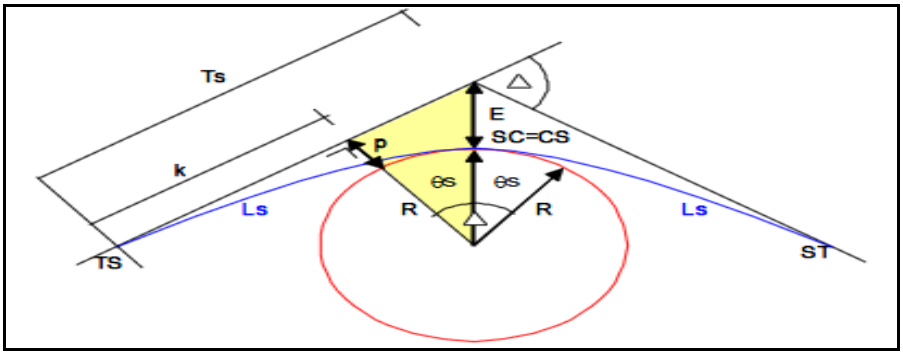
Ts= (Rc+ P) . tg ½ β + K.....(m)…..……...(2.28)

$$Lc = \frac{\theta c}{180}\ \pi\ .\ Rc.....(m)$$……..…..(2.29)

Syarat : L total = Lc + Ls < 2 Ts

(Sumber : Silvia Sukirman,1999)

d. Spiral-Spiral (SS).



Gambar 2.15 *Bentuk Lengkung Spiral – Spiral*

Sumber : Silvia Sukirman,1999

Tikungan ini adalah lengkung tanpa busur lingkaran, sehingga titik Sc berhimpit dengan titik Cs. Panjang busur lingkaran Lc = 0. dan θs = ½β. Rc yang dipilih harus sedemikian rupa sehingga Ls yang dibutuhkan lebih besar

dari Ls yang menghasilkan nilai relative minimum yang disyaratkan. Sudut tangent (β) = > 90^o.

Rumus :

Θs= ½.β……...……..……..(2.30)

Ls= (θ . π . Rc) / 90, ……..……...…(2.31)

Syarat :Ls > Ls Minimum.

Ls minimum berdasarkan landai relative menurut metode Bina Marga (**daftar II**) adalah:

Ls min = m (e + en) B……(m) ……..…..……..(2.32)

Untuk menghitung persentase busur lingkaran (P) dan jarak dari busur lingkaran (K) adalah sama halnya dengan perhitungan sebetulnya dengan menggunakan **Tabel II.**

Es= (Rc + P) . sec ½ β – Rc……(m)……..……..…..(2.33)

Ts= (Rc + P) . tg ½ β + K……(m)……..…..(2.34)

Syarat : Ls < 2 Ts

(Sumber : Silvia Sukirman,1999)

Tabel 2.16*Daftar Standar Perencanaan Alinyemen*

Kecepatan Rencana Km/Jam	Jarak Pandangan Henti (m)	Jarak Pandangan Menyiap (m)	Jari-Jari Lengkung Maksimum Dimana Miring Tikungan Tak Perlu	Batas Jari-jari Lengkung Tingkungan Dimana Harus Menggunakan Busur Peralihan(m)	Landai relatif Maksimum Antara Tepi Perkerasan
120	225	790	3000	2000	1/280
100	165	670	2300	2300	1/240
80	115	520	1600	1100	1/200
60	75	380	1000	700	1/160
50	55	220	660	410	1/140
40	40	140	420	300	1/120
30	30	80	240	180	1/100

3. Superelevasi

Superelevasi adalah suatu kemiringan melintang di tikungan yang berfungsi mengimbangi gaya sentrifugal yang diterima kendaraan pada saat berjalan melalui tikungan pads kecepatan VR. Nilai superelevasi maksimum ditetapkan 10%.*(Sumber :TCPGJAK No : 38/TBM/1997).*

Tabel 2.17*Superelevasi*

Kecepatan Rencana (km/jam)							Super Elevasi (%)
	80	60	50	40	30	20	
Jari-jari Lengkung (m)	230≤ < 280	120 ≤ < 150	80 ≤ < 100	50 ≤ < 65	- -	- -	10
	280 ≤ < 330	100 ≤ < 190	100 ≤ < 130	65 ≤ < 80	- -	- -	9
	330 ≤ < 380	190 ≤ < 230	130 ≤ < 160	80 ≤ < 100	30 ≤ < 40	15 ≤ < 20	8
	380 ≤ < 450	230 ≤ < 270	160 ≤ < 200	100 ≤ < 130	40 ≤ < 60	20 ≤ < 30	7
	450 ≤ < 540	270 ≤ < 330	240 ≤ < 310	130 ≤ < 210	60 ≤ < 80	30 ≤ < 40	6

	540 ≤ < 670	330 ≤ < 420	240 ≤ < 420	160 ≤ < 210	80 ≤ < 100	30 ≤ < 50	5
	670 ≤ < 870	420 ≤ < 560	310 ≤ < 410	210 ≤ < 280	110 ≤ < 150	50 ≤ < 70	4
	870 ≤ < 1240	560 ≤ < 800	410 ≤ < 590	280 ≤ < 400	150 ≤ < 220	70 ≤ < 100	3
	1240 ≤ < 3500	800 ≤ < 2000	590 ≤ < 1300	400 ≤ < 800	220 ≤ < 500	100 ≤ < 200	2

Sumber: Perencanaan Geometrik Jalan Luar Kota, 1990

4. Jari-Jari Tikungan

Jari - jari tikungan minimum (Rmin) ditetapkan sebagai berikut:

$$R_{min} = \frac{V_R^2}{127\ (\ e_{max} + f\ )} \quad \text{……..……(2.35)}$$

di mana :

Rmin = Jari jari tikungan minimum (m),

VR = Kecepatan Rencana (km/j),

emax = Superelevasi maximum (%),

F = Koefisien gesek, untuk perkerasan aspal f=0,14-0,24

Tabel 2.18.*Panjang Jari-jari Minimum (dibulatkan)*

V_R (km/jam)	**120**	**100**	**80**	**60**	**50**	**40**	**30**	**20**
Jari-jari Minimum R_{min} (m)	**560**	**370**	**210**	**110**	**80**	**50**	**30**	**15**

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

d. Lengkung peralihan

Lengkung peralihan adalah lengkung yang disisipkan di antara bagian lurus jalan dan bagian lengkung jalan berjari jari tetap R; berfungsi mengantisipasi perubahan alinemen jalan dari bentuk lurus (R tak terhingga) sampai bagian lengkung jalan berjari jari tetap R sehingga gaya sentrifugal yang bekerja pada kendaraan saat berjalan di tikungan berubah secara berangsur-angsur, baik ketika kendaraan mendekati tikungan maupun meninggalkan tikungan. Bentuk lengkung peralihan dapat berupa parabola atau spiral (clothoid). Dalam tata cara ini digunakan bentuk spiral.

Panjang lengkung peralihan (L) ditetapkan atas pertimbangan bahwa:

1. Lama waktu perjalanan di lengkung peralihan perlu dibatasi untukmenghindarkan kesan perubahan alinemen yang mendadak, ditetapkan 3 detik (pada kecepatan VR);
2. Gaya sentrifugal yang bekerja pada kendaraan dapat diantisipasi berangsur-angsur pada lengkung peralihan dengan aman; dan
3. Tingkat perubahan kelandaian melintang jalan (re) dari bentuk kelandaian normal ke kelandaian superelevasi penuh tidak boleh melampaui re-max yang ditetapkan sebagai berikut:

   untuk VR $\leq$ 70 km/jam, re-max =0.035 m/m/detik,

   untuk VR $\geq$ 80km/jam, re-maz =0.025 m/m/detik.
4. LS ditentukan dari 3 rumus di bawah ini dan diambil nilai yang terbesar:
   a. Berdasarkan waktu tempuh maksimum di lengkung peralihan,

   Ls =3.6.*VR.* ………………………………………(2.36)

Dimana:

T = waktu tempuh pada lengkung peralihan, ditetapkan 3 detik.

VR = kecepatan rencana (km/jam).

b. Berdasarkan antisipasi gaya sentrifugal,

$$L_s = 0.022 \frac{V_R^3}{R\,C} - 2,727 \frac{V_R\,e}{C} \quad \text{.....(2.37)}$$

Dimana :

Ls =panjang lengkung peralihan (m)

R =jari – jari busur lingkaran (m)

V =kecepatan rencana (km / jam)

e =kemiringan melintang max (%)

C =perubahanpercepatan (m/dt3), yang bernialai antara 0,3- 1m/dt

c. Berdasarkan tingkat pencapaian perubahan kelandaian,

$$L_s = \frac{(e_m - e_n)\,V_R}{3,6\,r_e} \quad \text{.....(2.38)}$$

Dimana:

VR = kecepatan rencana (km/jam),

em = superelevasi maximum,

en = superelevasi normal,

re = tingkat pencapaian perubahan kemiringan melintang jalan (m/m/detik).

d. Panjang minimum lengkung peralihan menurut bina marga

Tabel 2.19 *lengkung perelihan*

Kecepatan rencana (km/jam)	80	60	50	40	30	20
Panjang (m)	70	50	45	35	25	20

Panjang minimum lengkung peralihan menurut bina marga

5. Selain menggunakan rumus-rumus (2.36) s.d. (2.38), untuk tujuan praktis LS dapat ditetapkan dengan menggunakan Tabel 2.18.

Tabel 2.20.*Panjang Lengkung Peralihan (L,) dan panjang pencapaian superelevasi (Le) untuk jalan ljalur-2lajur-2arah*

V_R	Superelevasi,e (%)									
	2		4		6		8		10	
(km/Jam)	L_s	L_e	L_s	L_e	L_s	L_e	L_s	L_e	L_s	L_e
20										
30										
40	10	20	15	25	15	25	25	30	35	40
50	15	25	20	30	20	30	30	40	40	50
60	15	30	20	35	25	40	35	50	50	60
70	20	35	25	40	30	45	40	55	60	70
80	30	55	40	60	45	70	65	90	90	120
90	30	60	40	70	50	80	70	100	10	130
100	35	65	45	80	55	90	80	110	0	145
110	40	75	50	85	60	100	90	120	11	-
120	40	80	55	90	70	110	95	135	0	-
									-	

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

6. Lengkung dengan R lebih besar atau sama dengan yang ditunjukkan pada

Tabel 2.2..*Jari-jari tikungan yang tidak memerlukan lengkungan peralihan*

V_R (km/jam)	**120**	**100**	**80**	**60**	**50**	**40**	**30**	**20**
Jari-jari Minimum R_{min} (m)	**2500**	**1500**	**900**	**500**	**350**	**250**	**130**	**60**

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

7. Jika lengkung peralihan digunakan, posisi lintasan tikungan bergeser dari bagian jalan yang lurus ke arah sebelah dalam sebesar p. Nilai p (m) dihitung berdasarkan rumusberikut:

$$p = \frac{L_s^2}{24\ R_c} \qquad \text{……..…..……(2.39)}$$

di mana:

LS = panjang lengkung peralihan (m),

R = jari jari lengkung (m).

8. Apabila nilai **p** kurang dari 0,25 meter, maka lengkung peralihan tidak diperlukansehingga tipe tikungan menjadi **fC**.
9. Superelevasi tidak diperlukan apabila nilai R lebih besar atau sama dengan yangditunjukkan dalam Tabel 2.20.

