

## **BAB II**

### **DASAR TEORI**

#### **2.1. Tinjauan Pustaka**

Jalan sebagai prasarana transportasi, dibuat untuk menyalurkan berbagai moda transport jalan yang bergerak dari asalnya ke tujuannya. Moda transportasi seperti mobil penumpang, bus, dan truck, merupakan alat untuk melakukan perpindahan orang dan barang. Dalam kaitan ini, jalan direncanakan untuk menyalurkan aliran dari berbagai klasifikasi kendaraan sesuai fungsinya.

Provinsi Jawa Tengah merupakan salah satu provinsi yang cukup strategis dalam upaya pengembangan ekonomi nasional yang perlu didukung dengan adanya jalur pergerakan secara nasional atau internasional baik melalui transportasi darat, laut maupun udara. Hal ini perlu dilakukan guna mempromosikan dan memasarkan potensi andalan yang ada, jaminan investasi yang menjanjikan, serta penyediaan sarana dan prasarana transportasi yang dapat melayani pola pergerakan barang dan/atau orang dengan aman, nyaman dan lancar.

#### **2.2. Landasan Teori**

Dalam perencanaan ini yang menyangkut hal pembuatan jalan akan disajikan sedemikian rupa sehingga memperoleh jalan sesuai dengan fungsi dan kelas jalan. Hal yang akan disajikan dalam penulisan ini adalah :

##### **2.2.1 Perencanaan geometrik jalan**

Dalam perencanaan geometrik jalan raya pada penulisan ini mengacu pada tata cara Perencanaan Geometrik Jalan Antar Kota (TPGJAK) Tahun 1997 dan Peraturan Perencanaan Geometrik dikeluarkan oleh Kementerian Pekerjaan umum Direktorat Jenderal Bina Marga. Perencanaan geometrik ini akan membahas beberapa hal antara lain :

##### **a. Aliemen Horisontal**

Alinemen (Garis Tujuan) horisontal merupakan trase jalan yang terdiri dari:

1. Garis lurus (Tangent), merupakan jalan bagian lurus.
2. Lengkungan horisontal yang disebut tikungan yaitu:
  - a. Full – Circle
  - b. Spiral – circle – Spiral
  - c. Spiral – Spiral

3. Pelebaran perkerasan pada tikungan.
4. Kebebasan samping pada tikungan

**b. Alinemen Vertikal**

Alinemen Vertikal adalah bidang tegak yang melalui sumbu jalan atau proyeksi tegak lurus bidang gambar. Profil ini menggambarkan tinggi rendahnya jalan terhadap muka tanah asli.

**c. Stationing**

**d. Overlapping**

**2.2.2 Perencanaan Tebal Perkerasan Lentur**

Penulisan ini membahas tentang perencanaan jalan yang menghubungkan dua daerah. Untuk menentukan tebal perkerasan direncanakan sesuai dengan petunjuk Perencanaan tebal perkerasan lentur jalan raya dengan metode analisis komponen Kementerian Pekerjaan Umum Dinas Bina Marga. Satuan perkerasan yang dipakai adalah sebagai berikut :

1. Lapis Permukaan (*Surface course*): Laston
2. Lapis Pondasi Atas (*Base Course*) : Batu Pecah Kelas B
3. Lapis Pondasi Bawah (*Sub Base course*): Sirtu Kelas B

**2.3. Volume lalu lintas**

Volume lalu lintas yang akan menggunakan jalan dinyatakan dalam Satuan Massa Penumpang (SMP) yang besarnya menunjukkan jumlah lalu lintas harian rata – rata untuk kedua jurusan.

Klasifikasi jalan di Indonesia menurut Dinas Pekerjaan Umum dalam Tata Cara Perencanaan Geometrik Jalan Antar Kota (TPGJAK) No: 038 / T/ BM / 1997, disusun pada tabel berikut:

Tabel 2.1 Ketentuan Klasifikasi Menurut Kelas Jalan.

<b>Fungsi</b>	<b>Kelas</b>	<b>Muatan Sumbu Terberat (MST)Ton</b>
Arteri	I	>10
	II	10
	IIIA	8
Kolektor	IIIA	8
	IIIB	

Sumber : TPGJAK No 038/T/BM/1997

Klasifikasi menurut wewenang pembinaan jalan (administrasi) sesuai PP.No.26/1985 :Jalan Nasional, Jalan Propinsi, Jalan Kabupaten/ Kotamadya, Jalan desadan Jalan khusus. Keterangan : Datar (D), Perbukitan (B) dan Pegunungan (G).

## **2.4. Tingkat Pelayanan Yang Diinginkan**

Jalan mempunyai fungsi sebagai alat penghubung di bidang sosial, ekonomi, politik, militer dan kebudayaan. Klasifikasi jalan dapat terbagi menjadi 3 macam antara lain:

### **A. Jalan Arteri**

1. Jalan Arteri adalah jalan yang melayani angkutan dengan ciri-ciri perjalanan jarak jauh, kecepatan rata-rata tinggi dan jumlah jalan masuk dibatasi secara efisien.
2. Jalan Arteri Primer adalah jalan yang menghubungkan kota jenjang kota kesatu yang terletak berdampingan, atau menghubungkan kota jenjang kesatu dengan kota jenjang kedua.
3. Jalan Arteri Sekunder adalah jalan yang menghubungkan kawasan primer dengan kawasan sekunder kesatu atau menghubungkan kawasan sekunder kesatu dengan kawasan sekunder kesatu atau menghubungkan kawasan sekunder kesatu dengan kawasan sekunder kedua.

### **B. Jalan Kolektor**

1. Jalan Kolektor adalah jalan yang melayani angkutan pengumpulan/ pembagian dengan ciri-ciri perjalanan jarak sedang, kecepatan rata-rata sedang, dan jumlah jalan masuk dibatasi.
2. Jalan Kolektor Primer adalah Jalan yang menghubungkan jenjang kedua dengan kota jenjang kedua atau menghubungkan kota jenjang kedua dengan jenjang ketiga.
3. Jalan Kolektor Sekunder adalah jalan yang menghubungkan kawasan sekunder kedua dengan kawasan sekunder kedua atau menghubungkan kawasan sekunder kedua dengan kawasan sekunder ketiga.

### **C. Jalan Lokal**

4. Jalan Lokal adalah jalan yang melayani angkutan setempat dengan ciri-ciri perjalanan dekat, kecepatan rata-rata rendah, dan jumlah masuk jalan tidak dibatasi.
5. Jalan Lokal Primer adalah jalan yang menghubungkan kota jenjang kesatu dengan persil atau menghubungkan kota jenjang ketiga dengan kota jenjang ketiga, atau

dengan jenjang dibawahnya, kota jenjang ketiga dengan persil, atau kota bawah jenjang ketiga sampai persil.

6. Jalan Lokal Sekunder adalah jalan yang menghubungkan kawasan sekunder kesatu dengan perumahan, menghubungkan kawasan sekunder kedua dengan perumahan kawasan sekunder ketiga dan seterusnya sampai ke perumahan.

## 2.5. Kendaraan Rencana

### 1. Kendaraan Ringan/ Kecil (LV)

Kendaraan ringan/ kecil adalah kendaraan bermotor ber as dua dengan empat roda dan dengan as 2,0 – 3,0 ( meliputi : mobil penumpang, oplet, microbus, pick up, dan truck kecil sesuai sistem klasifikasi Dinas Pekerjaan Umum).

### 1. Kendaraan Sedang (MV)

Kendaraan bermotor dengan dua gandar, dengan jarak 3,5 -5,0 (termasuk bus kecil, truck 2 as dengan enam roda, sesuai dengan klasifikasi Dinas Pekerjaan Umum).

### 2. Kendaraan Berat/ Besar (HV)

#### a. Bus Besar

Bus dengan dua tiga gandar dengan jarak as 5,0 -6,0

#### b. Truck Besar

Truck tiga gandar dan truck kombinasi tiga, jarak gandar (gandar pertama kedua) < 3,5 m (sesuai sistem klasifikasi Dinas Pekerjaan Umum)

### 3. Sepeda Motor (MC)

Kendaraan bermotor dengan beroda 2 atau 3 (meliputi : sepeda motor, dan kendaraan roda tiga sesuai klasifikasi Dinas Pekerjaan Umum).

### 4. Kendaraan Tak Bermotor

Kendaraan dengan roda yang digerakkan oleh orang atau hewan (meliputi : sepeda, becak, kereta kuda, dan kereta dorong sesuai klasifikasi Dinas Pekerjaan Umum).

*Catatan : Kendaran tak bermotor tidak dianggap sebagai bagian dari arus lalu lintas tetapi unsur hambatan samping.*

Tabel 2.2 Dimensi Kendaraan Rencana

KATEGORI KENDARAAN RENCANA	DIMENSI KENDARAAN (cm)			TONJOLAN (cm)		RADIUS PUTAR (cm)		RADIUS TONJOLAN ( cm )
	Tinggi	Lebar	Panjang	Depan	Belakang	Minimum	Maksimum	
Kecil	130	210	580	90	150	420	730	780
Sedang	410	260	1210	210	240	740	1280	1410
Besar	410	260	2100	120	90	290	1400	1370

Sumber : TPGJAK No 038/T/BM/1997

## 2.6 Kecepatan Rencana ( $V_R$ )

$V_R$  adalah kecepatan rencana pada suatu ruas jalan yang dipilih sebagai dasar perencanaan geometrik jalan yang memungkinkan kendaraan bergerak dengan aman dan nyamandalam kondisi cuaca yang cerah, lalu lintas yang lengang dan pengaruh samping jalan yang tidak berarti,  $V_R$  untuk masing-masing fungsi jalan yang dapat ditetapkan dari tabel :

Tabel 2.3 Kecepatan Rencana ( $V_r$ ) sesuai klasifikasi fungsi dan klasifikasi medan

Fungsi	Kecepatan Rencana, $V_r$ , 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 : TPGJAK No 038/T/BM/1997

Catatan : Untuk kondisi medan yang sulit,  $V_R$  suatu segmen jalan dapat diturunkan dengan syarat bahwa penurunan tersebut tidak lebih dari 20 km/ jam

## 2.7. Merencanakan Geometrik Jalan

### 2.7.1. Trase Jalan

Pada gambar trase jalan akan terlihat apakah jalan tersebut merupakan jalan lurus, menikung ke kiri, atau ke kanan. Sumbu jalan terdiri dari serangkaian garis lurus lengkung berbentuk lingkaran, atau lengkung peralihan dari bentuk garis lurus berbentuk busur lingkaran. Perencanaan geometrik jalan menfokuskan pada pemilihan letak dan panjang dari bagian-bagian sesuai dengan kondisi medan sehingga terpenuhi kebutuhan akan pengoperasian lalu lintas dan keamanan.

### 2.7.2. Gambar Potongan Memanjang dan Melintang

Pada gambar potongan melintang akan terlihat apakah jalan tersebut tanpa kelandaian, mendaki, ataupun menurun. Pada perencanaan ini yang dipertimbangkan adalah bagaimana meletakkan sumbu jalan sesuai kondisi medan dengan memperhatikan sifat operasi kendaraan, keamanan, jarak pandang, dan fungsi jalan. Penampang melintang berkaitan pula dengan pekerjaan tanah yang mungkin menimbulkan galian dan timbunan. Penampang melintang jalan merupakan potongan melintang tegak lurus jalan. Potongan melintang jalan merupakan potongan melintang tegak lurus sumbu jalan. Pada potongan melintang jalan dapat terlihat bagian - bagian jalan.

