

## **BAB II**

### **TINJAUAN PUSTAKA**

#### **2.1 Perencanaan Geometrik Jalan**

Perencanaan geometrik jalan merupakan bagian dari perencanaan jalan yang dititik beratkan pada alinyemen horizontal dan alinyemen vertikal sehingga dapat memenuhi fungsi dasar dari jalan yang memberikan kenyamanan yang optimal pada arus lalu lintas sesuai dengan kecepatan yang direncanakan. Secara umum perencanaan geometrik terdiri dari aspek-aspek perencanaan trase jalan, badan jalan yang terdiri dari bahu jalan dan jalur lalu lintas, tikungan, drainase, kelandaian jalan serta galian dan timbunan. Tujuan dari perencanaan geometrik jalan adalah menghasilkan infrastruktur yang aman, efisien pelayanan arus lalu lintas dan memaksimalkan ratio tingkat penggunaan atau biaya pada pelaksanaan. (Sukirman Silvia, 1999)

Perencanaan geometrik merupakan bagian dari suatu perencanaan konstruksi jalan, yang meliputi rancangan pola arah dan visualisasi dimensi nyata dari suatu trase jalan beserta bagian-bagiannya, disesuaikan dengan persyaratan parameter pengendara, kendaraan dan lalu lintas. Melalui perencanaan geometrik, diusahakan untuk dapat menciptakan hubungan serasi antara faktor-faktor yang berkaitan dengan parameter tersebut diatas, sehingga akan dihasilkan suatu efisiensi, keamanan serta kenyamanan yang paling optimal, dalam batas-batas pertimbangan toleransi yang masih dianggap layak. (Hamirhan Saodang, 2004)

#### **2.2 Klasifikasi Jalan**

##### **2.2.1 Klasifikasi Menurut Fungsi Jalan**

Berdasarkan klasifikasi menurut fungsi jalan terdiri dari 4 golongan yaitu:

1. Jalan Arteri adalah jalan yang melayani angkutan umum.
2. Jalan Kolektor adalah jalan yang melayani angkutan pengumpul/pembagi.
3. Jalan Lokal adalah jalan yang melayani angkutan setempat.

4. Jalan Lingkungan adalah jalan yang hanya melayani angkutan lingkungan.

### 2.2.2 Klasifikasi Menurut Kelas Jalan

Klasifikasi menurut kelas jalan berkaitan dengan kemampuan jalan untuk menerima beban lalu lintas yang dinyatakan dalam muatan terberat (MST) dalam satuan ton. Klasifikasi menurut kelas jalan dapat dilihat dalam tabel 2.1 (Pasal 11, PP No.43/1993)

Tabel 2.1 Klasifikasi Jalan Menurut Kelas Jalan

Fungsi Jalan	Kelas Jalan	Muatan Sumbu Terberat (ton)
Arteri	I	>10
	II	10
	IIIA	8
Kolektor	IIIA	8
	IIIB	
Lokal	IIIC	8

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

### 2.2.3 Klasifikasi Menurut Medan Jalan

Berdasarkan klasifikasi menurut medan jalan ditentukan sebagai berikut :

- Medan jalan diklasifikasikan berdasarkan kondisi sebagian besar kemiringan medan yang diukur tegak lurus garis kontur.
- Klasifikasi menurut medan jalan untuk perencanaan geometrik dapat dilihat pada tabel 2.2

Tabel 2.2 Klasifikasi Menurut Medan Jalan

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

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

#### 2.2.4 Klasifikasi Jalan Menurut Volume Lalu Lintas

Klasifikasi jalan menurut volume lalu lintas sesuai dengan Peraturan Perencanaan Geometrik Jalan Raya (PPCGR) No. 13 / 1970 sebagai berikut :

Tabel 2.3 Klasifikasi Menurut Volume Lalu Lintas

No	Fungsi	Kelas	LHR dalam smp
1	Utama	I	>20.000
2	Sekunder	II A	6.000 sampai 20.000
		II B	1.500 sampai 8.000
		II C	< 20.000
3	Penghubung	III	-

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

a. Kelas I :

Kelas jalan ini mencakup semua kelas jalan utama dan dimaksudkan untuk dapat melayani lalu lintas cepat dan berat. Dalam kondisi lalu lintasnya tidak terdapat kendaraan lambat dan kendaraan tak bermotor. Jalan raya dalam kelas jalan ini merupakan jalan-jalan raya berlajur banyak dengan konstruksi perkerasan dari jenis yang terbaik dalam arti tingginya tingkatan dalam pelayanan lalu lintas.

b. Kelas II :

Kelas jalan ini mencakup semua jalan-jalan sekunder. Dalam komposisi lalu lintas terdapat lalu lintas lambat. Kelas jalan ini, selanjutnya berdasarkan komposisi dan sifat lalu lintasnya, dibagi dalam tiga kelas, yaitu : II A, II B dan II C.