Tabel 2.22.*Jari jari yang diizinkan tanpa lengkung peralihan*

Kecepatan rencana (km/jam)	R (m)
60	700
80	1.250
100	2.000
120	5.000

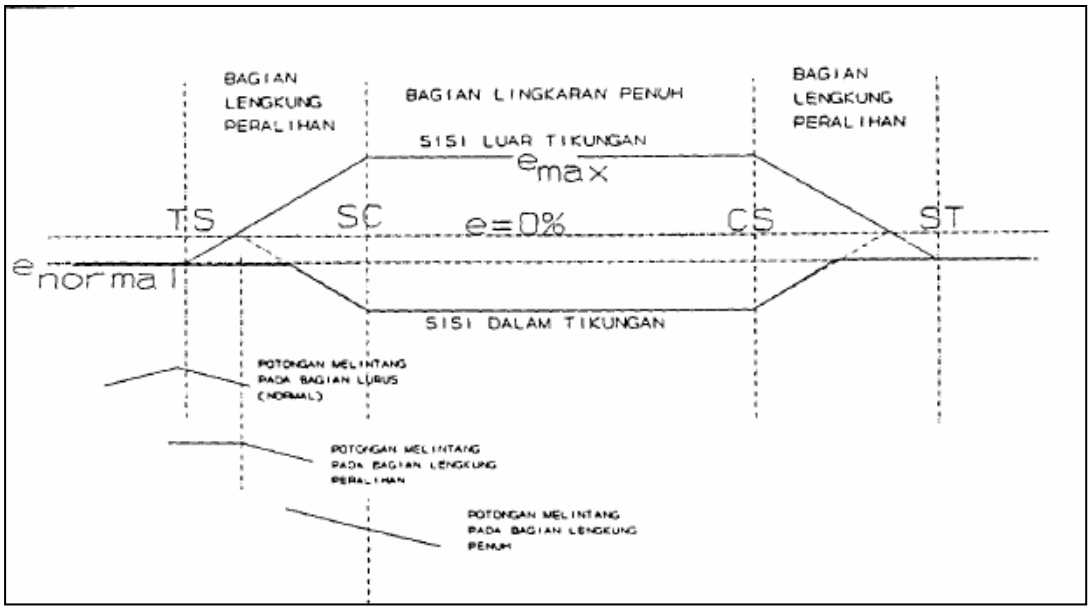
Sumber: Tata Cara Perencanaan Geometrik Jalan Antar Kota No.038/TBM/1997

e. Pencapaian superelevasi

Superelevasi dicapai secara bertahap dari kemiringan melintang normal padabagian jalan yang lurus sampai ke kemiringan penuh (superelevasi) pada bagianlengkung.Pada tikungan **SCS**, pencapaian superelevasi dilakukan secara linear (lihat Gambar 2.14), diawali dari bentuk normal sampai awal lengkung peralihan (**TS**) yang berbentuk pada bagian lurus jalan, 'lalu dilanjutkan sampai superelevasi penuh pada akhir bagian lengkung peralihan (**SC**).Pada tikungan **fC**, pencapaian superelevasi dilakukan secara linear (lihat Gambar 2.15), diawali dari bagian lurus sepanjang 213 LS sampai

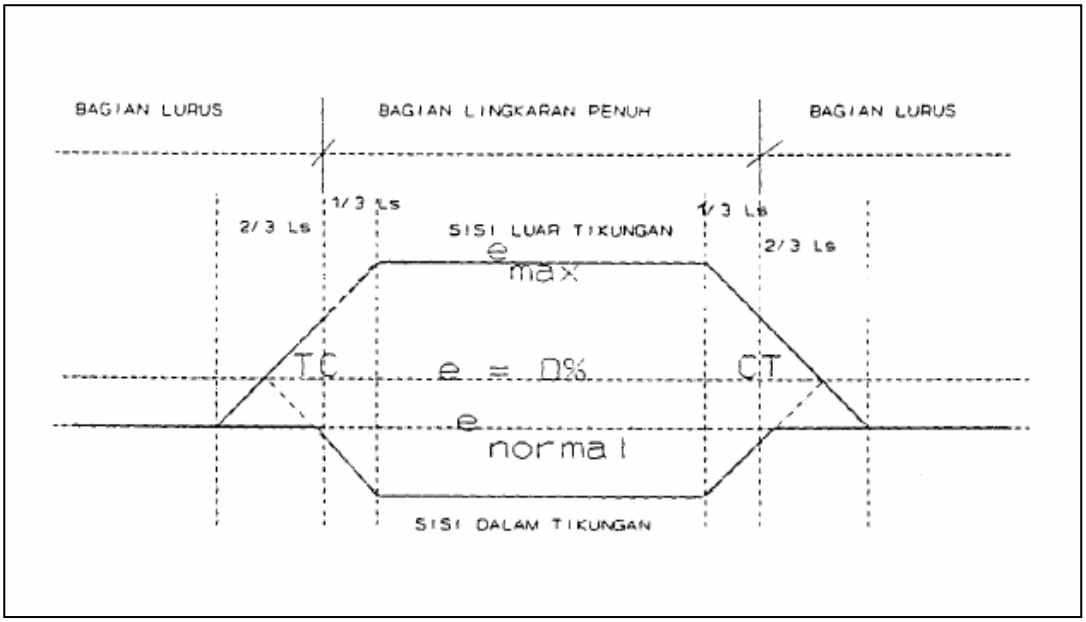
dengan bagian lingkaran penuh sepanjang 113 bagian panjang LS.Pada tikungan S-S, pencapaian superelevasi seluruhnya dilakukan pada bagian spiral.

Gambar 2.16 *Metode Pencapaian Superelevasi Pada Tikungan Tipe SCS*



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

Gambar 2.17 *Metode Pencapaian Superelevasi Pada Tikungan Tipe fC*



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

2.7.3. PelebaranJalurLaluLintas di Tikungan

Pelebaran pada tikungan dimaksudkan untuk mempertahankan konsistensi geometrikjalan agar kondisioperasionallalulintas di tikungansama dengan dibagian lurus.

Pelebaran jalan di tikungan mempertimbangkan:

1. Kesulitan pengemudi untuk menempatkan kendaraan tetap pada lajurnya.
2. Penambahan lebar (ruang) lajur yang dipakai saat kendaraan melakukan gerakan melingkar. Dalam segala hal pelebaran di tikungan harus memenuhi gerak perputaran kendaraan rencana sedemikian sehingga proyeksi kendaraan tetap pada lajumya.
3. Pelebaran di tikungan ditentukan oleh radius belok kendaraan rencana dan besarnya ditetapkan sesuai Tabel 2.19.
4. Pelebaran yang lebih kecil dari 0.6 meter dapat diabaikan.
5. Untuk jalan 1 jalur 3 lajur, nilai-nilai dalam Tabel 2.19 harus dikalikan 1,5.
6. Untuk jalan 1 jalur 4 lajur, nilai-nilai dalam Tabel 2.19 harus dikalikan 2.

Tabel 2.23.*Pelebaran di Tikungan*

Lebar jalur 20.50m, 2 arah atau 1 arah.

R (m)	Kecepatan Rencana, V_d (km/jam)							
	50	60	70	80	90	100	110	120
1500	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1
1000	0.0	0.0	0.1	0.1	0.1	0.1	0.2	0.2
750	0.0	0.0	0.1	0.1	0.1	0.2	0.3	0.3
500	0.2	0.3	0.3	0.4	0.4	0.5	0.5	
400	0.3	0.3	0.4	0.4	0.5	0.5		
300	0.3	0.4	0.4	0.5	0.5			
250	0.4	0.5	0.5	0.6				
200	0.6	0.7	0.8					
150	0.7	0.8						
140	0.7	0.8						
130	0.7	0.8						
120	0.7	0.8						
110	0.7							
100	0.8							
90	0.8							
80	1.0							
70	1.0							

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

Tabel 2.24.*(Lanjutan) Pelebaran di tikungan per Lajur (m)*

Lebar jalur 2x3.00m, 2 arah atau 1 arah.

R (m)	Kecepatan Rencana, V_d (Km/Jam)						
	50	60	70	80	90	100	110
1500	0.3	0.4	0.4	0.4	0.4	0.5	0.6
1000	0.4	0.4	0.4	0.5	0.5	0.5	0.6
750	0.6	0.6	0.7	0.7	0.7	0.8	0.8
500	0.8	0.9	0.9	1.0	1.0	1.1	0.1
400	0.9	0.9	1.0	1.0	1.1	1.1	
300	0.9	1.0	1.0	1.1			
250	1.0	1.1	1.1	1.2			
200	1.2	1.3	1.3	1.4			
150	1.3	1.4					
140	1.3	1.4					
130	1.3	1.4					
120	1.3	1.4					
110	1.3						
100	1.4						
90	1.4						
80	1.6						
70	1.7						

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

Pelebaran perkerasan ini merupakan faktor jari – jari lengkung, kecepatan kendaraan, jenis dan ukuran kendaraan rencana yang direncanaan. Elemen – elemen dari pelebaran perkerasan tikungan dari:

1) Off Tracking

Untuk perencanaan geometrik jalan antar kota, Bina Marga memperhitungkan lebar perkerasan yang ditempati satu kendaraan ditikungan pada jalur sebelah dalam (b') dengan mengambil posisi kritis kendaraan yaitu pada saat roda depan kendaraan pertama kali dibelehkan dan ditinjau dilakukan untuk sebelah dalam. Besaran (b') dapat dihitung dengan rumus:

$$b' = b = R - \sqrt{R^2 - B^2} \quad \text{.....(2.40)}$$

2) Kesukaran dalam mengemudi ditikungan (Z)

Tambahan lebar perkerasan kesukaran dalam mengemudi ditikungan oleh AASHTO sebagai fungsi dari kecepatan dari radius jalur sebelah kanan. Dapat dicari dengan rumus:

$$Z = 0.105 \times \frac{V}{\sqrt{R}} \quad \text{.....(2.41)}$$

3) Tonjolon depan kendaraan

Tambahan lebar perkerasan akibat tonjolan depan kendaraan dapat dicari dengan rumus:

$$Td = \sqrt{R^2 + (2B + A)} - R \quad \text{.....(2.42)}$$

4) Lebar perkerasan tikungan (Bt)

Lebar perkerasan tikungan (Bt) dapat dicari dengan rumus:

$$Bt = n\,(b' + c) + Td + Z \quad \text{.....(2.43)}$$

Jadi tambahan Lebar perkerasan ditikungan (Δb) adalah:

$$\Delta b = Bt - Bn \quad \text{.....(2.44)}$$

dimana:

Bt =Lebar perkerasan pada tikungan (m)

Bn =Lebar perkerasan jalan lurus (m)

n =Jumlah lajur lalu lintas

b' =Lebar lintas kendaraan truk pada tikungan (m)

C =Kebebasan samping yang dapat diambil untuk

Bn= 6.5 m➔	C = 0.65 m
= 7 m	= 0.78 m
= 7.5 m	= 0.91 m

Td = Lebar melintang akan ditonjolkan didepan kendaraan

Z = Lebar tambahan kenaikan akibat pengemudi.. (m)

V = Kecepatan rencana.....(km)