Bagian – bagian jalan yang utama dapat dikelompokkan sebagai berikut :

a. Bagian langsung yang berguna untuk lalu lintas

1. Jalur lalu lintas

Jalur lalu lintas adalah keseluruhan bagian perkerasan jalan yang diperlukan untuk lalu lintas kendaraan. Jalur lalu lintas terdiri dari beberapa jalur (*lane*) kendaraan. Lajur kendaraan yaitu bagian dari lajur jalan yang khusus untuk dilewati oleh suatu rangkaian beroda empat atau lebih dalam satu arah. Jadi jumlah lajur minimal untuk 2 arah adalah 2 dan pada umumnya disebut sebagai jalan 2 lajur 2 arah. Jalur lalu lintas untuk 1 arah minimal 1 lajur lalu lintas.

2. Lajur lalu lintas

Lebar lajur lalu lintas merupakan bagian yang paling menentukan lebar melintang jalan secara keseluruhan. Besarnya lebar lalu lintas hanya dapat ditentukan dengan pengamatan langsung dilapangan karena :

- a. Lintasan kendaraan yang satu tidak mungkin akan dapat diikuti oleh lintasan kendaraan lain dengan cepat.

- b. Lajur lalu lintas mungkin tepat sama dengan lebar kendaraan maksimum. Untuk keamanan dan kenyamanan setiap pengemudi membutuhkan ruang gerak antara kendaraan.
- c. Lintasan kendaraan tidak mungkin dibuat tetap sejajar sumbu lalu lintas, karena selama bergerak akan mengalami gaya – gaya samping seperti tidak rata permukaan, gaya sentrifugal ditikungan, dan gaya angin akibat kendaraan lain yang menyiap.

Lebar lajur lalu lintas merupakan lebar kendaraan ditambah dengan ruas bebas antara kendaraan yang besarnya sangat ditentukan oleh keamanan dan kenyamanan yang diharapkan. Pada jalan lokal (kecepatan rendah) lebar jalan minimum 5,50 m (2 x 2,75) cukup memadai untuk jalan 2 lajur dengan 2 arah. Dengan pertimbangan biaya yang tersedia lebar 5 m pun masih diperkenankan. Jalan arteri yang direncanakan untuk kecepatan tinggi mempunyai lebar lajur lalu lintas lebih besar dari 3,25 m sampai 3,50 m.

### 3. Bahu Jalan

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

- a. Ruang untuk tempat berhenti sementara kendaraan yang mogok atau sekedar berhenti untuk beristirahat.
- b. Ruang untuk menghindarkan diri dari saat – saat darurat, sehingga dapat mencegah terjadinya kecelakaan.
- c. Memberikan kelegaan pada pengemudi, dengan demikian dapat meningkatkan kapasitas jalan yang bersangkutan.
- d. Memberikan sokongan pada konstruksi perkerasan jalan dari arah samping.
- e. Ruang pembantu pada waktu mengadakan pekerjaan perbaikan atau pemeliharaan jalan (tempat penempatan alat – alat dan penimbunan material)
- f. Ruang untuk lalu lintasan kendaraan – kendaraan patroli, yang sangat dibutuhkan pada keadaan darurat seperti terjadinya kecelakaan.

### 4. Trotoar ( Jalur pejalan kaki/ *side walk*), apabila tidak tersedia khusus pejalan kaki.

Trotoar adalah yang terletak berdampingan pada jalur lalu lintas yang khusus dipergunakan untuk pejalan kaki (pendestrian). Untuk keamanan pejalan kaki maka trotoar harus dibuat terpisah dari jalur lalu lintas oleh struktur fisik berupa kereb. Trotoar adalah jalur yang terletak berdampingan dengan jalur lalu lintas yang khusus



dipergunakan untuk pejalan kaki yang diinginkan, dan fungsi jalan. Untuk itu lebar 1,5 – 2,0 m merupakan nilai umum yang digunakan.

#### 5. Median

Pada arus lalu lintas yang tinggi sering kali dibutuhkan median guna memisahkan arus lalu lintas yang berlawanan arah. Jadi median adalah jalur yang terletak ditengah jalan yang membagi jalan dalam masing – masing arah. Lebar median bervariasi 1,0 – 1,2 m. Median dengan lebar sampai 5 m sebaiknya ditinggikan dengan kereb atau dilengkapi dengan pembatas agar tidak dilanggar kendaraan.

Fungsi Median :

1. Menyediakan daerah netral yang cukup lebar dimana pengemudi masih dapat mengontrol kendaraan pada saat – saat darurat.
  2. Menyediakan jarak yang cukup untuk membatasi/mengurangi kesilauan terhadap lampu besar dari kendaraan yang berlawanan arah.
  3. Menambah rasa kelegaan, kenyamanan dan keindahan bagi setiap pengemudi.
  4. Mengamankan kebebasan samping masing – masing arah lalu lintas.
- b. Bagian yang berguna untuk drainase jalan

#### 1. Saluran samping

Saluran samping berbentuk trapesium atau persegi panjang. Untuk daerah perkotaan dimana daerah pembebasan jalan sudah terbatas, maka saluran samping dapat dibuat persegi panjang dari konstruksi beton dan ditempatkan dibawah trotoar. Saluran samping berguna untuk :

- a. Mengalirkan air dari permukaan perkerasan jalan atau pun dari bagian luar jalan.
- b. Menjaga supaya konstruksi jalan selalu berada dalam keadaan kering tidak terendam air.

#### 2. Kemiringan Melintang jalur lalu lintas

Talud jalan umumnya dibuat 2 H : 1 V, tetapi untuk tanah – tanah yang mudah longsor talud, seperti daerah pegunungan, perbukitan. Jalan tersebut harus dibuat sesuai dengan besarnya landai yang aman. Berdasarkan keadaan tanah lokasi tersebut, mungkin saja dibuat beronjong, tembok penahan tanah, bertingkat (brem) atau pun hanya ditutupi rumput saja.

Keterangan :

H = Tinggi Talud

V = Kemiringan Talud



3. Kemiringan melintang bahu
  4. Kemiringan tegak
- c. Bagian pelengkap jalan

1. Kereb

Kereb adalah penonjolan atau peninggian tepi perkerasan atau bahu jalan, yang terutama dimaksudkan untuk keperluan – keperluan drainase, mencegah keluarnya kendaraan dari tepi perkerasan, dan memberikan ketegasan tepi perkerasan.

2. Pengaman tepi

d. Bagian konstruksi jalan

1. Lapisan perkerasan jalan
2. Lapisan pondasi atas
3. Lapisan pondasi bawah
4. Lapisan tanah dasar

e. Daerah manfaat jalan (DAMAJA)

Daerah Manfaat Jalan adalah ruang sepanjang jalan yang dibatasi oleh lebar, tinggi dan kedalaman ruang bebas yang diperuntukan bagi median, perkerasan jalan, jalur pemisah, bahu jalan, saluran tepi jalan, trotoar, lereng, ambang pengaman, dan bangunan pelengkap jalan, antara lain :

- a. Lebar antara batas ambang pengaman konstruksi jalan di kedua sisi jalan
- b. Tinggi 5 meter diatas permukaan perkerasan pada sumbu jalan
- c. Kedalaman ruang bebas 1,5 m dibawah muka jalan

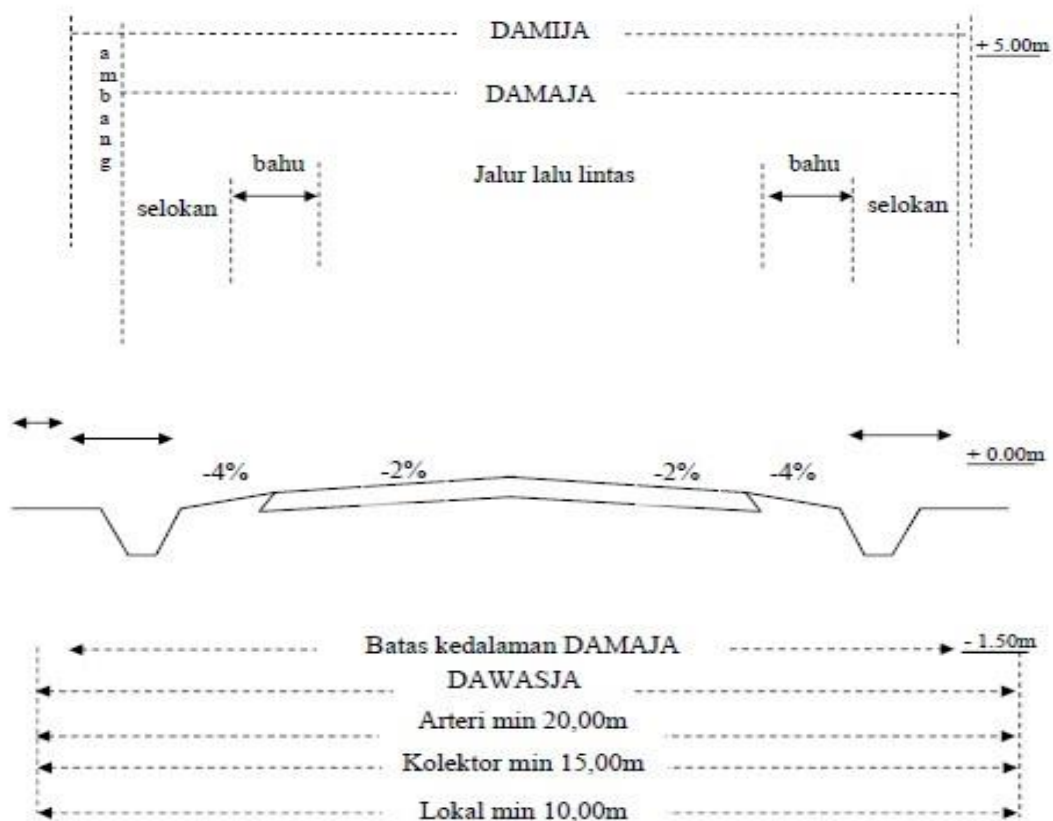
f. Daerah milik jalan (DAMIJA)

Daerah Milik Jalan adalah ruang sepanjang jalan yang dibatasi oleh lebar dan tinggi tertentu yang diperuntukan bagi DAMAJA dan pelebaran jalan maupun penambahan jalur lalu lintas dikemudian hari.

g. Daerah pengawasan jalan ( DAWASJA)

Daerah Pengawasan Jalan adalah ruang sepanjang jalan di luar jalan DAMIJA yang dibatasi oleh tinggi dan lebar tertentu dan diperuntukan bagi pandangan bebas pengemudi dan pengaman konstruksi jalan, diukur dari sumbu jalan sesuai dengan fungsi jalan :

1. Jalan Arteri minimum 20 meter
2. Jalan Kolektor minimum 15 meter
3. Jalan Lokal minimum 10 meter



Sumber: TPGJAK no.038/T/BM/1997

Gambar 2.1 DAMAJA, DAMIJA, DAWASJA, di lingkungan jalan antar kota



Tabel 2.4 Penentuan lebar jalur dan bahu

Kelas Jalan	Lebar jalur (m)		Lebar bahu sebelah luar (m)			
	Disarankan	Minimum	Tanpa trotoar		Ada trotoar	
			Disarankan	Minimum	Disarankan	Minimum
I	3,60	3,50	2,50	2,00	1,00	0,50
II	3,60	3,00	2,00	2,00	0,50	0,25
IIIA	3,60	2,75	2,00	2,00	0,50	0,25
IIIB	3,60	2,75	2,00	2,00	0,50	0,25
IIIC	3,60	*)	1,50	0,50	0,50	0,25

Sumber: TPGJAK no.038/T/BM/1997

Keterangan : \*) jalan 1-jalur-2 arah, lebar 4,50 m

Tabel 2.5 Penentuan lebar jalur dan bahu pada kelas 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 x 3,5*)	2,5	2x7,0*)	2,0	2n x 3,5*)	2,0	**)	**)	-	-	-	-

Sumber: TPGJAK no.038/T/BM/1997

Keterangan: \*\*) = Mengacu pada persyaratan ideal

\*) = 2 jalur terbagi, masing – masing  $n \times 3,5m$ , di mana  $n$  = Jumlah lajur per jalur

- = Tidak ditentukan

## 2.8. Alinemen Horizontal

Pada perencanaan Alinyemen horisontal, umumnya akan ditemui dua bagian jalan, yaitu : bagian lurus dan bagian lengkung atau umum disebut tikungan yang terdiri dari 3 jenis tikungan yang digunakan, yaitu :

- Lingkaran ( *Full Circle* = F-C)
- Spiral – Lingkaran-Spiral ( *Spiral- Circle- Spiral* = S-C-S )
- Spiral-Spiral* ( S-S )

### 2.8.1. Panjang Bagian Lurus

Panjang maksimum bagian lurus harus dapat ditempuh dalam waktu  $\leq 2,5$  menit (Sesuai  $V_r$ ), dengan pertimbangan keselamatan pengemudi akibat dari kelelahan.