– Kelas II A

Jalan Kelas II A adalah jalan-jalan raya sekunder dua lajur atau lebih dengan konstruksi permukaan jalan dari sejenis aspal beton (*hot mix*) atau yang setaraf, dimana dalam komposisi lalu lintasnya terdapat kendaraan lambat dan tidak bermotor. Untuk lalu lintas lambat disediakan jalur tersendiri.

– Kelas II B

Jalan Kelas II B adalah jalan-jalan raya sekunder dua jalur dengan konstruksi permukaan jalan dari penetrasi berganda atau yang setaraf dimana dalam komposisi lalu lintasnya terdapat kendaraan lambat tanpa kendaraan tidak bermotor.

– Kelas II C

Jalan Kelas II C adalah jalan-jalan raya sekunder dua jalur dengan konstruksi permukaan jalan dari penetrasi tunggal dimana dalam komposisi lalu lintasnya terdapat kendaraan lambat dan kendaraan tidak bermotor.

c. Kelas III :

Kelas jalan ini mencakup semua jalan-jalan penghubung dan merupakan konstruksi jalan berjalur tunggal atau dua. Konstruksi permukaan jalan yang paling tinggi adalah peleburan dengan aspal.

Untuk mengetahui setiap kendaraan kedalam satuan mobil penumpang (smp), bagi jalan-jalan di daerah datar digunakan koefisien dibawah ini sesuai dengan Peraturan Perencanaan Geometrik Jalan Raya (PPGJR) No. 13 / 1970 :

➤ Sepeda	: 0,5
➤ Mobil Penumpang / Sepeda Motor	: 1
➤ Truk Ringan (Berat Kotor < 5 Ton)	: 2
➤ Truk Sedang (Berat Kotor > 5 Ton)	: 2,5
➤ Bus	: 3
➤ Truk Berat (Berat Kotor > 10 Ton)	: 3
➤ Kendaraan Tak Bermotor	: 7

Di daerah perbukitan dan pegunungan, koefisien untuk kendaraan bermotor diatas dapat dinaikkan, sedangkan untuk kendaraan tak bermotor tak perlu dihitung.

### 2.2.5 Klasifikasi Jalan Menurut Wewenang Pembinaan Jalan

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

1. Jalan negara, yaitu jalan yang menghubungkan ibukota - ibukota provinsi
2. Jalan provinsi, merupakan jalan yang menghubungkan antara tempat atau kota didalam suatu provinsi.
3. Jalan kabupaten/ kota, merupakan jalan yang meliputi lingkungan kabupaten maupun kotamadya.
4. Jalan desa, merupakan jalan yang ada dilingkungan suatu desa.
5. Jalan khusus, merupakan jalan yang dibangun dan dipelihara oleh instansi/badan hukum/perorangan untuk melayani kepentingan masing-masing.

## **2.3 Karakteristik Geometrik**

### **2.3.1 Tipe Jalan**

Tipe jalan menentukan jumlah lajur dan arah pada suatu segmen jalan, untuk jalan-jalan luar kota sebagai berikut:

- a. 2 lajur 1 arah (2/1)
- b. 2 lajur 2 arah tak-terbagi (2/2 TB)
- c. 4 lajur 2 arah tak-terbagi (4/2 TB)
- d. 4 lajur 2 arah terbagi (4/2 B)
- e. 6 lajur 2 arah terbagi (6/2 B)

### **2.3.2 Bagian – Bagian Jalan**

1. Lebar Jalur ( $W_c$ )

Lebar jalur yaitu jalan yang dilewati lalu lintas, tidak termasuk bahu jalan.