R = Jari – jari tikungan

B = Jarak antara gandar = 6.5 m

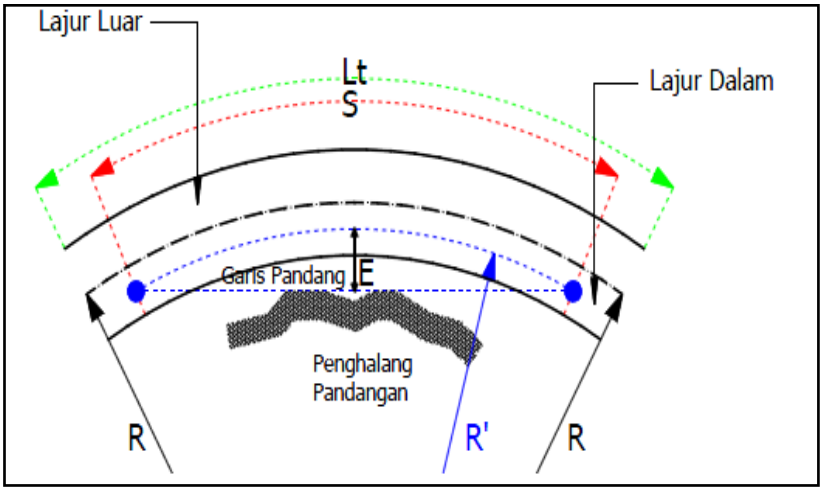
A = Tonjolan depan kendaraan = 1.5 m

B = Lebar kendaraan = 2.5 m

2.7.4. Jarak Pandangan Pada Lengkung Horizontal

Jarak pandang pengemudi kendaraan yang bergerak pada jalur tepi sebelah dalam sering dihalahi oleh gedung – gedung, hutan – kayu, tebing dan lain sebagainya. Demi keamanan pemakai jalan, sepanjang jarak pandangan henti minimum harus terpenuhi disetiap tikungan, dengan demikian terdapat batasan minimum jarak antara sunbu jalur sebelah dalam penghalang. Penentuan batas minimum jarak antara sumbu lajur sebelah dalam ke penghalang ditentukanberdasarkan kondisi dimana jarak pandang brada disebelah dalam lengkung, atau pada < panjang lengkung horizontal (S < L)

Gambar 2.18 *Jarak pandang pada lengkung horizontal S < L*



sumber : Modul Rekayasa Jalan Raya ,ITS, 2006

dimana:

Garis AB	=	Garis pandang
Lengkung AB	=	Jarak pandang
M	=	jarak penghalang kesumbu lajur sebelah dalam
θ	=	Setengah sudut lengkung sepanjang L
S	=	Jarak Pandang (m)
L	=	Panjang busur lingkaran (m)
R	=	Jari lengkung (m)

Rumus yang digunakan:

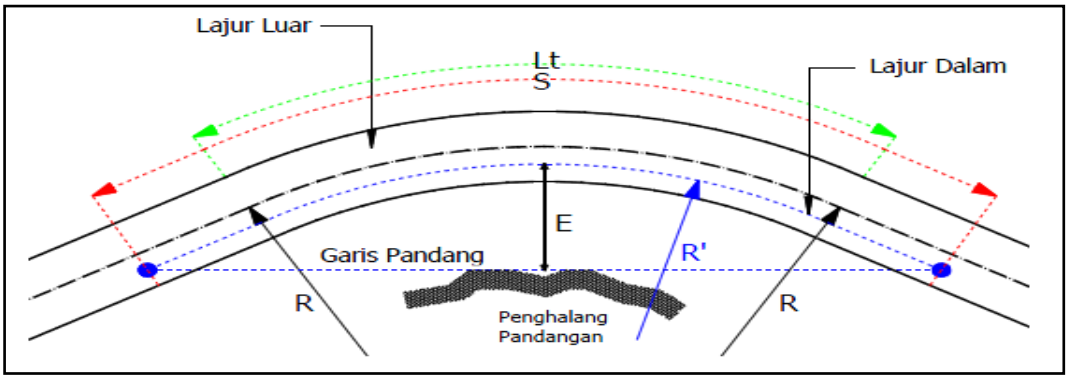
$$m = R\,(1 - \cos\theta) \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (2.45)$$

$$\phi = \frac{28.648xS}{R} \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (2.46)$$

(Sumber : Silvia Sukirman,1999)

Jarak pandang menyiap lebih besar dari panjang lengkung (S > L)

Gambar 2.19 *Jarak pandang pada lengkung horisontal S > L*



sumber : Modul Rekayasa Jalan Raya ,ITS, 200

Dimana:

m =Jarak penghalang ke sumbu lajur sebelah dalam(m)

θ =Setengah sudut pusat lengkung sepanjang L (m)

S =Jarang pandang menyiap (m)

L =Panjang busur lengkung (m)

R =Jari lengkung (m)

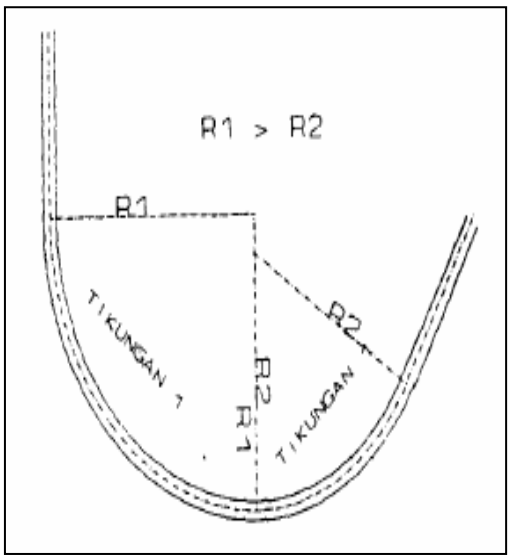
(Sumber : Silvi Sukirman,1999)

2.7.5. Tikungan Gabungan

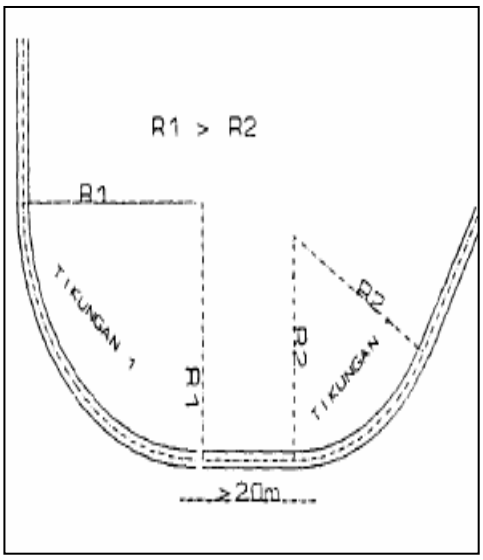
1. Ada dua macam tikungan gabungan, sebagai berikut:
   a. Tikungan gabungan searah, yaitu gabungan dua atau lebih tikungan dengan arah putaran yang sama tetapi dengan jari jari yang berbeda (lihat Gambar 2.19);
   b. Tikungan gabungan balik arah, yaitu gabungan dua tikungan dengan arah putaran yang berbeda (lihat Gambar 2.20).
2. Penggunaan tikungan gabungan tergantung perbandingan R1 dan R2:

   $\frac{R_1}{R_2} > \frac{2}{3}$, tikungan gabungan searah harus dihindarkantikungan gabungan harus dilengkapi bagian lurus atau clothoide sepanjang paling tidak 20 meter (lihat Gambar 2.20).

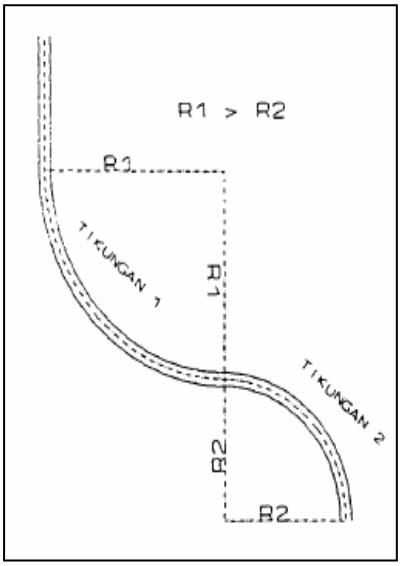
   $\frac{R_1}{R_2} < \frac{2}{3}$,
3. Setiap tikungan gabungan balik arah harus dilengkapi dengan bagian lurus di antara kedua tikungan tersebut sepanjang paling tidak 30 m (lihat Gambar 2.21).



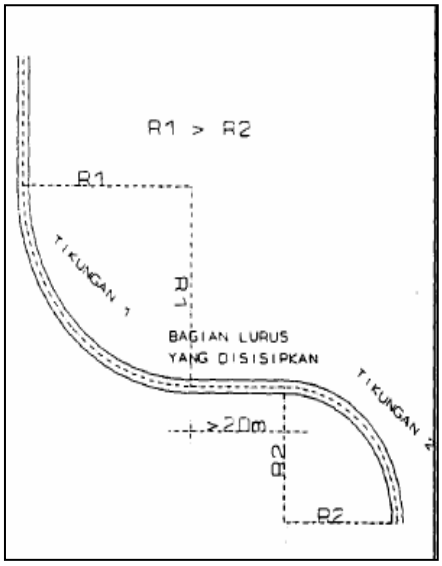
Gambar 2.20 *Tikungan Gabungan Searah*



Gambar 2.21 *Tikungan Gabungan Searah dengan sisipan bagian lurus minimum sepanjang* 20 meter.



Gambar 2.22 *Tikungan Gabungan Balik*



Gambar 2.23 *Tikungan Gabungan Balik dengan sisipan bagian lurus minimum sepanjang 20 meter.*

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

2.8. ALINEMEN VERTIKAL

Alinemen vertikal adalah perpotongan bidang vertikal dengan bidang permukaan perkerasan jalan melalui sumbu jalan untuk 2 jalur 2 arah atau melalui tepi dalam masing – masing perkerasan untuk jalan dengan media. Sering disebut juga sebagai penampang memanjang jalan.*(Sumber : Silvi Sukirman,1999).*

Alinemen vertikal terdiri atas bagian landai vertikal dan bagian lengkung vertikal.Ditinjau dari titik awal perencanaan, bagian landai vertikal dapat berupa landai positif (tanjakan), atau landai negatif (turunan), atau landai nol (datar).Bagian lengkung vertikal dapat berupa lengkung cekung atau lengkung cembung.

(Sumber :TCPGJAK No : 38/TBM/1997).

Dalam perencanaan lengkung vertical ada beberapa hal yang perlu diperhatikan:

2.8.1. Kelandaian

Kelandaian suatu jalan memeberi efek yang berarti terhadap gerak kendaraan, maka landai jalan yang diberi tanda positif untuk pendakaian dan tanda negative untuk penurunan

1. Kelandaian Minimum

   Dalam perencanaan disarankan menggunakan :

   1) Landai datar untuk jalan – jalan di atas tanah timbunan tidak mempunyai kereb. Lereng melintang jalan dianggap cukup untuk mengalirkan air diatas badan jalan dan kemudian ke lereng jalan.

2) Landai 0.15% dianjurkan untuk jalan – jalan diatas tanah timbunan dengan medan datar untuk mempergunakan kereb. Kelandaian ini cukup untuk membantu mengalirkan iar hujan ke salur pembuangan.

3) Landai minimum 0.3% - 0.5% dianjurkan digunakan untuk jalan – jalan di daerah galian ato jalan yang memakai kereb. Lereng melintang hanya cukup untuk mengalirkan air hujan yang jatuh di atas badan jalan dibutuhkan untuk membuat kemiringan dasar saluran samping.*(Sumber : Silvi Sukirman,1999).*

2. Kelandaian Maksimum

Kelandaian maksimum dimaksudkan untuk memungkinkan kendaraan 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.Kelandaian maksimum untuk berbagai VR ditetapkan dapat dilihat dalam Tabel 2.21.

Tabel 2.25.*Kelandaian maksimum yang diizinkan*

V_R(km/Jam)	120	110	100	80	60	50	40	<40
Kelandaian Maksimal (%)	3	3	4	5	8	9	10	10

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

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 satumenit. PanjangkritisdapatditetapkandariTabel 2.25.