Tabel 2.6 Panjang Bagian Lurus Maksimum

Fungsi	Panjang Bagian Lurus Maksimum ( m )		
	Datar	Bukit	Gunung
Arteri	3.000	2.500	2.000
Kolektor	2.000	1.750	1.500

Sumber : TPGJAK No 038/T/BM/1997

### 2.8.2 . Tikungan

#### a. Jari – Jari Tikungan Minimum

Agar kendaraan stabil saat melalui tikungan, perlu dibuat suatu kemiringan melintang jalan pada tikungan yang disebut superelevasi (e). Pada saat kendaraan melalui daerah superelevasi, akan terjadi gesekan arah melintang jalan antara ban kendaraan dengan permukaan aspal yang menimbulkan gaya gesekan melintang. Perbandingan gaya gesekan dengan gaya normal disebut koefisien gesekan melintang.

Rumus penghitungan lengkung horizontal dari buku TPGJAK :

$$R_{min} = \frac{V_r^2}{127 \times (e+f)} \dots \dots \dots (1)$$

$$Dd = \frac{1432,4}{Rd} \dots \dots \dots (2)$$

Keterangan :  $Rd$  : Jari-jari lengkung (m)

$Dd$  : Derajat lengkung (o)

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

$$f_{mak} = 0,192 - ( 0.00065 \times V_r ) \dots \dots \dots (3)$$

$$R_{min} = \frac{V_r^2}{127(e_{maks}+f_{maks})} \dots \dots \dots (4)$$

$$D_{maks} = \frac{181913,53(e_{maks}+f_{maks})}{V_r^2} \dots \dots \dots (5)$$

Keterangan :  $R_{min}$  : Jari-jari tikungan minimum, (m)

$V_r$  : Kecepatan kendaraan rencana, (km/jam)

$e_{maks}$  : Superelevasi maksimum, (%)

$f_{maks}$  : Koefisien gesekan melintang maksimum

Dd : Derajat lengkung (°)

Dmaks : Derajat maksimum

Untuk perhitungan, digunakan emaks = 10 % sesuai tabel

Tabel 2.7 Panjang jari-jari minimum (dibulatkan) untuk emaks = 10%

VR (km/jam)	120	100	80	60	50	40	30	20
Jari jari Minimum Rmin (m)	600	370	210	110	80	50	30	15

Sumber : TPGJAK No 038/T/BM/1997

Untuk kecepatan rencana < 80 km/jam berlaku  $f_{maks} = - 0,00065 V + 0,192$

80 – 112 km/jam berlaku  $f_{maks} = - 0,00125 V + 0,24$

#### b. Lengkung Peralihan (Ls)

Lengkung peralihan adalah lengkung yang berfungsi untuk menstabilkan kendaraan ketika melewati suatu tikungan simpangan yang tajam, sehingga kendaraan masih dapat tetap berada pada lajur jalannya ketika melalui tikungan yang tajam. Bentuk lengkung peralihan dapat berupa parabola atau spiral. Panjang lengkung peralihan (Ls) ditetapkan atas pertimbangan sebagai berikut :

1. Lama waktu perjalanan di lengkung peralihan perlu dibatasi untuk menghindari kesan perubahan aliyemen yang mendadak, ditetapkan 3 detik.
2. Gaya sentrifugal yang bekerja pada kendaraan dapat diantisipasi berangsur-angsur pada lengkung peralihan dengan aman.
3. Tingkat perubahan kelandaian melintang jalan dari bentuk kelandaian normal kelandaian superelevasi penuh tidak boleh melampaui  $r_{e-max}$ .

Di sisi lain dengan adanya lengkung peralihan, pengemudi dapat dengan mudah mengikuti lajur yang telah disediakan untuknya, tanpa melintasi jalur lain yang berdampingan.

Beberapa keunggulan dari penggunaan lengkung peralihan pada aliyemen horisontal :

- a. Memungkinkan mengadakan perubahan dari lereng jalan normal kemiringan sebesar superelevasi secara berangsur-angsur, sesuai dengan gaya sentrifugal yang timbul.
- b. Memungkinkan mengadakan peralihan pelebaran perkerasan yang diperlukan jalan lurus kebutuhan lebar perkerasan pada tikungan – tikungan yang tajam.
- c. Menambah keamanan dan kenyamanan bagi pengemudi karena sedikit kemungkinan pengemudi keluar dari lajur.

- d. Menambah keindahan bentuk dari jalan tersebut, menghindari kesan patahnya jalan dari batasan bagian lurus dan busur lingkaran.

Dengan adanya lengkung peralihan, maka tikungan menggunakan jenis S-C-S. Panjang lengkung peralihan ( $L_s$ ), menurut Tata Cara Perencanaan Geometrik Jalan Antar Kota, 1997, diambil nilai yang terbesar dari 3 persamaan di bawah ini :

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

$$L_s = \frac{V_r}{3,6} \times T \dots\dots\dots(6)$$

- 2) Berdasarkan antisipasi gaya sentrifugal, digunakan rumus *Modifikasi Shortt*:

$$L_s = 0,022 \times \frac{V_r^3}{R_{dxc}} - 2,727 \times \frac{V_r \times e \times d}{c} \dots\dots\dots(7)$$

- 3) Berdasarkan tingkat pencapaian perubahan kelandaian

$$L_s = \frac{(e_m - e_n)}{3,6 \times r_e} \times V_r \dots\dots\dots(8)$$

- 4) Sedangkan Rumus Dinas Pekerjaan Umum

$$L_s = \frac{W}{2} \times (e_n + e \times t_j d) \times m \dots\dots\dots(9)$$

Keterangan :

T = Waktu tempuh = 3 detik

Rd = Jari-jari busur lingkaran (m)

C = Perubahan percepatan 0,3-1,0 disarankan 0,4 m/det<sup>2</sup>

$r_e$  = Tingkat pencapaian perubahan kelandaian melintang jalan, sebagai berikut:

Untuk  $V_r \leq 70$  km/jam Untuk  $V_r \geq 80$  km/jam

$r_e \text{ mak} = 0,035$  m/m/det       $r_e \text{ mak} = 0,025$  m/m/det

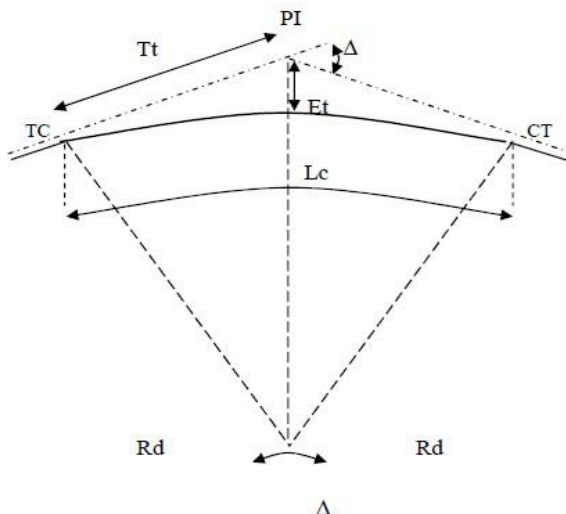
$e$  = Superelevasi

$e_m$  = Superelevasi Maksimum

$e_n$  = Superelevasi Normal

- c. Jenis Tikungan dan Diagram Superelevasi

1. Bentuk busur lingkaran Full Circle (F-C)



Gambar 2.2 Lengkung *Full Circle*

Sumber: TPGJAK no.038/T/BM/1997

Keterangan :

Δ= Sudut Tikungan

O = Titik Pusat Tikungan

TC = Tangen to Circle

CT = Circle to Tangen

Rd = Jari-jari busur lingkaran

Tt = Panjang tangen (jarak dari TC ke PI atau PI ke TC)

Lc = Panjang Busur Lingkaran

Ec = Jarak Luar dari PI ke busur lingkaran

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

Tabel 2.8 Jari-jari tikungan yang tidak memerlukan lengkung peralihan

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

Sumber : TPGJAK No 038/T/BM/1997

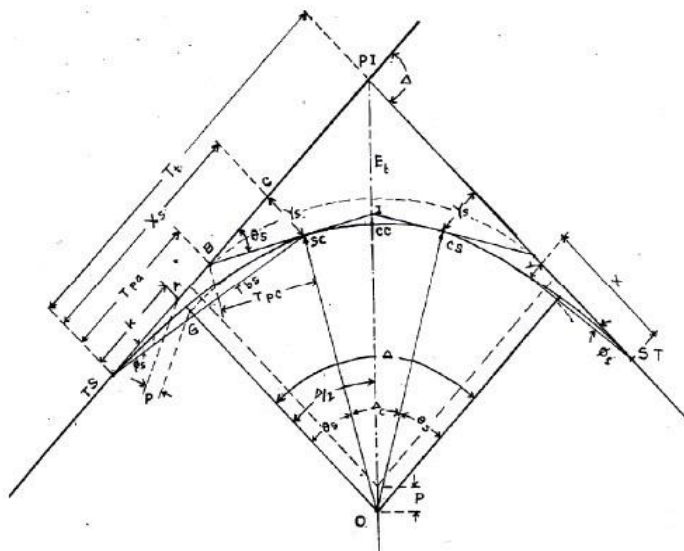
$$Tc = Rc \tan \frac{1}{2} \Delta \dots\dots\dots(10)$$

$$Ec = Tc \tan \frac{1}{4} \Delta \dots\dots\dots(11)$$



$$L_c = \frac{\Delta 2\pi R_c}{360^\circ} \dots\dots\dots(12)$$

2. Tikungan *Spiral-Circle-Spiral* (S-C-S)



Sumber: TPGJAK no.038/T/BM/1997

Gambar 2.3 Lengkung *Spiral-Circle-Spiral*

Keterangan gambar :

Xs = Absis titik SC pada garis tangen, jarak dari titik ST ke SC

Ys = Jarak tegak lurus ketitik SC pada lengkung

Ls = Panjang dari titik TS ke SC atau CS ke ST

Lc = Panjang busur lingkaran (panjang dari titik SC ke CS)

Ts = Panjang tangen dari titik PI ke titik TS atau ke titik ST

TS = Titik dari tangen ke spiral

SC = Titik dari spiral ke lingkaran

Es = Jarak dari PI ke busur lingkaran

θs = Sudut lengkung spiral

Rd = Jari-jari lingkaran

p = Pergeseran tangen terhadap spiral

k = Absis dari p pada garis tangen spiral

Rumus-rumus yang digunakan :

$$- \theta_s = \frac{L_s \times 360}{2 \times R_d \times 2\pi} \dots\dots\dots(13)$$

-  $\Delta c = \Delta PI - (2 \times \theta_s)$  .....(14)