Tabel 2.26.*Panjang Kritis (m)*

Kecepatan pada awal tanjakan km/jam	Kelandaian (%)						
	4	5	6	7	8	9	10
80	630	460	360	270	230	230	200
60	320	210	160	120	110	90	80

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

2.8.2. Lengkung Vertikal

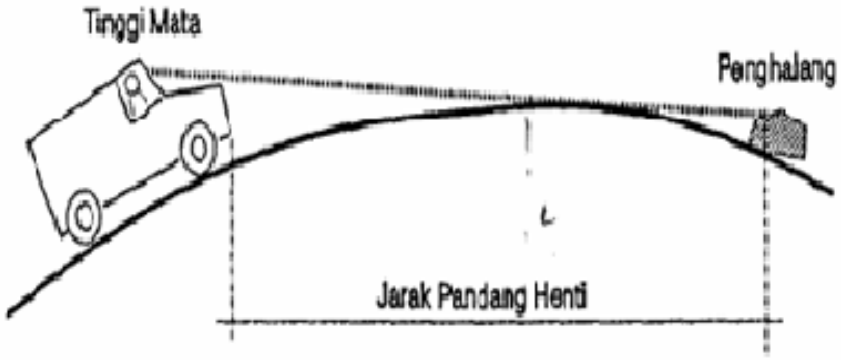
Pergantian dari satu kelandaian yang lain dilakukan dengan mempergunakan lengkung vertikal. Lengkung vertikal tersebut direncanakan sedemikian rupa sehingga memenuhi keamanan dan kenyamanan dan drainase. Jenis lengkung vertikal dilihat dari letak perpotongan ke dua bagian lurus (tangen) adalah :

1. Lengkung vertikal cekung adalah lengkung dimana titik perpotongan kedua tangen berada dibawah permukaan jalan.
2. Lengkung vertikal cembung adalah lengkung dimana titik perpotongan antara kedua tangen berada diatas permukaan jalan yang bersangkutan.

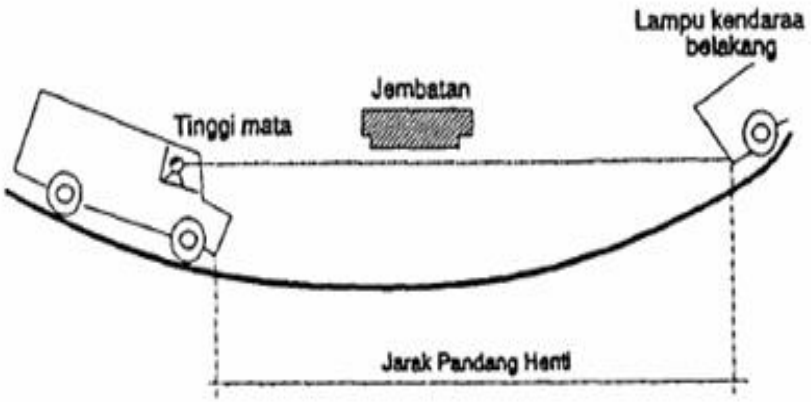
Kelandaian mendaki (pendakian), diberi tanda (+), sedangkan kelandaian menurun (penurunan) diberi tanda (-).Ketentuan pendakian (baik) atau penurunan (turun) ditinjau dari sebelah kiri ke kanan.

Rumus perhitungan elevasi Pada poros lengkung vertical di tentukan dengan sebagai berikut :

$$Ev = \frac{A.L}{800} \quad \text{.....(2.47)}$$



Gambar 2.24 *Lengkung Vertikal Cembung*



Gambar 2.25 *Lengkung Vertikal Cekung*

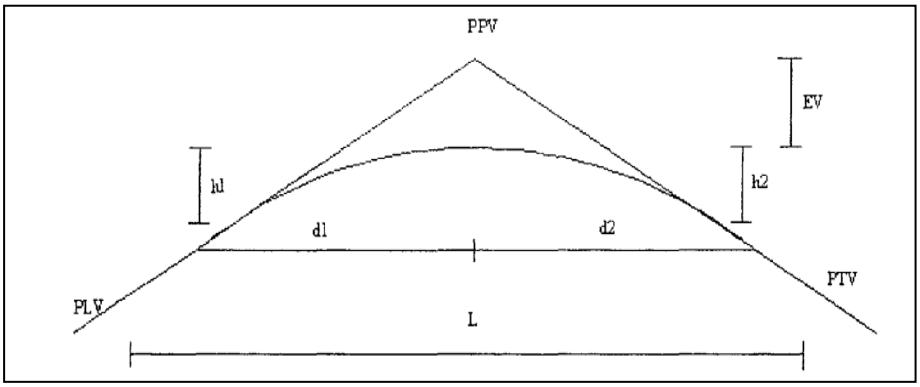
Sumber: Tata Cara Perencanaan Geometrik Jalan Antar Kota No.038/TBM/1997

2.8.3. Menghitung Panjang Lengkung Vertikal

1. Lengkung Vertikal Cembung

Pada lengkung vertikal cembung, pembatasan jarak pandang dapat dibedakan atas dua keadaan yaitu :

a. Jarak pandang berada seluruh dalam daerah lengkung(S<L).



Gambar 2.26 *Lengkung vertikal cembung dengan S<L*
Sumber: Silvia Sukirman, 1994

Rumus:

$$L = \frac{AS^2}{100(\sqrt{2h1} + \sqrt{2h2})^2} \quad \text{.....(2.48)}$$

Dimana:

L = Panjang lengkung vertikal (m)

A = Sellisih kelandaian (g2 – g2) (m)

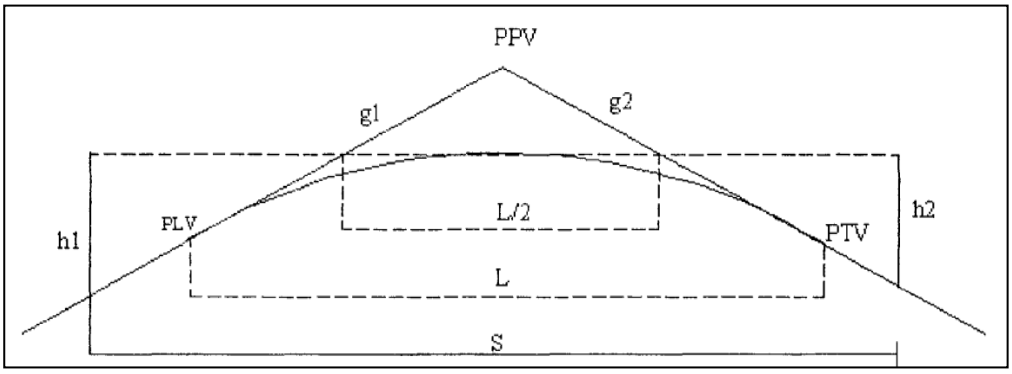
hl = Tinggi mata pengemudi (m)

h2 = Tinggi penghalang (m)

S = Jarak pandang henti(m)

a. Jarak pandang berada di luar dan didalam daerah lengkung (S >L)

Gambar 2.27 *Lengkung vertikal cembung dengan S>L*



Sumber: Silvia Sukirman, 1994

Rumus:

$$L = \frac{AS^2}{100(\sqrt{2h1} + \sqrt{2h2})^2} \quad \text{.....(2.49)}$$

Dimana :

L = Panjang lengkung vertikal (m)

S = Jarak pandang menyiap (m)

A = Selisih kelandaian (g2 – g1) (m)

a. Berdasarkan Keluwesan Bentuk

Rumus :

$Lv = 0{,}6.V$ .....(2.50)

Dimana :

Lv = Panjang lengkung vertikal (m)

V = Kecepatanrencana (km/jam)

b. Berdasarkan syarat darainase

Rumus :

$Lv = 0{,}5.A$.....(2.51)

Dimana :

Lv = Panjang lengkung vertikal (m)

A = Selisihkelandaian (km/jam)

2. Lengkung Vertikal Cekung

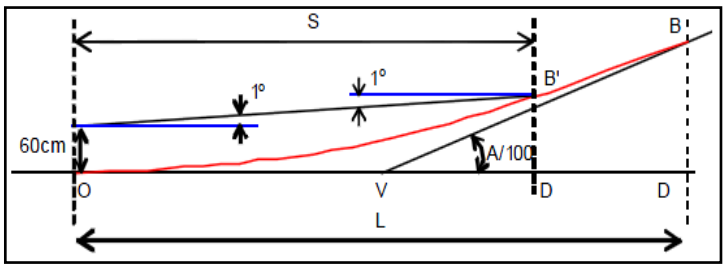
Panjang lengkung vertikal cekung juga harus ditentukan dengan memperhatikan:

a. Jarak penyinaran lampu kendaran

Jangkauanlampudepankendaraan pada lengkung vertical cekung merupakan batas jarak pandang yang dapat dilihat oleh pengemudi dimalam hari. Didalam perencanaan umumnya tinggi lampu depan diambil setinggi 60 cm, dengan sudut 1^o. Letak penyinaran lampu dengan kendaraan dapat dibedakan menjadi atas 2 keadaan yaitu :

- Jarak pandang akibat penyinaran lampu depan (S) < L

Gambar 2.28*Lengkung vertikal cekung dengan jarak pandangan penyinaran lampu depan < L*

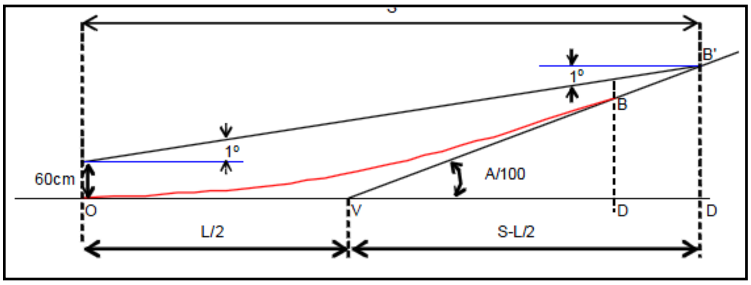


Sumber: Silvia Sukirman, 1999

Rumus :

$$Lv = 2.S - \frac{A.S^2}{(120 + 3{,}5.S)} \qquad \text{.....(2.52)}$$

- Jarak pandang akibat penyinaran lampu depan (S) > L



Gambar 2.29*Lengkung vertikal cekung dengan jarak pandangan penyinaran lampu depan < L*

Sumber: Silvia Sukirman, 1999

Rumus :

$$Lv = 2.S - \frac{(120 + 3,5.S)}{A} \quad \text{.......................................}(2.53)$$

b. Bentuk Visual Lengkung Vertikal Cekung

Rumus :

$$Lv = \frac{AV^2}{380} \quad \text{..}(2.54)$$

Dimana :

Lv = Panjang lengkung vertikal (m)

A = Selisihkelandaian (km/jam)

c. Jarak pandangan bebas dibawah bangunan pada lengkung vertical cekung

- Jarak pandangan S < L

  Rumus :

$$Lv = \frac{A.S^2}{3480} \text{ ……..(2.55)}$$

Dimana :

Lv = Panjang lengkung vertikal (m)

S = Jarak pandang menyiap (m)

A = Selisih kelandaian (g2 – g1) (m)

- Jarak Pandang S>L

  Rumus :

$$Lv = 2.5\frac{3480A}{A} \text{ ……...(2.56)}$$

Dimana :

Lv = Panjang lengkung vertikal (m)

S = Jarak pandang menyiap (m)

A = Selisih kelandaian (g2 – g1) (m)

2.8.4. Lajur Pendakian

1) Lajur pendakian dimaksudkan untuk menampung truk-truk yang bermuatan berat atau kendaraan lain yang berjalan lebih lambat dari kendaraan kendaraan lain pada umumnya, agar kendaraan kendaraan lain dapat mendahului kendaraan lambat tersebut tanpa harus berpindah lajur atau menggunakan lajur arah berlawanan.

2) Lajur pendakian harus disediakan pada ruas jalan yang mempunyai kelandaian yang besar, menerus, dan volume lalu lintasnya relatif padat.