-  $X_s = L_s \times \left(1 - \frac{L_s^2}{40 \times R \Delta}\right)$  .....(15)

-  $Y_s = \frac{L_s^2}{6 \times R \Delta}$  .....(16)

-  $P = Y_s - R \Delta \times (1 - \cos \theta_s)$  .....(17)

-  $K = X_s - R \Delta \times \sin \theta_s$  .....(18)

-  $E_t = \frac{R \Delta + p}{\cos(1/2 \Delta)} - R_r$  .....(19)

-  $T_t = (R \Delta + p) \times \tan(1/2 \Delta PI) + K$  .....(20)

-  $L_c = \frac{\Delta c \times \pi \times R \Delta}{180}$  .....(21)

-  $L_{tot} = L_c + (2 \times L_s)$  .....(22)

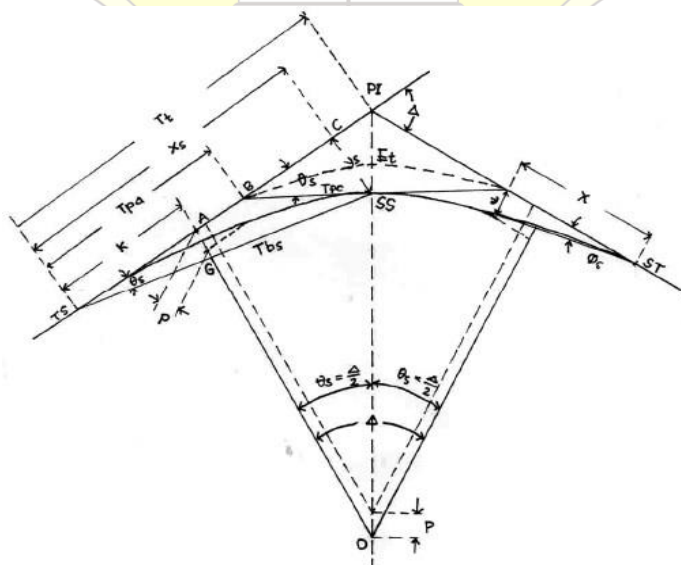
Jika P yang dihitung dengan rumus di bawah, maka ketentuan tikungan yang digunakan bentuk S-C-S.

$P = \frac{L_s^2}{24 R \Delta} < 0,25 \text{ m}$  .....(23)

Untuk  $L_s = 1,0 \text{ m}$  maka  $p = p'$  dan  $k = k'$

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

3. Tikungan Spiral-Spiral (S-S)



Sumber: TPGJAK no.038/T/BM/1997

Gambar 2.4 Lengkung Spiral-Spiral

Untuk bentuk spiral-spiral berlaku rumus sebagai berikut:

$L_c = 0$  dan  $\theta_s = 1/2 \Delta PI$  .....(24)

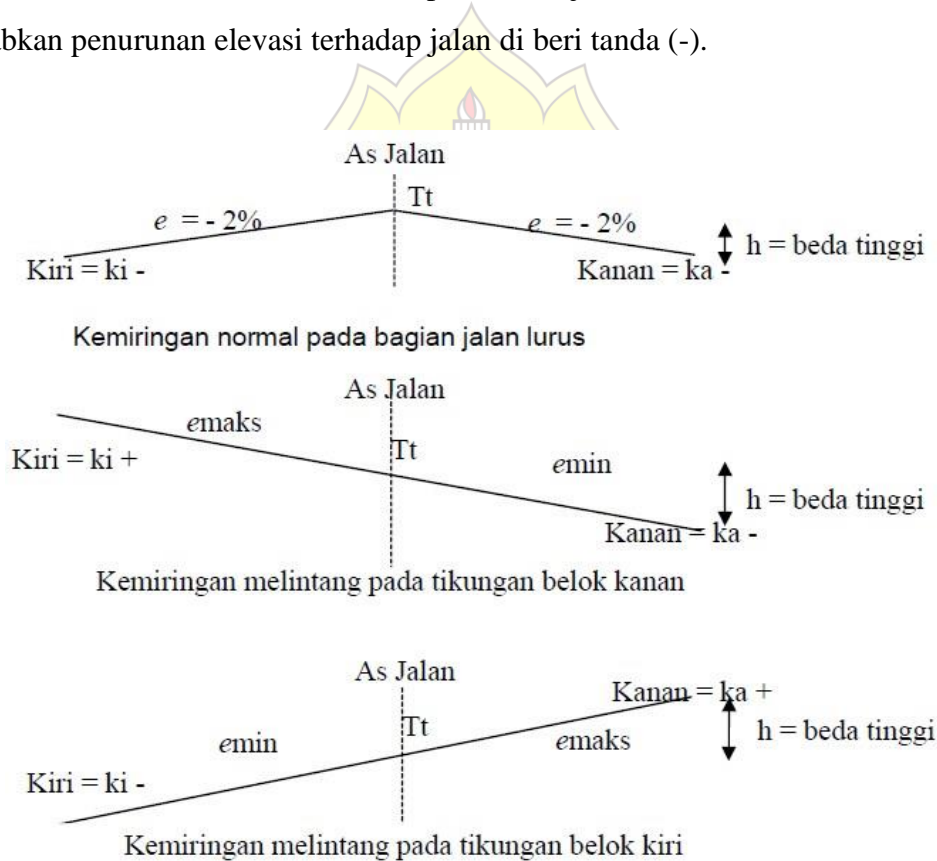
$$L_{tot} = 2 \times L_s \dots\dots\dots(25)$$

Untuk menentukan  $\theta$ s rumus sama dengan lengkung peralihan.

$$L_c = \frac{\Delta c \times \pi \times R_d}{90} \dots\dots\dots(26)$$

**2.8.3. Diagram Superelevasi**

Superelevasi adalah kemiringan melintang jalan pada daerah tikungan. Untuk bagian jalan lurus, jalan mempunyai kemiringan melintang yang biasa disebut lereng normal atau *Normal Crown* yaitu diambil minimum 2 % baik sebelah kiri maupun sebelah kanan AS jalan. Hal ini dipergunakan untuk system drainase aktif. Harga elevasi ( $e$ ) yang menyebabkan kenaikan elevasi terhadap sumbu jalan di beri tanda (+) dan yang menyebabkan penurunan elevasi terhadap jalan di beri tanda (-).



Sumber :TPGJAK no.038/T/BM/1997  
Gambar 2.5 Diagram Superelevasi

Sedangkan yang dimaksud diagram superelevasi adalah suatu cara untuk menggambarkan pencapaian kemiringan dari lereng normal ke kemiringan melintang maksimum (Super Elevasi). Diagram superelevasi pada ketinggian bentuknya tergantung dari bentuk lengkung yang bersangkutan.

Metode untuk melakukan superelevasi yaitu merubah lereng potongan melintang, dilakukan dengan bentuk profil dari tipe perkerasan yang dibundarkan, tetapi disarankan untuk cukup mengambil garis lurus saja, ada 3 cara untuk mendapatkan super elevasi :

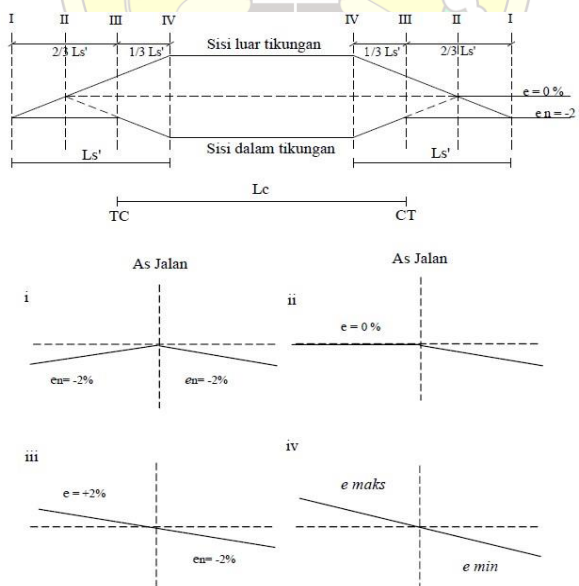
- a. Memutar perkerasan jalan terhadap profil sumbu.
- b. Memutar perkerasan jalan terhadap tepi jalan sebelah dalam.
- c. Memutar perkerasan jalan terhadap tepi jalan sebelah luar.

Pada kecepatan tertentu superelevasi maksimum dan asumsi dari faktor gesekan maksimum bersama – sama menirukan jari – jari minimum yang diperoleh beberapa faktor yaitu :

- a. Kondisi cuaca
- b. Kondisi lapangan, datar atau pegunungan
- c. Tipe dari daerah pedalaman atau kota
- d. Sering terhadap kendaraan yang berjalan lambat

Superelevasi maksimum untuk jalan raya terbuka pada umumnya 0,12 dimana penggunaanya terbatas yang tidak bersalju. Jadi, superelevasi diperlukan untuk menjaga kestabilan kendaraan saat melewati tikungan.

- a. Diagram superelevasi Full-Circle menurut Dinas Pekerjaan Umum



Sumber : TPGJAK no.038/T/BM/1997

Gambar 2.6. Diagram Superelevasi Full Circle.

Ls pada tikungan Full-Circle ini sebagai Ls bayangan yaitu untuk perubahan kemiringan secara berangsur-angsur dari kemiringan normal ke maksimum atau minimum.

$$Ls = \frac{W}{2} \times m \times (en + ed) \dots \dots \dots (27)$$

Keterangan :  $L_s$  = Lengkung peralihan.

$W$  = Lebar perkerasan.

$m$  = Jarak pandang.

$e_n$  = Kemiringan normal.

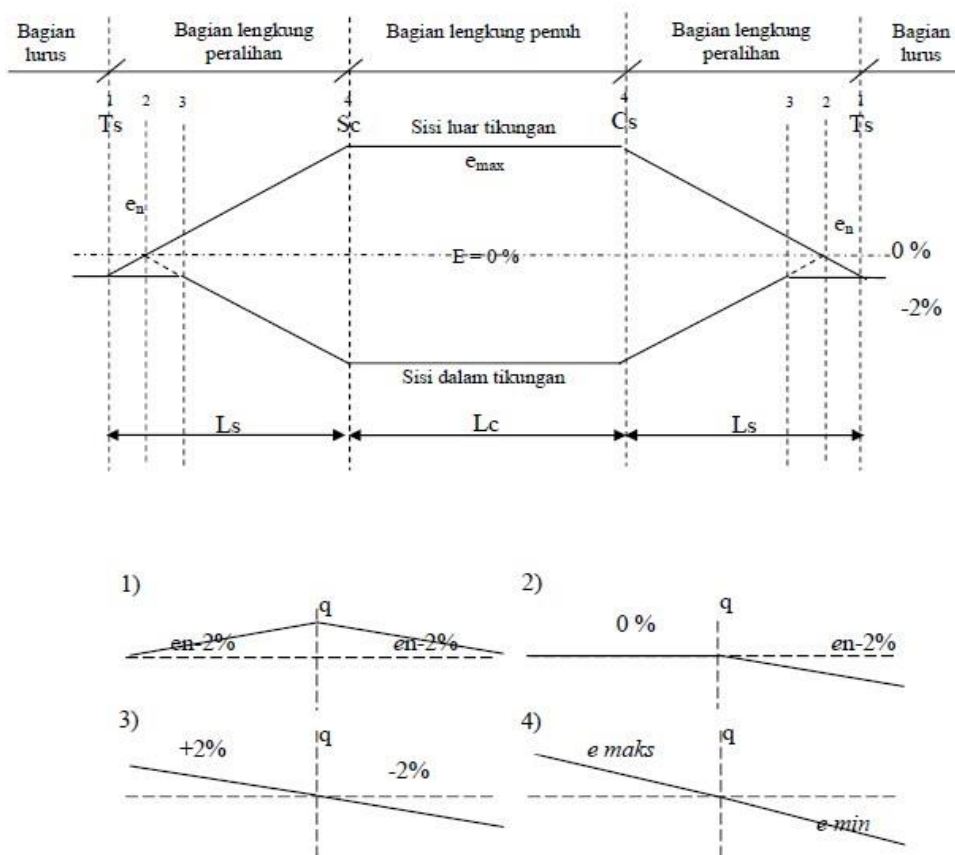
$e_d$  = Kemiringan maksimum.