3) Penempatan lajur pendakian harus dilakukan dengan ketentuan sebagai berikut:

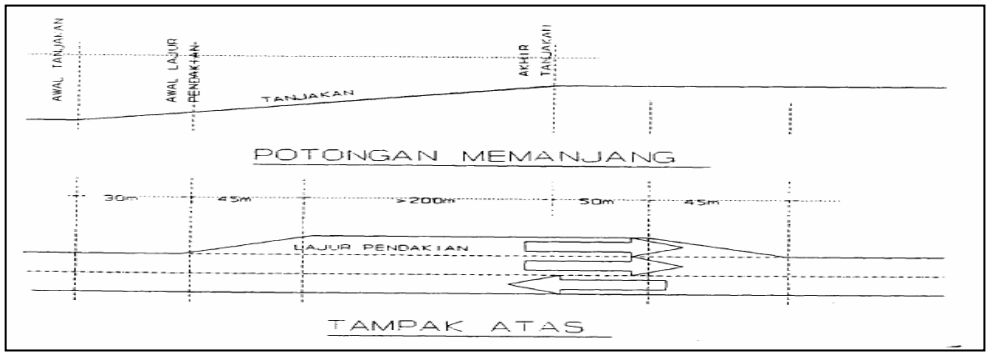
   a) Disediakan pada jalan arteri atau kolektor,

   b) Apabila panjang kritis terlampaui, jalan memiliki VLHR>15.000 SMP/hari, dan persentase truk > 15 %.

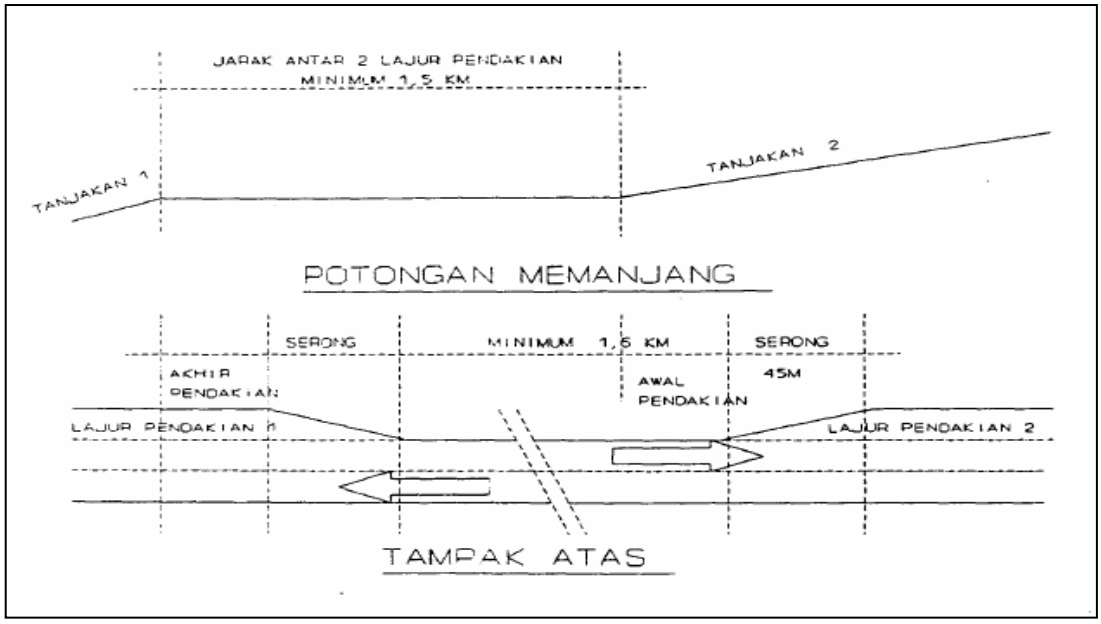
4) Lebar lajur pendakian sama dengan lebar lajur rencana.

5) Lajur pendakian dimulai 30 meter dari awal perubahan kelandaian dengan serongan sepanjang 45 meter dan berakhir 50 meter sesudah puncak kelandaian dengan serongan sepanjang 45 meter (lihat Gambar 2.27).

6) Jarak minimum antara 2 lajur pendakian adalah 1,5 km (lihat Gambar 2.28).



Gambar 2.30*Lajur Pendakian Tipikal*
Sumber: Tata Cara Perencanaan Geometrik Jalan Antar Kota No.038/TBM/1997



Gambar 2.31 *Jarak Antara Dua Lajur Pendakian*
Sumber: Tata Cara Perencanaan Geometrik Jalan Antar Kota No.038/TBM/1997

2.9. KOORDINASI ALINEMEN

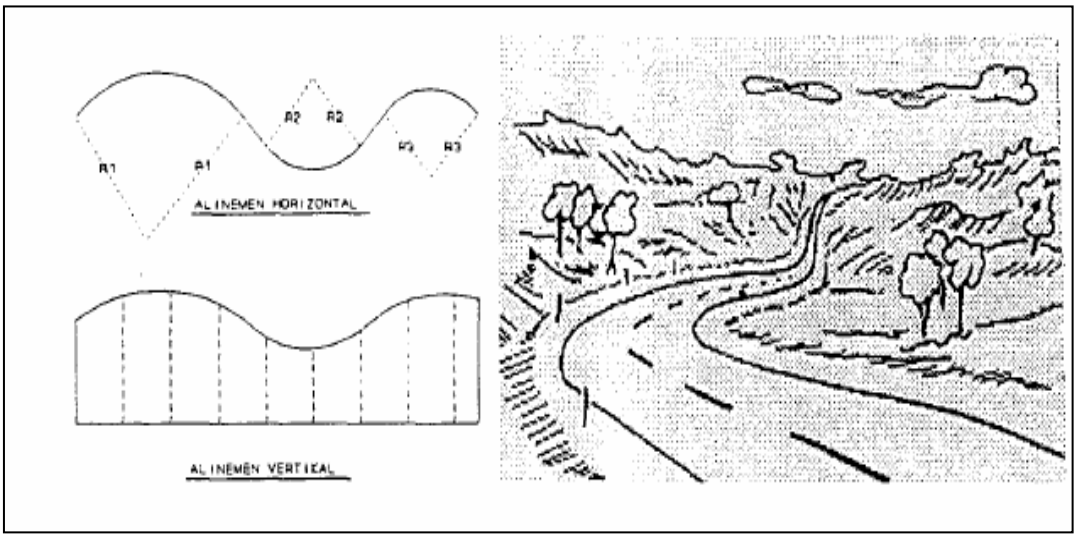
Alinemen vertikal, alinemen horizontal, dan potongan melintang jalan adalah elemen elemen jalan sebagai keluaran perencanaan hares dikoordinasikan sedemikian sehingga menghasilkan suatu bentuk jalan yang baik dalam arti memudahkan pengemudi mengemudikan kendaraannya dengan aman dan nyaman.

Bentuk kesatuan ketiga elemen jalan tersebut diharapkan dapat memberikan kesan atau petunjuk kepada pengemudi akan bentuk jalan yang akan dilalui di depannya sehingga pengemudi dapat melakukan antisipasi lebih awal.Koordinasi alinemen vertikal dan alinemen horizontal harus memenuhi ketentuansebagai berikut:

1. Alinemen horizontal sebaiknya berimpit dengan alinemen vertikal, dan secara ideal alinemen horizontal lebih panjang sedikit melingkupi alinemen vertikal;

2. Tikungan yang tajam pada bagian bawah lengkung vertikal cekung atau pada bagian atas lengkung vertikal cembung harus dihindarkan;
3. Lengkung vertikal cekung pada kelandaian jalan yang lurus dan panjang harus dihindarkan;
4. Dua atau lebih lengkung vertikal dalam satu lengkung horizontal harus dihindarkan; dan
5. Tikungan yang tajam di antara 2 bagian jalan yang lurus dan panjang harus dihindarkan.

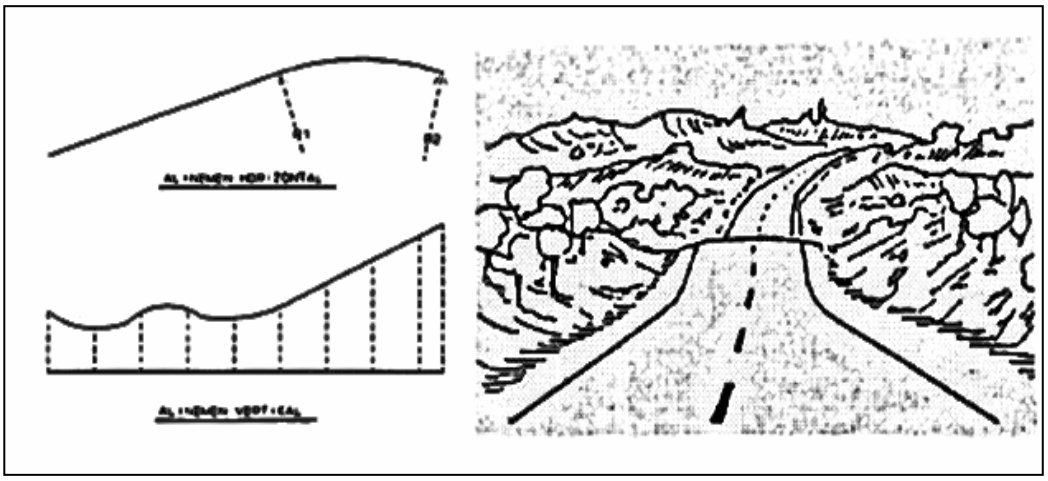
Sebagai ilustrasi, Gambar 2.29 s.d. Gambar 2.31 menampilkan contoh-contoh koordinasi alinemen yang ideal dan yang harus dihindarkan.



Gambar 2.32 *Koordinasi yang ideal antara alinemen horizontal dengan alinemen vertikal yang saling berhimpit*
Sumber: Tata Cara Perencanaan Geometrik Jalan Antar Kota No.038/TBM/1997

Gambar 2.33 *Koordinasi yang harus dihindarkan , dimana alinemen vertical menghalangi pandangan pengemudi pada saat mulai memasuki tikungan pertama*
Sumber: Tata Cara Perencanaan Geometrik Jalan Antar Kota No.038/TBM/1997

.



Gambar 2.34 *Koordinasi yang harus dihindarkan , dimana pada bagian yang lurus pandangan pengemudi terhalang oleh puncak alinemen vertical sehingga pengemudi sulit memperkirakan arah alinemen di balik puncak tersebut*
Sumber: Tata Cara Perencanaan Geometrik Jalan Antar Kota No.038/TBM/1997

2.10. Galian dan Timbunan

Menghitung Galian dan Timbunan

Potongan memanjang menggambarkan trase jalan raya dengan jarak dan beda tinggi titik-titik diatas permukaan bumi, sehingga didapatkan irisan tegak lapangan yang dinamakan potongan memanjang pada sumbu jalan. Penggambaran

potongan memanjang dimana untuk skala memanjang dengan skala tinggi dibedakan, dan biasanya jarak dengan skala 1 : 1000 dan tinggi skala 1 : 100, dimana datanya didapat dari cara pengukuran sifat datar memanjang untuk penggambaran biasanya membuat nomor patok, jarak patok, jarak langsung, duga titik asli (tanah), juga rencana, garis absis yang berisi juga ketinggian dan potongan melintang menggambarkan penampang jalan yang tegak lurus terhadap trase jalan (as jalan) disetiap titik-titik yang ada pada potongan memanjang jarak antara potongan melintang pada garis proyek melengkung dibuat lebih pendek dari pada garis yang lurus. Potongan melintang dibuat titik permulaan dan titik akhir garis garis proyek melengkung. Potongan melintang dibuat dengan lebar 50 m s/d 100 m / kira-kira sesuai denagan keperluan pada kiri kanan garis proyek.

No patok	Luas penampang melintang (m2)				Jarak (m)	Volume (m)	
	galian	timb	Rata - Rata				
			galian	timb		galian	Timb
1	2	3	4	5	6	7	8
PI P2	A.GI A.G2	A.TI A.T2	$\frac{A.GI + A.G2}{2}$	$\frac{A.TI + A.T2}{2}$	100	50 (A.GI + A.G2)	50 (A.TI + A.T2)

Gambar 2.35*Contoh Tabel Perhitungan Galian dan timbunan*

2.11. Perencanaan Tebal Perkerasan

Konstruksi perkerasan lentur (flexibel pavetment) adalah perkerasan yang menggunakan Beban W, Pengikat, dimana konstruksi perkerasan lentur terdiri dari lapisan – lapisan yang diletakan diatas tanah dasar yang telah dipadatkan, yang berfungsi untuk memikul beban lalu lintas dan menyebarkan ke lapisan bawahnya.

Beban lalu lintas yang bekerja diatas konstruksi perkerasan dapat dibedakan atas :

1. Muatan kendaraan berupa gaya vertical
2. Gaya rem kendaraan berupa gaya horizontal
3. Pukulan roda kendaraan yang berupa getaran – getaran

Karena sifat penyebaran gaya maka muatan yang diterima oleh masing – massing lapisan berbeda dan semakin ke bawah semakin kecil.

2.11.1 Bagian-bagian Perkerasan Jalan

1. Lapisan Permukaan (*Surface Course*)

   Lapisan yang terletak paling atas disebut lapis permukaan, berfungsi antara lain berikut:

   a. Lapisan perkerasan penahan beban roda, dengan persyaratan harus mempunyai stabilitas tinggi untuk menahan beban roda selama masa pelayanan.

   b. Lapisan kedap air, sehingga air hujan yang jatuh di atasnya tidak meresap ke lapisan di bawahnya dan melemahkan lapisan tersebut.

   c. Lapis aus (wearing course), lapisan yang langsung menerima gesekan akibat rem kendaraan sehingga mudah menjadi aus.

   d. Lapisan yang menyebarkan beban ke lapisan bawah, sehingga dapat dipikul oleh lapisan lain.

2. Lapisan pondasi atas **(*base course*)**

   Merupakan laipas perkerasan yang terletak diantara lapisan pondasi bawah dan lapis permukaan dinamakan lapis pondasi atas atas atau

Base Course. Karena terletak di bawah permukaan perkerasan, maka lapisan ini menerima pembebanan yang berat dan paling menderita akibat muatan.

Fungsi lapis pondasi atas (*base course*) :

a. Sebagai bagian perkerasan yang menahan gaya lintang dari beban roda dan menyebarkan beban ke lapisan dibawahnya
b. Sebagai perletakan /bantalan tehadap lapisan permukaan.
c. Sebagai lapisan peresapan untuk lapis pondasi bawah.

Untuk lapisan pondasi atas tanpa bahan pengikat umumnya menggunakan material CBR > 50 % Plastisitas Indek (PI) < 4 %.

3. Lapis pondasi bawah **(*sub base course*)**

Merupakan lapis perkerasan yang terletak diantara lapis pondasi atas dengan tanah dasar.

Fungsi lapis pondasi bawah :

a. Bagian dari konstruksi perkerasan untuk mendukung dan menyebarkan beban roda
b. Mencapai efisiensi penggunaan material yang relative murah agar lapisan – lapisan selebihnya dapat dikurangi tebalnya
c. Untuk mencegah tanah dasar masuk ke dalam pondasi
d. Sebagai lapis pertama agar pelaksanaan dapat berjalan dengan lancer
e. Sebagai lapis peresapan agar air tanah tidak berkumpul di pondasi

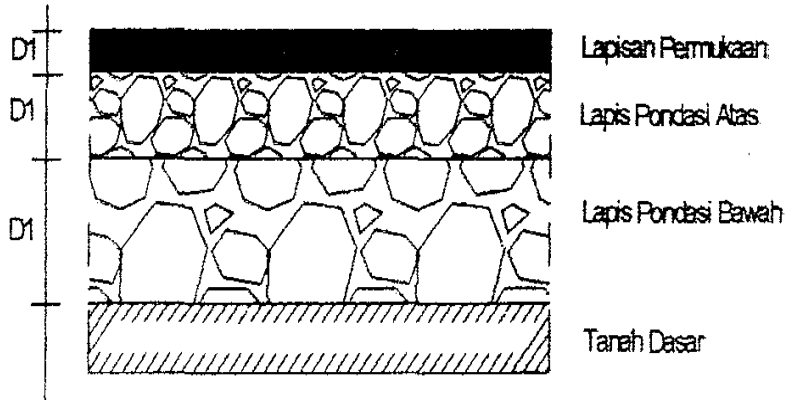
4. Tanah dasar (*sub grade*)

Bagian dari konstruksi jalan yang mendukung seliruh konstruksi jalan beserta muatan lalu lintas diatasnya. Ditinjau dari tanah asli, maka lapisan tanah dasar (Subgrade) dapat dibedakan atas:

- Lapisan tanah dasar, tanah galian
- Lapisan tanah dasar, tanah timbunan
- Lapisan tanah dasar, tanah asli.

Masalah – masalah yang sering dijumpai menyangkut tanah dasar (Subgrade) adalah:

a. Perubahan bentuk tetap (deformasi permanen) dari amacam tanah tertentu akibat beban lalu lintas.
b. Sifat mengembang dan menyusut dari tanah tertentu akibat perubahan kadar air.
c. Daya dukung tanah yang tidak merata dan sukar ditentukan secara pasti pada daerah dengan macam tanah yang sangat berbeda sifat dan kedudukannya, atau akibat pelaksanaan.
d. Lendutan dan lendutan balik selama dan sesudah pembebanan lalu lintas dari macam tanah tertentu.
e. Tambahan pemadatan akibat pembebanan lalu lintas dan penurunan yang diakibatkan, yaitu pada tanah bebutir kasar (granular soil) yangtidak dipadatkan secara baik pada saat pelaksanaan.



Gambar 2.36 *Susunan Lapisan Perkerasan Jalan*
Sumber: Pedoman Penentuan Tebal Perkerasan Lentur Jalan Raya No. 01/PD/B/1983

2.11.2 Kriteria Konstruksi Perkerasan Lentur

Untuk memberikan rasa aman dan nyaman maka konstruksi perkerasan harus memenuhi syarat sebagai berikut :

a. Syarat lalu lintas :
    1. Permukaan yang rata, tidak bergelombang, tidak melendut dan tidak berlubang.
    2. Permukaan cukup kaku sehingga tidak mudah berubah nbentuk akibat beban yang bekerja dia tasnya
    3. Permukaan kesat, memberikan gesekan yang baik antara ban dan permukaan jalan sehingga tidak mudah slip
    4. Permukaan tidak mengkilap, tidak menyilaukan jika terkena sinar matahari.

b. Syarat structural dari segi kemampuan memikul dan menyebarkan beban :
    a. Ketebalan yang cukup sehingga mampu menyebarkan bebean lalu lintas ke tanah dasar

b. Kedap air, sehingga mudah meresap ke lapisan di bawahnya

c. Permukaan mudah mengalirkan air sehingga air hujan yang jatuh diatasnya dapat cepat dialirkan.

2.12 Perencanaan Tebal Perkerasan Lentur Dengan Metode Analisa Komponen SKBI 2.3.26 1987 UDC : 625. 73 (02)

Metode ini merupakan metode yang bersumber dari AASHTO'72 yang sudah dimodifikasi sesuai dengan kondisi jalan di Indonesia, seperti nilai indeks permukaan awal dan akhir. Nomogram – nomogram yang digunakan sesuai dengan umur rencana dan faktor regional yang membedakan terutama disebabkan oleh kondisi curah hujan dimana Indonesia mempunyai iklim tropis.

Parameter untuk perencanaan tebal perkerasan lentur dengan Analisa Komponen adalah: Perkerasan Lentur dan penggunaan perencanaan ini dapat digunakan untuk:

1. Perkerasan Perencanaan Jalan Baru (New Construction/Full Depth Pavetmen).
2. Perkuatan Perkerasan Jalan Lama (Overlay)
3. Konstruksi Bertahap (Stage Construction).

2.12.1 Jumlah Lajur dan Koefisien Distribusi Kendaraaan (C) Pada Jalur Rencana

Jalur rencana merupakan salah satu jalur lalu lintas dari suatu ruas jalan raya yang menampung lalulintas terbesar. Jika jalan tidak memiliki tanda batas jalur, maka jumlah jalur ditentukan dari lebar perkerasan dan koefisien

kendaraan (C) untuk kendaraan ringan dan berat yang lewat pada jalur rencana ditentukan menurut peraturan sesuai dengan tabel 2.26.

Tabel 2.27. *Jumlah Jalur Berdasarkan Lebar Perkerasan*

Lebar Perkerasan (L)	Jumlah Jalur (N)
L < 5,50 m	1 Jalur
5,50 m ≤L < 8,25 m	2 Jalur
8,25 m ≤L < 10,25 m	3 Jalur
11,25 m ≤ L < 15,00	4 Jalur
15,00 m ≤ L < 18,78	5 Jalur
18,78 m ≤L < 22,00 m	6 Jalur

Tabel 2.28. *Koefisien Distribusi Kendaraan (C)*

Jumlah Jalur	Kendaraan ringan *		Kendaraan berat **	
	1 arah	2 arah	1 arah	2 arah
1 Jalur	1,00	1,00	1,00	1,00
2 Jalur	0,60	0,50	0,70	0,50
3 Jalur	0,40	0,40	0,50	0,475
4 Jalur		0,30		0,45
5 Jalur		0,25		0,425
6 Jalur		0,20		0,40

Sumber: Pedoman Penentuan Tebal Perkerasan Lentur Jalan Raya No. 01/PD/B/1983

* Berat total < 5 ton, misalnya: mobil penumpang, pick up, mobil hantaran.

** Berat total ≤ 5 ton, misalnya: truck, tractor, semi trailer, trailer

2.12.2 Angka Ekivalen (E) Beban Sumbu Kendaraan

Dimasukan dengan angka Ekivalen (E) dari beban suatu sumbu kendaraan adalah angka yang menyatakan perbandingan tinkat kerusakan yang ditimbulkan oleh suatu lintasan beban sumbu tunggal kendaraan. Tingkat

kerusakan yang ditimbulkan oleh suatu lintasan beban standar sumbu tunggal seberat 8,16 ton untuk masing – masing golongan beban sumbu (setiap kendaraan) ditentukan menurut rumus dan tabel 2.26.

$$\text{Angka ekivalen sumbu tunggal} = \left(\frac{\text{Beban sumbu tunggal dalam kg}}{(8164)} \right)^4$$

$$\text{Angka ekivalen sumbu ganda} = \left(\frac{\text{Beban sumbu tunggal dalam kg}}{(8164)} \right)^4$$

Tabel 2.29. *Angka Ekivalen (E) Beban Sumbu Kendaraan*

Beban satu sumbu		Angka ekivalen	
Kg	Lbs	Sumbu tunggal	Sumbu ganda
1000	2205	0,0002	
2000	4409	0,0036	0,0003
3000	6614	0,0183	0,0016
4000	8818	0,0577	0,0050
5000	11023	0,1410	0,0121
6000	13228	0,2923	0,0251
7000	15432	0,5415	0,0466
8000	17637	0,9238	0,0794
8160	18000	1,0000	0,0860
9000	19841	1,4798	0,1273
10000	22046	2,2555	0,1940
11000	24251	3,3022	0,2840
12000	26455	4,6770	0,4022
13000	28660	6,4419	0,5540
14000	30864	8,6647	0,7452
15000	33069	11,4184	0,9820
16000	35276	14,7815	1,2712

Sumber: Pedoman Penentuan Tebal Perkerasan Lentur Jalan Raya No. 01/PD/B/1983

2.12.3 Lalu lintas Harian Rata – rata (LHR) dan Lintas Ekivalen

1. Lalu lintas harian rata – rata (LHR)

   Lalulintas Harian Rata-rata (LHR) setiap jenis kendaraan ditentukan pada awal Umur Rencana yang dihitung untuk dua arah pada jalan tanpa median ataumasing-masing arah pada jalan dengan median.