Kemiringan lengkung di role, pada daerah tangen tidak mengalami kemiringan

- Jarak  $\frac{2C}{3L_s}$  kemiringan  $\frac{TC}{CT} = 2/3 L_s$

- Jarak  $\frac{TC}{3L_s}$  kemiringan awal perubahan =  $1/3 L_s$

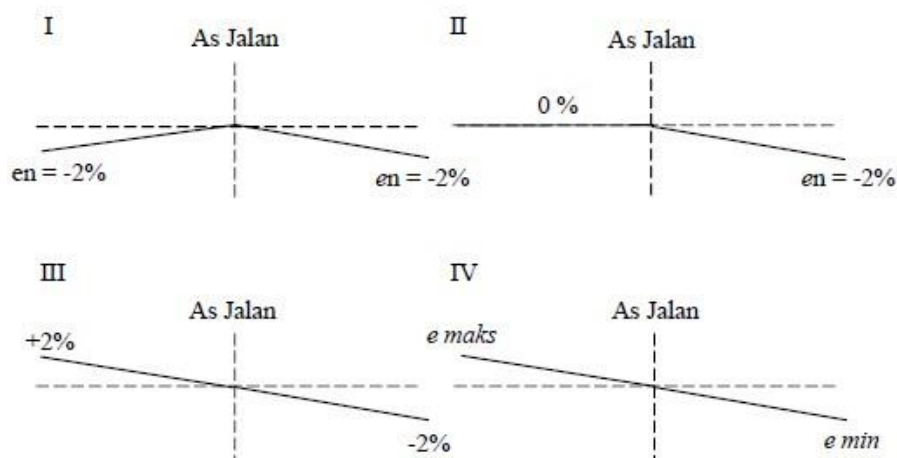
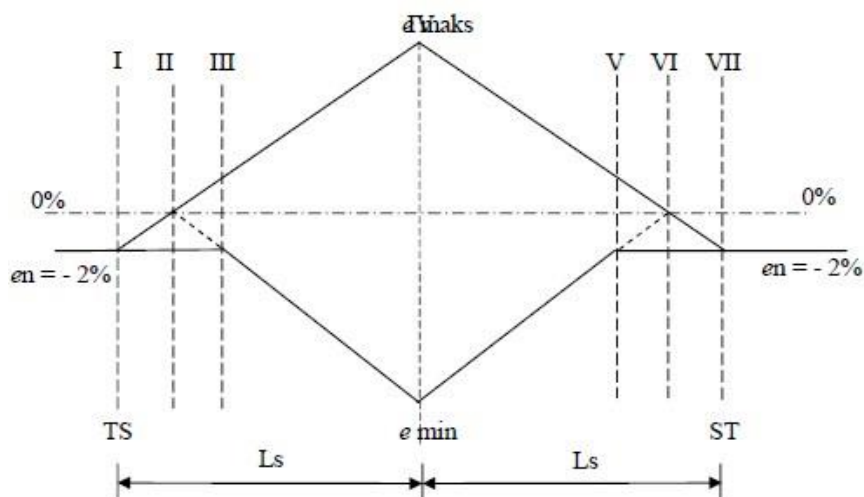
b. Diagram super elevasi pada *Spiral-Circle-Spiral*.



Sumber : TPGJAK no.038/T/BM/1997

Gambar 2.7 Diagram superelevasi *Spiral-Circle-Spiral*.

c. Diagram superelevasi Tikungan berbentuk *Spiral – Spiral*.



Sumber : TPGJAK no.038/T/BM/1997

Gambar 2.8 Diagram Superelevasi *Spiral-Spiral*

#### 2.8.4. 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 menghindari bahaya tersebut dengan aman. Dibedakan dua Jarak Pandang, yaitu Jarak Pandang Henti (Jh) dan Jarak Pandang Mendahului (Jd).

Jarak pandang (*Sight distance*) ialah panjang yang diukur sepanjang garis tengah pada suatu jalur lalu lintas, dari satu titik dengan ketinggian 100 cm di atas garis tengah ke titik sejauh dengan ketinggian 10 cm di atas garis sama didepan, yang dapat dilihat mata

pengemudi dari tempat semula. Menurut ketentuan Dinas Pekerjaan Umum, adalah sebagai berikut :

A. Jarak Pandang Henti (Jh)

1. Jarak minimum

Jh adalah jarak minimum yang diperlukan oleh setiap pengemudi untuk menghentikan kendaraannya dengan aman begitu melihat adanya halangan didepan. Setiap titik disepanjang jalan harus memenuhi ketentuan Jh.

2. Asumsi tinggi

Jh diukur berdasarkan asumsi bahwa tinggi mata pengemudi adalah 105 cm dan tinggi halangan 15 cm, yang diukur dari permukaan jalan.

3. Rumus yang digunakan

Jh dalam satuan meter, dapat dihitung dengan rumus :

$$Jh = Jht + Jhr \dots\dots\dots(28)$$

$$Jh = \frac{Vr}{3,6} \times T + \frac{(\frac{Vr}{3,6})^2}{2 \times g \times fp} \dots\dots\dots(29)$$

Dimana : Vr = Kecepatan rencana (km/jam)

T = Waktu tanggap, ditetapkan 2.5 detik

g = Percepatan gravitasi, ditetapkan 9.8 m/det<sup>2</sup>

fp =Koefisien gesek memanjang antara ban kendaraan dengan perkerasan jalan aspal, ditetapkan 0.28–0.45 (menurut AASHTO), fp akan semakin kecil jika kecepatan (Vr) semakin tinggi dan sebaliknya. (Menurut Dinas Pekerjaan Umum, fp = 0.35–0.55)

Persamaan (29) dapat disederhanakan menjadi:

- Untuk jalan datar :

$$Jh = 0.278 \times Vr \times T + \frac{Vr^2}{254 \times fp} \dots\dots\dots(30)$$

- Untuk jalan dengan kelandaian tertentu :

$$Jh = 0.278 \times Vr \times T + \frac{Vr^2}{254 \times (fp \pm L)} \dots\dots\dots(31)$$

Dimana : L = landai jalan dalam (%) dibagi 100



Tabel 2.9 Jarak pandang henti (Jh) minimum

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

Sumber : TPGJAK No 038/T/BM/1997

B. Jarak Pandang Mendahului (Jd)

1. Jd adalah jarak yang memungkinkan suatu kendaraan mendahului kendaraan lain didepannya dengan aman sampai kendaraan tersebut kembali kelajur semula.

2. Asumsi tinggi

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

3. Rumus yang digunakan.

Jadi, dalam satuan meter ditentukan sebagai berikut :  $Jd = d1 + d2 + d3 + d4$

Dimana :

d1 = Jarak yang ditempuh selama waktu tanggap (m)

d2 = Jarak yang ditempuh selama mendahului sampai dengan kembali kelajur semula (m)

d3 = Jarak antara kendaraan yang mendahului dengan kendaraan yang datang dari arah berlawanan setelah proses mendahului selesai (m)

d4 = Jarak yang ditempuh oleh kendaraan yang datang dari arah berlawanan.

Rumus yang digunakan :

$$d1 = 0,278 \times T_1 \times (Vr - T_1 + (a \times \frac{a \times T_1}{2})) \dots\dots\dots(32)$$

$$d2 = 0,278 \times Vr \times T_1 \dots\dots\dots(33)$$

$$d3 = \text{antara } 30 - 100 \text{ m} \dots\dots\dots(34)$$

Vr km/jam	60-65	65-80	80-95	95-110
d3 (m)	30	55	75	90

$$d4 = \frac{2}{3} \times d2 \dots\dots\dots(35)$$

Dimana :  $T1 = \text{Waktu dalam (detik), } \infty 2.12 + 0.026 \times Vr$

$T2 = \text{Waktu kendaraan berada dijalur lawan, (detik) } \infty 6.56 + 0.048 \times Vr$

$a$  = Percepatan rata-rata km/jm/dtk, (km/jm/dtk),  $\infty 2.052+0.0036 \times V_r$   
 $m$  = perbedaan kecepatan dari kendaraan yang menyiap dan kendaraan yang disiap, (biasanya diambil 10-15 km/jam).

Tabel 2.10 Panjang jarak pandang mendahului berdasarkan  $V_r$

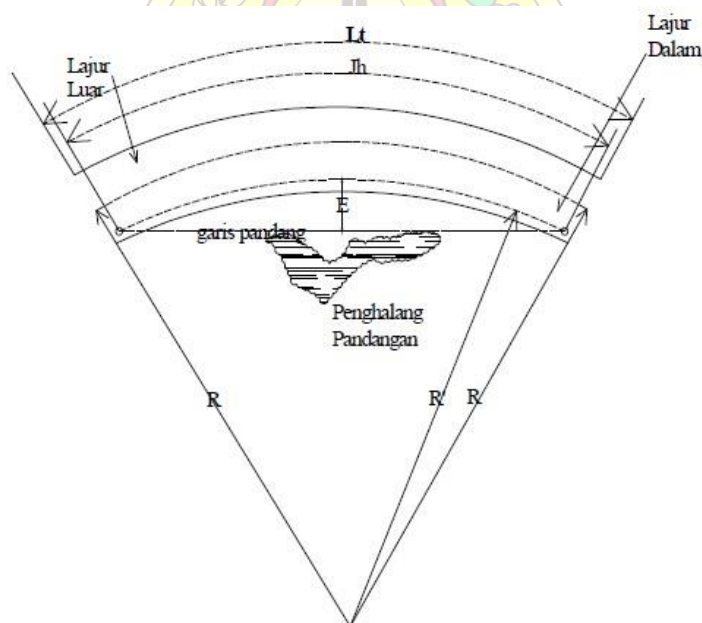
$V_r$ km/jam	120	100	80	60	50	40	30	20
Jd (m)	800	670	550	350	250	200	150	100

Sumber : TPGJAK No 038/T/BM/1997

### 2.8.5. Daerah Bebas Samping di Tikungan

Jarak pandang pengemudi pada lengkung horisontal (di tikungan), adalah pandangan bebas pengemudi dari halangan benda-benda di sisi jalan. Daerah bebas samping di tikungan dihitung berdasarkan rumus-rumus sebagai berikut:

1. Jarak pandangan lebih kecil daripada panjang tikungan ( $J_h < L_t$ ).



Sumber: TPGJAK no.038/T/BM/1997

Gambar 2.9 Jarak pandangan pada lengkung horizontal untuk  $J_h$

Keterangan :

$J_h$  = Jarak pandang henti (m)