   Rumus :

   LHR = LHR awal tahun (1 + I) n ……..... ……..(2.57)

   Catatan n = tahun pertama jalan dibuka

2. Lintas Ekivalen

   Pada umumnya Kerusakan perkerasan jalan raya disebabkan oleh terkumpulnya air di bagian perkerasan jalan, selain itu karena repetisi dari lintasan kendaraan. Oleh karenanya perlu ditentukan berapa jumblah repetisi dari beban tersebut dinyatakan dalam lintasan sumbu standard yang dikenal dengan nama Lintas Ekivalen.

   Penentuan Besarnya lintasan Ekivalen

   1) Lintas Ekivalen Permulaan (LEP) adalah lintas ekivalen pada saat jalan.Tersebut dibuka, dihitung dengan rumus :

      $LEP = \sum LHRj \times Cj \times Ej$……..(2.58)

   2) Lintas Ekivalen pada akhir Umur Rencana (LEA)

      $LEA = \sum LHRj (1 + i)^{UR} \times Cj \times Ej$……..(2.59)

   3) Lintas Ekivalen Tengah (LET)

$$LET = \frac{LEP + LER}{2} \text{ ……..…..(2.60)}$$

4) Lintas Ekivalen Rencana (LER)

LER = LET x Fp……..…..(2.61)

Fp adalah faktor penyesuaian ditentukan dengan persamaan

$$Fp = \frac{UR}{10} \text{ ……..…..(2.62)}$$

Dimana :

Cj = Koefisien distribusi kendaraan pada jalur rencana

J = Jenis kendaraan

Ej = Angka Ekivalen beban sumbu untuk satu jenis kendaraan

UR = Umur Rencana

2.12.4 Daya Dukung Tanah Dasar (DDT) dan CBR

Daya Dukung Tanah Dasar (DDT) ditetapkan berdasarkan grafik korelasi. Caranya adalah menghubungkan nilai CBR dengan garis mendatar kesebelah kiri maka diperoleh nilai DDT. Dimana menetapkan harga rata-rata nilai CBR dari jumlah harga CBR rata-rata ditentukan dengan 2 (dua) cara yaitu:

1. Secara Grafis
   a. Tentukan harga CBR yang terendah dan berapa banyak harga CBR yang sama dan lebih besar dari masing – masing nilai CBR.
   b. Angka jumlah terbanyak dinyatakan sebagai 100 %, dan jumlah lainnya merupakan persentase dari 100 %.

c. Dibuat grafik hubungan antara harga CBR dan persentase jumlah tadi.

d. Nilai CBR yang mewakili didapat dari angka persentase 90 %

2. Secara Analisis

Dimana menetapkan Harga Rata-rata nilai CBR dari jumlah harga CBR rata-rata ditentukan sebagai berikut :

Rumus yang digunakanadalah:

$$CBR_{segmen} = CBR_{rata\text{-}rata} - (CBR_{mak} - CBR_{min}) / R \quad .....(2.63)$$

Dimana nilai R tergantung dari jumlah data yang terdapat dalam 1 segmen.

Tabel 2.30.*Nilai R Untuk Perhitungan CBR Segmen*

Jumlah Titik Pengamatan	Nilai R
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: Perencanaan Tebal Perkerasan Lentur jalan Raya Dengan Metode Analisa Komponen SKBI – 2.3.26. 1987 UDC: 625,73 (02)

2.12.5 Factor Regional Faktor regional berguna untuk memperhatikan kondisi jalan yang berbeda antara jalan yang satu denga jalan yang lainya. Dalam penentuan nilai faktor regional di pengaruhi oleh :

- Bentuk Alinemen (kelandaian dan tikungan)
- Persentase kendaraan berat yang berhenti
- Iklim (curah hujan)
- Kondisi persimpangan yang ramai

Tabel 2.31.*Faktor regional (fr)*

Curah Hujan	**Kelandaian I (< 6 %)**		**Kelandaian II (6%-10%)**		**Kelandaian III (>10%)**	
	% kendaraan berat		**% kendaraan berat**		**% kendaraan berat**	
	< 30%	> 30%	< 30%	> 30%	< 30%	> 30%
Iklim I < 900 mm/th	0.5	1.0-1.5	1.0	1.5-2.0	1.5	2.0-2.5
Iklim II > 900 mm/th	1.5	2.0-2.5	2.0	2.5-3.0	2.5	3.0-3.5

Sumber: Perencanaan Tebal Perkerasan Lentur jalan Raya Dengan Metode Analisa Komponen SKBI – 2.3.26.1987 UDC: 625,73 (02)

Catatan :

Pada galian jalan tertentu seperti persimpangan, pemberhentian atau tikungan tajam (jari-jari) FR ditambah dengan 0.5. Pada daerah rawa FR ditambah dengan 1.0.

2.12.6 Indeks permukaan (IP **)**

Indek Permukaan (IP) merupakan suatu nilai yang diberikan untuk menyatakan kerataan atau kehalusan serta kekokohan dari pada permukaan jalan yang berhubungan dengan tingkat pelayanan bagi lalulintas yang lewat.

Adapun beberapa nilai IP beserta artinya seperti dibawah ini :

- IP = 1,0 menyatakan permukaan jalan dalam rusak berat sehingga sangat menggangu lalulintas kendaraan.
- IP = 1,5 adalah tingkat pelayanan rendah yang masih mungkin (jalan tidak terputus)
- IP = 2,0 adalah tingkat pelayanan rendah bagi jalan yang masih mantap
- IP = 2,5 Menyatakan permukaan jalan masih cukup stabil dan baik

Dalam menentukan indeks permukan pada akhir umur rencana, perlu dipertimbangkan faktor-faktor klasifikasi fungsional jalan dan jumblah lintasan ekivalen rencana (LER), menurut tabel dibawah ini :

Tabel 2.32.*Indeks Permukaan Pada Akhir Ur (Ip)*

LER	KLASIFIKASI JALAN			
	Lokal	**Kolektor**	**Arteri**	**Tol**
< 10	1,0-1,5	1,5	1,5-2,0	-
10-100	1,5	1,5-2,0	2,0	-
100-1000	1,5-2,0	2,0	2,0-2,5	-
>1000		2,0-2,5	2,5	2,5

Sumber: Perencanaan Tebal Perkerasan Lentur jalan Raya Dengan Metode Analisa Komponen SKBI – 2.3.26.1987 UDC: 625,73 (02)

Catatan: LER adalah satuan angka ekivalen 8,16 ton beban sumbu tunggal

Dalam menentukan Indeks permukaan awal umur rencana (Ipo), perlu diperhatikan jenis lapisan permukaan jalan (kerataan / kehalusan serta kekokohan) pada awal umur rencana menurut daftar tabel dibawah ini :

Tabel 2.33.*Indeks Permukaan Pada Awal Ur (Ip_o)*

Jenis perkerasan	**Ip_o**	**ROUGHNESS (mm/km)**
LASTON	>4 3,9-3,5	<1000 >1000
Asbuton / HRS	3,9-3,5 3,4-3,0	<2000 >2000
BURDA	3,9-3,5	<2000
BURTU	3,4-3,0	>2000
LAPEN	3,4-3,0 2,9-2,5	<3000 >3000
Lapisan pelindung	2,9-2,5	
Jalan Tanah	<2,4	
Jalan Kerikil	>2,4	

Sumber: Perencanaan Tebal Perkerasan Lentur jalan Raya Dengan Metode Analisa Komponen SKBI – 2.3.26.1987 UDC: 625,73 (02)

2.12.7 Indeks Tebal Perkerasan

Dalam menentukan Indeks tebal perkerasan (ITP) ini menggunakan nomogram dengan memperhatikan nilai indeks permukaan (IP) untuk menentukan nomogram yang akan digunakan. Indeks tebal perkerasan (ITP) ini dinyatakan dalam rumus :

ITP = a1 D1 + a2 D2 + a3 D3

Dimana :

- a1 = Koefisien kekuatan relatif bahan lapisan permukaan
- a2 = Koefisien kekuatan relatif material lapis pondasi bawah
- D1 = Tebal lapisan permukaan dalam cm

- D2 = Tebal lapisan pondasi dalam cm
- D3 = Tebal lapisan pondasi bawah dalam cm
- ITP = Indeks Tebal Perkerasan yang telah di korelasi dengan faktor regional (cm)

Dimana dalam menentukan nilai tebal lapisan (D) ditentukan berdasarkan pertimbangan ekonomis sesuai dengan bahan / material yang tersedia dilapangan dengan batasan minimum yang ada.

2.12.8 Koefisien Kekuatan Relatif

Koefisien kekuatan relatif dari masing-masing bahan serta kegunaan sebagai lapis permukaan, pondasi, pondasi bawah di tentukan secara korelasi sesuai dengan nilai marshal test (untuk bahan dengan aspal), CBR untuk pondasidengan kekuatan tekan (bahan yang di stabiliser dengan kapur atau semen portland). Adapun daftar koefisien kekuatan relatif bahan adalah seperti pada tabel 2.33.

Tabel 2.34.*Indeks Koefisien Kekuatan Relatif (A)*
Ks Permukaan Pada Akhir Ur (Ip)

Koefisien Kekuatan Relatif			Kekuatan Bahan			Jenis Bahan
A1	**A2**	**a3**	**MS(kg)**	**Kt(kg/cm)**	**CBR(%)**	
	- - - -	- - - -	744 590 454 340	- - - -	- - - -	Laston
	- - - -	- - - -	744 590 454 340	- - - -	- - - -	Lasbutag
20	-	-	340	-	-	HRS
26	-	-	340	-	-	Aspal makadam
25	-	-	-	-	-	Lapen (mekanis)
20	-	-	-	-	-	Lapen (manual)
	0.28 0.26 0.24	- - -	590 454 340	- - -	- - -	Lanton
	0.23	-	-	-	-	Lapen (mekanis)
	0.19	-	-	-	-	Lapen (manual)
	0.15 0.13	- -	- -	22 18	- -	Stab tanah dengan semen
	0.15 0.13	- -	- -	22 18	- -	Stab tanah dengan kapur
	0.14	-	-	-	100	Batu pecah (kls A)
	0.13	-	-	-	80	Batu pecah (kls B)
	0.12	-	-	-	60	Batu pecah (kls C)
	-	0.13	-	-	70	Sirtu / Pirtu (kls A)
	-	0.12	-	-	50	Sirtu / Pirtu (kls A)
	-	0.11	-	-	30	Sirtu / Pirtu (kls A)
	-	0.10	-	-	20	Tanah / lempung kepasiran

Sumber: Perencanaan Tebal Perkerasan Lentur jalan Raya Dengan Metode Analisa Komponen SKBI – 2.3.26.1987 UDC: 625,73 (02)

2.12.9 Batas – batas minimum tebal perkerasan

1. Lapisan Permukaan

Tabel 2.35.*Batas minimum tebal perkerasan lapisan permukaan*

ITP	Tebal minimum (cm)	Bahan
< 3.00		Lapisan pelindung BURAS/BURTU/BURDA
3.00-6.00	5	LAPEN/Aspal Macadam,HRS,Asbuton,LASTON
6.71-7.49	7.5	LAPEN/Aspal Macadam,HRS,Asbuton,LASTON
7.50-9.99	7.5	Asbuton,LASTON
>10.00	10	LASTON

2. Lapisan PondasiBatas minimum tebal perkerasan lapisan permukaan

Tabel 2.36.*Batas minimum tebal perkerasan lapisan pondasi*

ITP	Tebal minimum (m)	Bahan
< 3.00	15	Batu pecah, Stab Tanah dengan semen, Stab Tanah dengan kapur
3.00-7.49	20* 10	Batu pecah, Stab Tanah dengan semen, Stab Tanah dengan kapur LASTON ATAS
7.50-9.99	20 15	Batu pecah, Stab Tanah dengan semen, Stab Tanah dengan kapur, pondasi macadam LASTON ATAS
10.00-12.24	20	Batu pecah, Stab Tanah dengan semen, Stab Tanah dengan kapur, pondasi macadam LAPEN,LASTON ATAS
12.25	25	Batu pecah, Stab Tanah dengan semen, Stab Tanah dengan kapur, pondasi macadam LASTON ATAS

Sumber: Perencanaan Tebal Perkerasan Lentur jalan Raya Dengan MetodeAnalisa Komponen SKBI – 2.3.26.1987 UDC: 625,73 (02)

**Batas 20 cm tersebut dapat diturunkan menjadi 15 cm bila pondasi bawah digunakan material berbutir kasar.*

3. Lapisan Pondasi Bawah

Untuk setiap nilai ITP bila digunakan pondasi bawah tebal minimum adalah 10 cm.