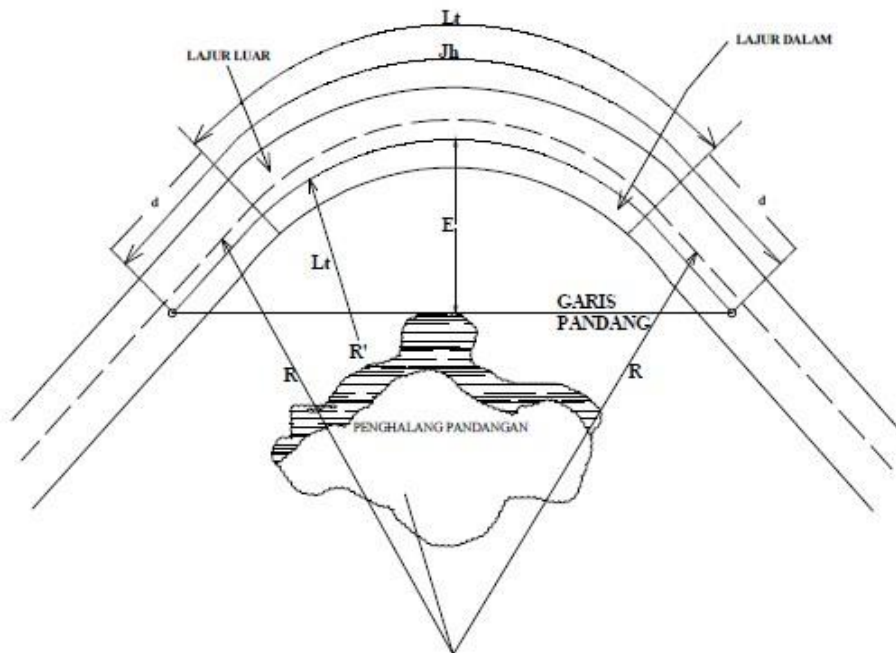
$L_t$  = Panjang tikungan (m)

$E$  = Daerah kebebasan samping (m)

$R$  = Jari-jari lingkaran (m)

Maka:  $E = R' \left( 1 - \cos \frac{28,65}{R'} \right)$  .....(36)

2. Jarak pandangan lebih besar dari panjang tikungan ( $J_h > L_t$ )



Sumber: TPGJAK no.038/T/BM/1997

Gambar 2.10 Jarak pandangan pada lengkung horizontal

$$m = R' \left( 1 - \cos \frac{28,65 \times J_h}{R'} \right) + \left( \frac{J_h - J_h}{2} \times \sin \frac{28,65 \times J_h}{R'} \right)$$
 .....(37)

Keterangan:

$J_h$  = Jarak pandang henti

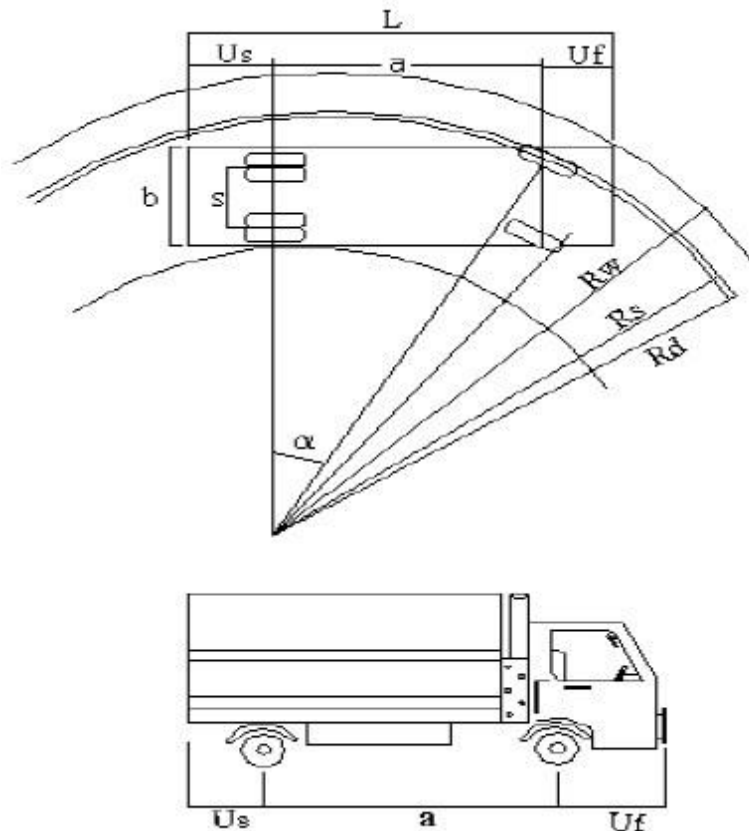
$L_t$  = Panjang lengkung total

$R$  = Jari-jari tikungan

$R'$  = Jari-jari sumbu lajur

**2.8.6. Pelebaran Perkerasan**

Pelebaran perkerasan dilakukan pada tikungan-tikungan yang tajam, agar kendaraan tetap dapat mempertahankan lintasannya pada jalur yang telah disediakan. Gambar dari pelebaran perkerasan pada tikungan dapat dilihat pada gambarberikut ini.



Sumber: TPGJAK no.038/T/BM/1997

Gambar 2.11 Pelebaran Perkerasan Pada Tikungan

1. Rumus yang digunakan :

$$B = n(b' + c) + (n + 1) Td + Z \dots\dots\dots(38)$$

$$b' = b + b'' \dots\dots\dots(39)$$

$$b'' = Rd^2 - \sqrt{D_d^2 - p^2} \dots\dots\dots(40)$$

$$Td = \sqrt{R_d^2 + A(2p + A)} - Rd \dots\dots\dots(41)$$

$$\epsilon = B - W \dots\dots\dots(42)$$

Keterangan:

B = Lebar perkerasan pada tikungan

n = Jumlah jalur lalu lintas

b = Lebar lintasan truk pada jalur lurus

b' = Lebar lintasan truk pada tikungan

p = Jarak As roda depan dengan roda belakang truk

A = Tonjolan depan sampai bumper

W = Lebar perkerasan

Td = Lebar melintang akibat tonjolan depan

Z = Lebar tambahan akibat kelelahan pengemudi

c = Kebebasan samping

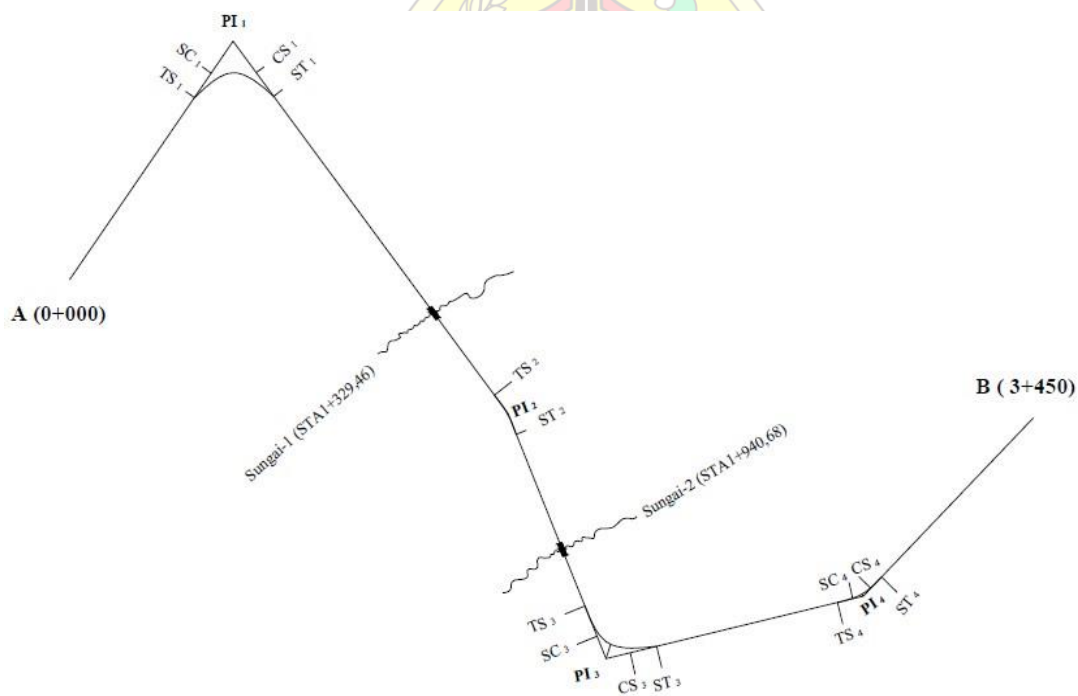
$\epsilon$  = Pelebaran perkerasan

Rd = Jari-jari rencana

### 2.8.7. Perhitungan Stationing

Stasioning adalah dimulai dari awal proyek dengan nomor station angka sebelah kiri tanda (+) menunjukkan (meter). Angka stasioning bergerak kekanan dari titik awal proyek menuju titik akhir proyek.

Contoh :



Sumber: TPGJAK no.038/T/BM/1997

Gambar 2.12 Stasioning

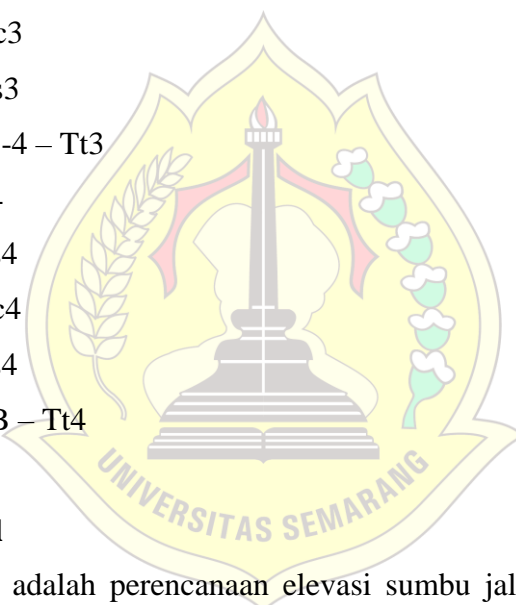
Contoh perhitungan stationing :

STA A = Sta 0+000m

STA PII = Sta A + d A - 1

STA TS1 = Sta PII - Tt1

$$\begin{aligned}
\text{STA SC1} &= \text{Sta TS1} + \text{Ls1} \\
\text{STA Cs1} &= \text{Sta SC1} + \text{Lc1} \\
\text{STA ST1} &= \text{Sta CS} + \text{Ls1} \\
\text{STA PI2} &= \text{Sta ST1} + d \text{ 1-2} - \text{Tt1} \\
\text{STA TS2} &= \text{Sta PI2} - \text{Tt2} \\
\text{STA SS2} &= \text{Sta TS2} + \text{Ls2} \\
\text{STA ST2} &= \text{Sta SS2} + \text{Ls2} \\
\text{STA PI3} &= \text{Sta ST2} + d \text{ 2-3} - \text{Tt2} \\
\text{STA TS3} &= \text{Sta PI3} - \text{Tt3} \\
\text{STA SC3} &= \text{Sta TS3} + \text{Ls3} \\
\text{STA CS3} &= \text{Sta SC3} + \text{Lc3} \\
\text{STA ST3} &= \text{Sta CS3} + \text{Ls3} \\
\text{STA PI4} &= \text{Sta ST3} + d \text{ 3-4} - \text{Tt3} \\
\text{STA TS4} &= \text{Sta PI4} - \text{Tt4} \\
\text{STA SC4} &= \text{Sta TS4} - \text{Ls4} \\
\text{STA CS4} &= \text{Sta SC4} - \text{Lc4} \\
\text{STA ST4} &= \text{Sta CS4} - \text{Ls4} \\
\text{STA B} &= \text{Sta ST4} + d \text{ 4-B} - \text{Tt4}
\end{aligned}$$



## 2.9. Alinemen Vertikal

Alinyemen Vertikal adalah perencanaan elevasi sumbu jalan pada setiap titik yang ditinjau, berupa profil memanjang. Pada perencanaan Alinyemen vertikal terdapat kelandaian positif (Tanjakan) dan kelandaian negatif (Turunan), sehingga kombinasinya berupa lengkung cembung dan lengkung cekung. Disamping kedua lengkung tersebut terdapat pula kelandaian = 0 (Datar).

Rumus-rumus yang digunakan untuk Alinyemen vertikal :

$$g = \frac{e \text{ < } \square \text{vasi akhir} - \text{elevasi awal}}{\text{Sta akhir} - \text{Sta awal}} \times 100\% \dots\dots\dots(43)$$

$$A = g2 - g1 \dots\dots\dots(44)$$

$$Ev = \frac{A \times Lv}{800} \dots\dots\dots(45)$$

$$y = \frac{A \times x^2}{200 \times Lv} \dots\dots\dots(46)$$

Panjang Lengkung Vertikal (PLV)

1. Berdasarkan syarat keluwesan

$$L_v = 0,6 \times V_r \dots\dots\dots(47)$$

2. Berdasarkan syarat drainase

$$L_v = 40 \times A \dots\dots\dots(48)$$

3. Berdasarkan syarat kenyamanan

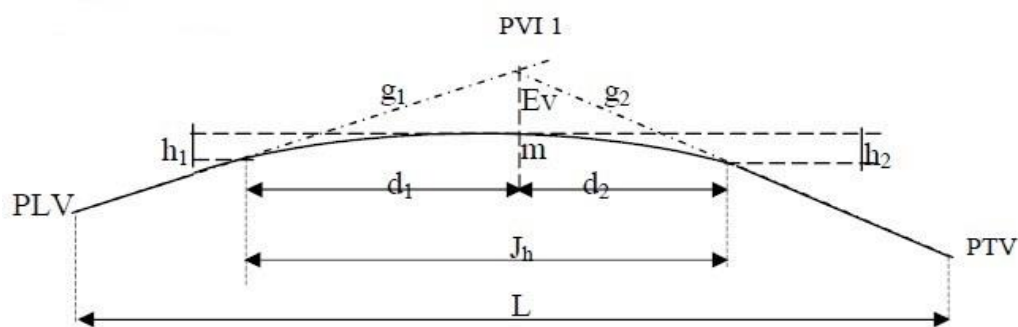
$$L_v = V_r \times t \dots\dots\dots(49)$$

4. Berdasarkan syarat guncangan

$$L_v = \left( \frac{V_r^2 \times A}{360} \right) \dots\dots\dots(50)$$

1. Lengkung vertikal cembung

Adalah lengkung dimana titik perpotongan antara kedua tangen berada di atas permukaan jalan



Sumber: TPGJAK no.038/T/BM/1997

Gambar. 2.13 Lengkung Vertikal Cembung

Keterangan :

PLV = Titik awal lengkung parabola

PVI 1 = Titik perpotongan kelandaian 1 g dan 2 g

g = Kemiringan tangen : (+) naik, (-) turun

A = Perbedaan aljabar landai ( 1 g - 2 g ) %

EV = Pergeseran vertikal titik tengah besar lingkaran (PV1 – m) meter

Jh = Jarak pandang

h1 = Tinggi mata pengaruh

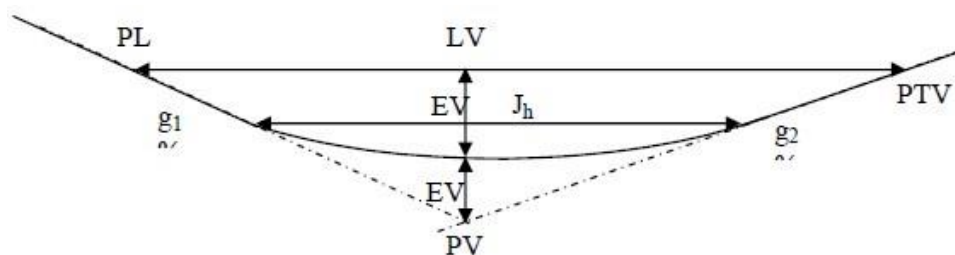
h2 = Tinggi halangan

2. Lengkung vertikal cekung

Adalah lengkung dimana titik perpotongan antara kedua tangen berada di bawah



permukaan jalan.



Sumber: TPGJAK no.038/T/BM/1997

Gambar 2.14 Lengkung Vertikal Cekung.

Keterangan :

PLV = Titik awal lengkung parabola

PV1 = Titik perpotongan kelandaian 1  $g$  dan 2  $g$

$g$  = Kemiringan tangen : (+) naik, (-) turun

$A$  = Perbedaan aljabar landai ( 1  $g$  - 2  $g$  ) %

EV = Pergeseran vertikal titik tengah besar lingkaran (PV1 – m) meter

Lv = Panjang lengkung vertikal

V = Kecepatan rencana ( km/jam)

Rumus-rumus yang digunakan pada lengkung parabola cekung sama dengan rumus-rumus yang digunakan pada lengkung vertikal cembung. Hal-hal yang perlu diperhatikan dalam perencanaan Alinyemen Vertikal

a) Kelandaian maksimum.

Kelandaian maksimum didasarkan pada kecepatan truk yang bermuatan penuh mampu bergerak dengan kecepatan tidak kurang dari separuh kecepatan semula tanpa harus menggunakan gigi rendah.

Tabel 2.11 Kelandaian Maksimum yang diijinkan

Landai maksimum %	3	3	4	5	8	9	10	10
Vr (km/jam)	120	110	100	80	60	50	40	<40

Sumber : TPGJAK No 038/T/BM/1997

. b) Kelandaian Minimum

Pada jalan yang menggunakan kerb pada tepi perkerasannya, perlu dibuat kelandaian minimum 0,5 % untuk keperluan kemiringan saluran samping, karena kemiringan jalan dengan kerb hanya cukup untuk mengalirkan air kesamping.

c) Panjang kritis suatu kelandaian

Panjang kritis ini diperlukan sebagai batasan panjang kelandaian maksimum agar pengurangan kecepatan kendaraan tidak lebih dari separuh  $V_r$ .

Tabel 2.12 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 : TPGJAK No 038/T/BM/1997

## 2.10. Perencanaan Tebal Perkerasan Lentur

Perencanaan konstruksi lapisan perkerasan lentur, Analisa Komponen perkerasaan lentur yaitu dengan metoda analisa komponen SKBI – 2.3.26. 1987.

A. Komponen perkerasan lentur (flexible pavement) terdiri atas :

1. Tanah dasar (sub grade)

Tanah dasar adalah permukaan tanah semula atau permukaan galian atau permukaan tanah timbunan, yang di padatkan dan merupakan permukaan dasar untuk perletakan bagian bagian perkerasan lainnya.

2. Lapis pondasi bawah (sub base course)

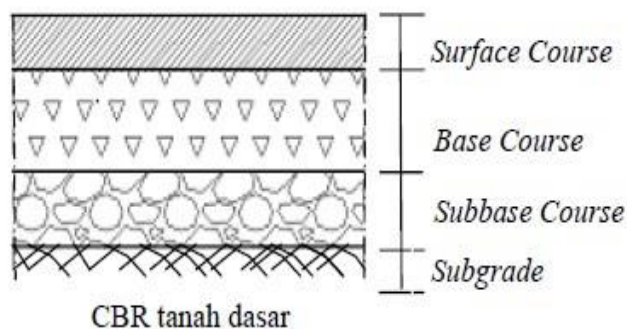
Lapis pondasi bawah adalah bagian perkerasan yang terletak antara lapis pondasi dan tanah dasar.

3. Lapis pondasi (base course)

Lapis pondasi adalah bagian perkerasan yang terletak antara lapis permukaan dengan lapis pondasi bawah (atau dengan tanah dasar bila tidak menggunakan lapis pondasi bawah).

4. Lapis permukaan (surface course)

Lapis permukaan adalah bagian bagian perkerasan yang paling atas.



Sumber: TPGJAK no.038/T/BM/1997

Gambar 2.15 Susunan Lapis Konstruksi Perkerasan Lentur

Adapun untuk perhitungannya perlu pemahaman Istilah-istilah sebagai berikut :

### 2.10.1. Lalu lintas

#### 1. Lalu lintas harian rata-rata (LHR)

Lalu lintas harian rata-rata (LHR) setiap jenis kendaraan ditentukan pada awal umur rencana, yang dihitung untuk dua arah pada jalan tanpa median atau masing masing arah pada jalan dengan median. Lalu lintas harian rata-rata permulaan (LHRP)

$$LHR_p = LHR_s \times (1 + i_1)^{n_1} \dots\dots\dots (51)$$

$$LHRA = LHR_p \times (1 + i_2)^{n_2} \dots\dots\dots (52)$$

#### 2. Rumus-rumus Lintas ekivalen- Lintas Ekivalen Permulaan (LEP)

$$LEP = \sum_{j=mp}^n LHR_{pj} \times C \times E \dots\dots\dots (53)$$

- Lintas Ekivalen Akhir (LEA)

$$LEA = \sum_{j=mp}^n LHR_{Aj} \times C \times E \dots\dots\dots (54)$$

- Lintas Ekivalen Tengah (LET)

$$LET = \frac{LEP + LEA}{2} \dots\dots\dots (55)$$

- Lintas Ekivalen Rencana (LER)

$$LER = LET \times F_p \dots\dots\dots (56)$$

$$F_p = \frac{n_2}{10} \dots\dots\dots (57)$$

Dimana:  $i_1$  = Pertumbuhan lalu lintas masa konstruksi

$i_2$  = Pertumbuhan lalu lintas masa layanan

J = jenis kendaraan

$n_1$  = masa konstruksi

$n_2$  = umur rencana

C = koefisien distribusi kendaraan

E = angka ekivalen beban sumbu kendaraan

### 2.10.2. Koefisien Distribusi Kendaraan

Koefisien distribusi kendaraan (C) untuk kendaraan ringan dan berat yang lewat pada jalur rencana ditentukan menurut daftar di bawah ini:

Tabel 2.13 Koefisien Distribusi Kendaraan

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

Sumber: Petunjuk Perencanaan Tebal Perkerasan Lentur Jalan Raya Dengan Metode Analisa Komponen SKBI 2.3.26.1987, Halaman 9

Ket:

\*) Berat total < 5 ton, misalnya : Mobil Penumpang, Pick Up, Mobil Hantaran.

\*\*) Berat total  $\geq$  5 ton, misalnya : Bus, Truk, Traktor, Semi Trailer, Trailer.

### 3. Angka Ekuivalen (E) Beban Sumbu Kendaraan

Angka Ekuivalen (E) masing-masing golongan beban umum (Setiap kendaraan) ditentukan menurut rumus daftar sebagai berikut:

$$- E \text{ Sumbu Tunggal} = \left( \frac{\text{beban satu sumbu tunggal dalam kg}}{8160} \right)^4 \dots\dots\dots(58)$$

$$- E \text{ Sumbu Ganda} = \left( \frac{\text{beban satu sumbu ganda dalam kg}}{8160} \right)^4 \dots\dots\dots(59)$$

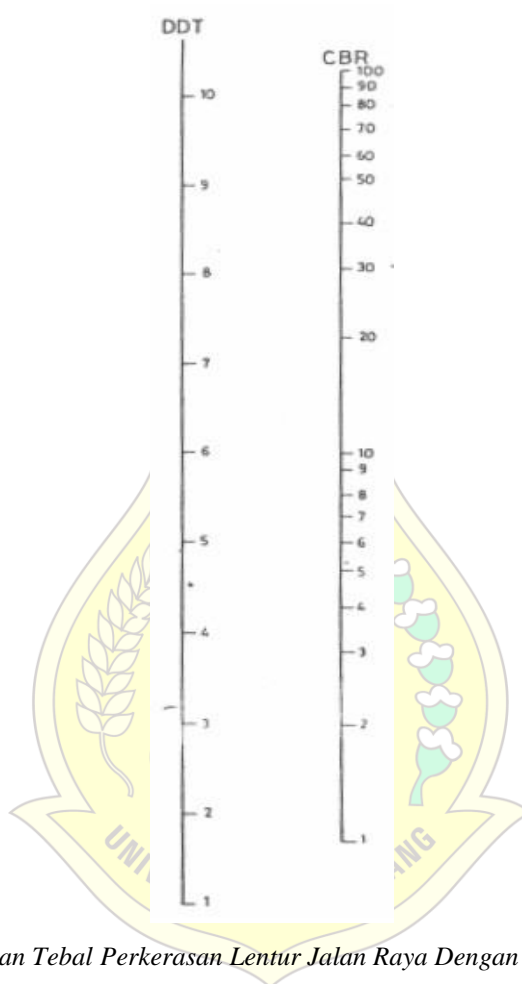
Tabel 2.14 Angka Ekivalen (E) Sumbu Kendaraan

Beban sumbu		Angka ekivalen	
Kg	Lb	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: Petunjuk Perencanaan Tebal Perkerasan Lentur Jalan Raya Dengan Metode Analisa Komponen SKBI 2.3.26.1987, Halaman 10

#### 4. Daya Dukung Tanah Dasar (DDT dan CBR)

Daya dukung tanah dasar (DDT) ditetapkan berdasarkan grafik korelasi DDT dan CBR.