2.13 Drainase Jalan

1) Sistem drainase permukaan konstruksi jalan raya pada umumnya berfungsi sebagai berikut :
   a) Mengalirkan air hujanj atau air secepat mungkin keluar dari permukaan jalan dan selanjutnya di alirkan lewat saluran samping,menuju saluran pembuagan akhir
   b) Menegah aliran air yang berasal dari daerah pengaliran di sekitar jalan masuk ke daerah perkerasan jalan
   c) Menegah kerusakan lingkungan sekitar jalan akibat aliran air

2) Sistem drainase permukaan pada prinsipnya terdiri dari :
   a) Kemiringan melintang pada perkerasan jalan dan bahu jalan atau selokan samping
   b) Gorong-gorong
   c) Saluran penangkap (Catch-drain)

3) Kemiringan Melintang Perkerasan dan bahu jalan

   3.1. Pada daerah jalan yang datar dan lurus

   Penaganan pengendalian air untuk daerah ini biasanya dengan membuat kemiringan perkerasan dan bahu jalan mulai dari tengah perkerasan menurun atau melandai kea rah selokan samping

   Besarnya kemiringan melintang normal pada perkerasan jalan dapat di lihat seperti teracantum pada table **2.9**

Tabel 2.37 *Kemiringan melintang normal perkerasan jalan*

No	Jenis lapis perukaan jalan raya	Kemiringan normal-i
1	Beraspal,Beton	2% ….. 3%
2	Japat	4% ….. 6%
3	Krikil	3% …… 6%
4	Tanah	4% ….. 6%

Sumber : Direktorat Bina Marga peranaan Drainase jalan raya

Gambar Kemiringan melintang

3.2 Daerah jalan yang lurus pada tanjakan atau penurunan

Penaganan pengendalian air pada daerah ini perlu mempertimbangkan besarnya kemiringan alyniamen vertical jalan yang berupa tanjakan dan penurunan, agra supaya aliran air seepatnya bias mengalir ke saluran samping. Untuk itu maka kemiringan melintang perkerasan jalan di sarankan agra mengunakan nilai-nilai maksimum dari tabel **2.9**

3.3 Pada daerah tikungan

Kemiringan melintang pada perkerasan jalan pada daerah ini biasanya harus mempertimbangkan pula kebutuhan kemiringan jalan menurut persyaratan alyniaen horizontal jalan. Karena itu kemiringan perkerasan ,jalan harus di mulai dari sisi luar tikungan menurun atau melandai ke sisi dalam tikungan

4) Selokan Samping

Selokan samping adalah selokan yang di buat di sisi kiri dan kanan badan jalan.

4.1.1. Fungsi selokan samping

a) Menampung dan membuan air yang berasal dari peukaan jalan

b) Menampung dan membuang air yang berasal dari daerah pengaliran sekitar jalan
c) Dalam hal ini daerah pengaliran luas sekali atau terdapat air limbah aka untuk itu harus di buat system drainase terpisah

4.1.2 Bahan ragunan selokan samping

Tabel 2.38 *Kecepatan aliran air yang di ijinkan berdasarkan jenis material*

Jenis Bahan	Keepatan aliran air yang diizinkan m/detik
Pasir halus	0,45
Lempung kepasiran	0,50
Lanua aluvial	0,60
Lempung kokoh	0,75
Lempung padat	0,75
Krikil kasar	1,10
Batu-batu besar	1,20
Pasangan batu	1,50
Beton	1,50
Betong bertulang	1,50

Sumber : Bina marga perenanaan drainase jalan raya

Keepatan aliran air di tentukan oleh sifat hidrolis penampang saluran,salah satunya adalah kemiringan saluran. Pada tabel **2.11** di lihat hubungan antara kemiringan selokan samping dan tipe material yang di gunakan

Tabel 2.39 *Hubungan kemiringan selokan samping (i) dan jenis material*

Jenis Material	Kemiringan Selokan Samping I (%)
Tanah asli Pasir halus Napal kepasiran Lanau alluvial Krikil halus	0 ….. 5
Lampung padat atau kokoh Krikil kasar Batu-batu besar	5 ….. 10
Pasangan : Pasangan Batu Beton Beton bertulang	10

Sumber :Bina marga perenaan drainase jalan raya

4.1.3 Peatah arus atau Check Dam

Pada selokan samping yang relative panjang dan mempunyai kemiringan cukup besar, kadang-kadang di perlukanpeatah arus (check dam) untuk mengurangi keepatan aliran

1%	6%	7%	8%	9%	10%
L(M)	16M	10M	8M	7M	6M

4.1.4 Penampang melingtang selokan samping

Peilihan penampang melintang selokan samping di dasarkan atas :

a) Kondisi dasar tanah
b) Kedudukan muka air tanah
c) Keepatan aliran air

4.2.1 Perhitungan dimensi saluran samping

Dalam garis besar,perenanaan selokan samping menakup 3 tahap proses sebagai berikut :

a) Analisis hidrologi
b) Perhitungan hidrolika
c) Gambar renana

Analisi hidrolika di lakukan atas dasar data urah hujan, tofografi daerah,karakteristik daerah pengaliran serta frekuensi banjir renana.

Hasil analisis hidrologi adalah :

Besarnya debit air yang harus di tamping oleh selokan samping. Selanjutnya atas dasar debit yang kita peroleh maka dimensi selokan samping dapat kita rencanakan berdasarkan analisis atau perhitungan hidrolika.

4.2.2 Rumus untuk menghitung debit (Q)

Biasanya ruus yang digunakan adalh Rasional formula sebagai berikut :

$$Q = \frac{I}{3.6} C.I.A \quad \text{.....(4.1)}$$

Sumber : Perenanaan drainase jalan raya Bina marga

Dimana :

Q= debit (m^3/met)

C=koefisien pengaliran

I=Intensitas hujan,(mm/jam) di hitung selaa waktu konsentrasi

A=Luas daerah Pengaliran(km)

4.2.2 Rumus untuk menghitung dimensi

Rumus umum yang di pakai untuk menghitung dimensi adalah :

$$F = \frac{q}{v} \quad \text{.....(4.2)}$$

Sumber : Perenaan dimensi drainase jalan raya Bina marga

Dimana :

F=luas penampang basah (m^2

Q=debit $^{m}/_{det}$

V=keepatan aliran $^{m}/_{det}$

Keepatan aliran (v) dapat di hitung dengan mengunakan rumus meaning

$V = \frac{i}{n}\ (R)$ ……(4.4)

Dimana :

V=keepatan aliran

N=koefisien kekasaran dinding menurut meaning

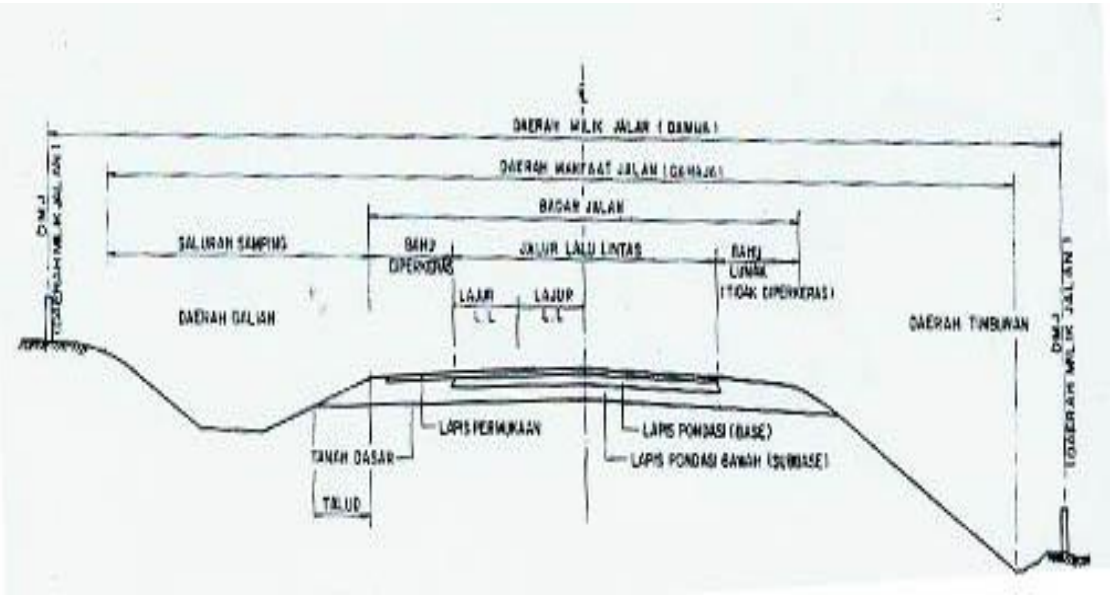
R=$\frac{f}{p}$ = jari-jari hidraulis(m)……(4.5)

F=luas penampang basah(m)

P=keliling penampang basah (m)

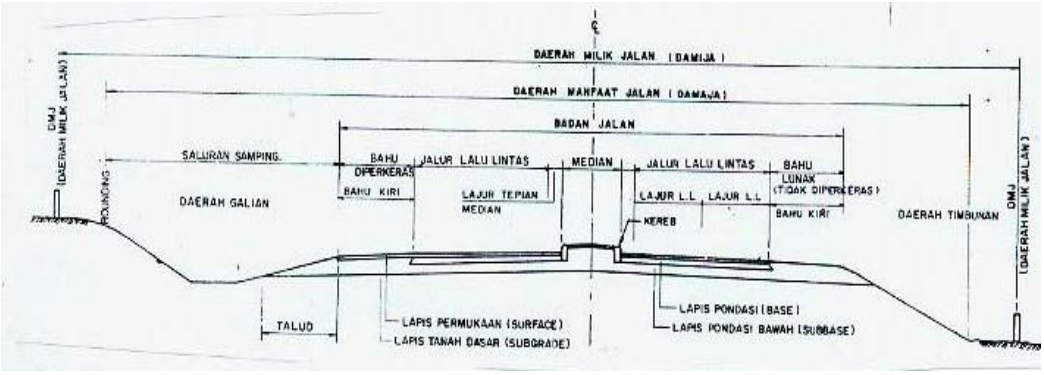
I=kemiringan selokan samping

Gambar 2.37 Penampang Melintang Jalan Tanpa Median



(Sumber : Silvi Sukirman,1999)

Gambar 2.6. Penampang Melintang Jalan Dengan Median



(Sumber : Silvi Sukirman,1999)

Tabel 1 Kemiringan Melintang Normal Beberapa Jenis Perkerasan Jalan

No.	Jenis lapis permukaan jalan	Kemiringan melintang normal-i (%)
1.	beraspal, beton	2% - 3%
2.	Japat	4% - 6%
3.	Kerikil	3% - 6%
4.	Tanah	4% - 6%

Gambar 1 Kemiringan Melintang Normal pada Daerah Datar dan Lurus