Sumber: Petunjuk Perencanaan Tebal Perkerasan Lentur Jalan Raya Dengan Metode AnalisaKomponen SKBI 2.3.26.1987, Halaman 13

Catatan : Hubungan nilai CBR dengan garis mendatar sebelah kiri diperoleh nilai DDT

Gambar 2.16 Korelasi DDT dan CBR

#### 5. Faktor Regional (FR)

Faktor regional bisa juga disebut faktor koreksi sehubungan dengan perbedaan kondisi tertentu. Kondisi-kondisi yang dimaksud antara lain keadaan lapangan dan iklim yang dapat mempengaruhi keadaan pembebanan daya dukung tanah dan perkerasan. Dengan demikian dalam penentuan tebal perkerasan ini Faktor Regional hanya dipengaruhi bentuk Alinyemen ( Kelandaian dan Tikungan)

Tabel 2.15 Prosentase kendaraan berat dan yang berhenti serta iklim

	% kendaraan berat		% kendaraan berat		% kendaraan berat	
	≤ 30%	>30%	≤ 30%	>30%	≤ 30%	>30%
Iklm I < 900 mm/tahun	0,5	1,0 – 1,5	1,0	1,5 – 2,0	1,5	2,0 – 2,5
Iklm II ≥ 900 mm/tahun	1,5	2,0 – 2,5	2,0	2,5 – 3,0	2,5	3,0 – 3,5

Sumber: Petunjuk Perencanaan Tebal Perkerasan Lentur Jalan Raya Dengan Metode

AnalisaKomponen SKBI 2.3.26.1987

## 6. Indeks Permukaan (IP)

Indeks Permukaan ini menyatakan nilai dari pada kerataan / kehalusan serta kekokohan permukaan yang bertalian dengan tingkat pelayanan bagi lalu – lintas yang lewat.

Adapun beberapa nilai IP beserta artinya adalah sebagai berikut :

IP = 1,0 : adalah menyatakan permukaan jalan dalam keadaan rusak berat sehingga sangat mengganggu lalu lintas kendaraan.

IP = 1,5 : adalah tingkat pelayanan rendah yang masih mungkin (jalan tidak terputus ).

IP = 2,0 : adalah tingkat pelayanan rendah bagi jalan yang mantap

IP = 2,5 : adalah menyatakan permukaan jalan masih cukup stabil dan baik.

Tabel 2.16 Indeks permukaan pada akhir umur rencana ( IPT)

LER= Lintas Ekuivalen Rencana *)	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: Petunjuk Perencanaan Tebal Perkerasan Lentur Jalan Raya Dengan Metode

AnalisaKomponen SKBI 2.3.26.1987, Halaman 15

\*) LER dalam satuan angka ekuivalen 8,16 ton beban sumbu tunggal

Dalam menentukan indeks permukaan pada awal umur rencana (IPo) perlu diperhatikan jenis lapis permukaan jalan ( kerataan / kehalusan serta kekokohan) pada awal umur rencana menurut daftar di bawah ini:

Tabel 2.17 Indeks Permukaan Pada Awal Umur Rencana (IPo)



Jenis Lapis Perkerasan	IPo	Rougnés *) mm/km
LASTON	$\geq 4$	$\leq 1000$
	3,9 – 3,5	$> 1000$
LASBUTAG	3,9 – 3,5	$\leq 2000$
	3,4 – 3,0	$> 2000$
HRA	3,9 – 3,5	$\leq 2000$
	3,4 – 3,0	$> 2000$
BURDA	3,9 – 3,5	$< 2000$
BURTU	3,4 – 3,0	$< 2000$
LAPEN	3,4 – 3,0	$\leq 3000$
	2,9 – 2,5	$> 3000$
LATASBUM	2,9 – 2,5	-
BURAS	2,9 – 2,5	-
LATASIR	2,9 – 2,5	-
JALAN TANAH	$\leq 2,4$	-
JALAN KERIKIL	$\leq 2,4$	-

Sumber: Petunjuk Perencanaan Tebal Perkerasan Lentur Jalan Raya Dengan Metode AnalisaKomponen SKBI 2.3.26.1987

#### 7. Koefisien Kekuatan Relatif (a)

Koefisien kekuatan relative (a) masing-masing bahan dan kegunaan sebagai lapis permukaan pondasi bawah, ditentukan secara korelasi sesuai nilai *Marshall Test* (untuk bahan dengan aspal), kuat tekan untuk (bahan yang distabilisasikan dengan semen atau kapur) atau CBR (untuk bahan lapis pondasi atau pondasi bawah).

Tabel 2.18 Koefisien Kekuatan Relatif

Koefisien Kekuatan Relatif			Kekuatan Bahan			Jenis Bahan
a1	a2	a3	Ms (kg)	Kt kg/cm <sup>2</sup>	CBR %	
0,4	-	-	744	-	-	LASTON
0,35	-	-	590	-	-	
0,32	-	-	454	-	-	
0,30	-	-	340	-	-	
0,35	-	-	744	-	-	LASBUTAG
0,31	-	-	590	-	-	
0,28	-	-	454	-	-	
0,26	-	-	340	-	-	
0,30	-	-	340	-	-	HRA
0,26	-	-	340	-	-	Aspal Macadam
0,25	-	-	-	-	-	LAPEN (mekanis)
0,20	-	-	-	-	-	LAPEN (manual)
-	0,28	-	590	-	-	LASTON ATAS
-	0,26	-	454	-	-	
-	0,24	-	340	-	-	
-	0,23	-	-	-	-	LAPEN (mekanis)
-	0,19	-	-	-	-	LAPEN (manual)
-	0,15	-	-	22	-	Stab. Tanah dengan semen
-	0,13	-	-	18	-	
-	0,15	-	-	22	-	Stab. Tanah dengan kapur
-	0,13	-	-	18	-	
-	0,14	-	-	-	100	Pondasi Macadam (basah)
-	0,12	-	-	-	60	Pondasi Macadam
-	0,14	-	-	-	100	Batu pecah (A)
-	0,13	-	-	-	80	Batu pecah (B)
-	0,12	-	-	-	60	Batu pecah (C)
-	-	0,13	-	-	70	Sirtu/pitrun (A)
-	-	0,12	-	-	50	Sirtu/pitrun (B)
-	-	0,11	-	-	30	Sirtu/pitrun (C)
-	-	0,10	-	-	20	Tanah / lempung kepasiran

Sumber: Petunjuk Perencanaan Tebal Perkerasan Lentur Jalan Raya Dengan Metode AnalisaKomponen SKBI 2.3.26.1987

## 8. Batas – Batas Minimum Tebal Perkerasan

## 1. Lapis permukaan :

Tabel 2.19 Lapis permukaan

ITP	Tebal Minimum(cm)	Bahan
< 3,00	5	Lapis pelindung : (Buras/Burtu/Burda)
3,00 – 6,70	5	Lapen /Aspal Macadam, HRA, Lasbutag, Laston
6,71 – 7,49	7,5	Lapen / Aspal Macadam, HRA, Lasbutag, Laston
7,50 – 9,99	7,5	Lasbutag, Laston
≥ 10,00	10	Laston

Sumber: Petunjuk Perencanaan Tebal Perkerasan Lentur Jalan Raya Dengan Metode AnalisaKomponen SKBI 2.3.26.1987

## 2. Lapis Pondasi Atas

Tabel 2.20 Lapis Pondasi atas

ITP	Tebal Minimum( Cm )	Bahan
< 3,00	15	Batu pecah, stabilisasi tanah dengan semen, stabilisasi tanah dengan kapur.
3,00 – 7,49	20 *)	Batu pecah, stabilisasi tanah dengan semen, stabilisasi tanah dengan kapur.
	10	Laston atas
7,50 – 9,99	20	Batu pecah, stabilisasi tanah dengan semen, stabilisasi tanah dengan kapur, pondasi macadam.
	15	Laston atas
10 – 12,14	20	Batu pecah, stabilisasi tanah dengan semen, stabilisasi tanah dengan kapur, pondasi macadam, Lapen, Lastonatas.
≥ 12,25	25	Batu pecah, stabilisasi tanah dengan semen, stabilisasi tanah dengan kapur, pondasi macadam, Lapen, Laston atas.

Sumber: Petunjuk Perencanaan Tebal Perkerasan Lentur Jalan Raya Dengan Metode AnalisaKomponen SKBI 2.3.26.1987

\*) batas 20 cm tersebut dapat diturunkan menjadi 15 cm bila untuk pondasi bawah digunakan material berbutir kasar.

### 3. Lapis pondasi bawah

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

## 9. Analisa Komponen Perkerasan

Penghitungan ini didistribusikan pada kekuatan relatif masing-masing lapisan perkerasan jangka tertentu (umur rencana) dimana penentuan tebal perkerasan dinyatakan oleh Indeks Tebal Perkerasan (ITP).

Rumus:

$$ITP = a_1D_1 + a_2D_2 + a_3D_3 \dots \dots \dots (60)$$

D1,D2,D3 = Tebal masing-masing lapis perkerasan (cm)

Angka 1,2,3 masing-masing lapis permukaan, lapis pondasi atas dan pondasi bawah.

### 2.11 Rencana Anggaran Biaya (RAB)

Untuk menentukan besarnya biaya yang diperlukan terlebih dahulu harus diketahui volume dari pekerjaan yang direncanakan. Pada umumnya pembuat jalan tidak lepas dari masalah galian maupun timbunan. Besarnya galian dan timbunan yang akan dibuat dapat dilihat pada gambar *Long Profile*. Sedangkan volume galian dapat dilihat melalui gambar *Cross Section*. Selain mencari volume galian dan timbunan juga diperlukan untuk mencari volume dari pekerjaan lainnya yaitu:

#### 1. Volume Pekerjaan

##### a. Pekerjaan persiapan

- 1) Peninjauan lokasi
- 2) Pengukuran dan pemasangan patok
- 3) Pembersihan lokasi dan persiapan alat dan bahan untuk pekerjaan
- 4) Pembuatan *Bouwplank*

##### b. Pekerjaan perkerasan

- 1) Lapis permukaan (*Surface Course*)
- 2) Lapis pondasi atas (*Base Course*)
- 3) Lapis pondasi bawah (*Sub Base Course*)
- 4) Lapis tanah dasar (*Sub Grade*)

##### c. Pekerjaan pelengkap

Pengecatan marka jalan

#### 2. Analisa Harga Satuan

Analisa harga satuan diambil dari Harga Satuan Dasar Upah Dan Bahan Serta Biaya Operasi Peralatan Dinas Pekerjaan Umum Kota Semarang tahun 2017.