2. Lebar Bahu ( $W_s$ )

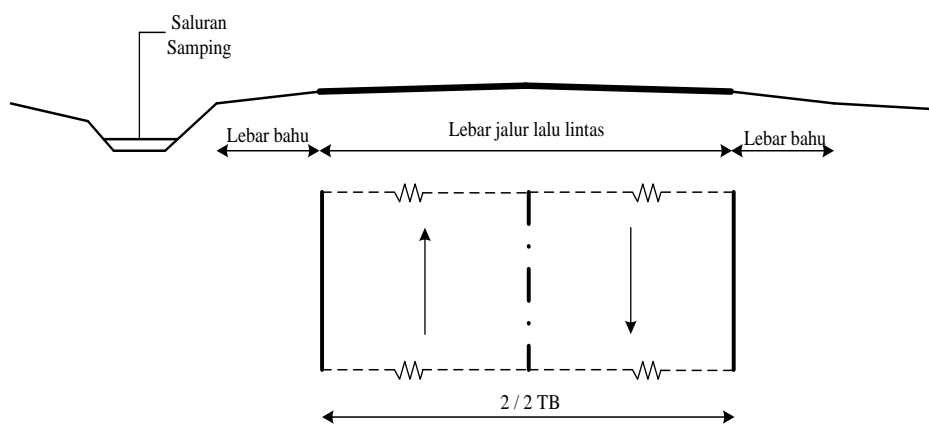
Lebar Bahu yaitu terletak disamping jalur lalu lintas direncanakan sebagai ruang untuk kendaraan yang sekali-sekali berhenti, pejalan kaki dan kendaraan lambat.

3. Median ( $M$ )

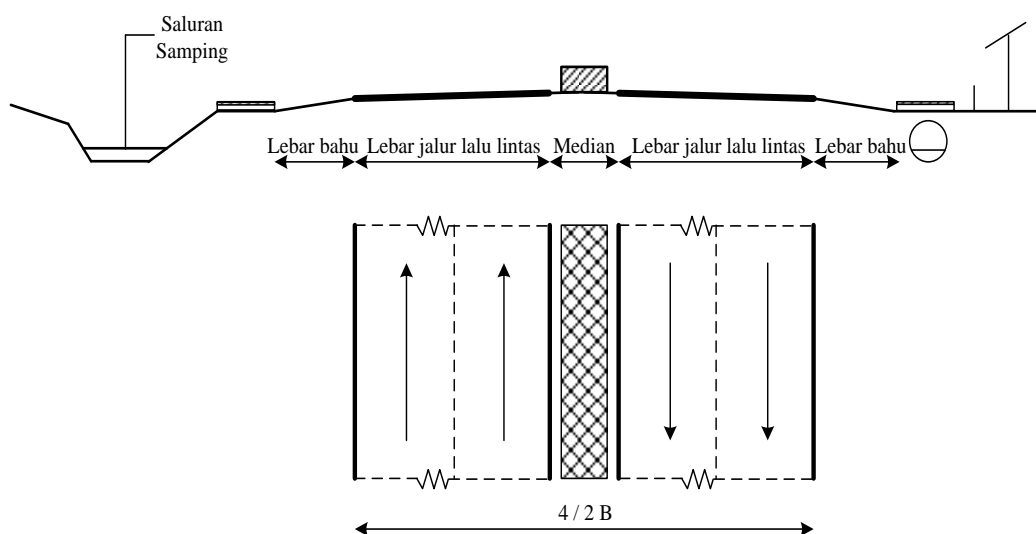
Median yaitu daerah yang memisahkan arah lalu lintas pada suatu segmenjalan, terletak pada bagian tengah (direndahkan / ditinggalkan).

Penampang melintang jalan merupakan bagian-bagian jalan yang terdiri dari :

- a. Jalur Lalu lintas
- b. Median
- c. Bahu jalan
- d. Jalur pejalan kaki
- e. Selokan



Gambar 2.1 Tipikal Potongan Melintang Normal dan Denah untuk 2 / 2 TB



Gambar 2.2 Tipikal Potongan Melintang Normal dan Denah Untuk 4 / 2 B

Tabel 2.4 Penentuan Lebar Jalur dan Bahu Jalan

VLHR Smp/hari	Arteri				Kolektor				Lokal			
	Ideal		Minimum		Ideal		Minimum		Ideal		Minimum	
	Jalur	Bahu	Jalur	Bahu	Jalur	Bahu	Jalur	Bahu	Jalur	Bahu	Jalur	Bahu
< 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	MENGACU PADA PERSYARATAN IDEAL				TIDAK DITENTUKAN	
>25.000	2n x 3,5	2,5	2 x 7,0	2,0	2n x 3,5	2,0						

$2n \times 3,5 \gg 2 = 2$  jalur;  $n =$  jumlah lajur per lajur;  $n \times 3,5 =$  lebar per lajur

(Sumber : Tata Cara Perencanaan Geometrik Jalan Antar Kota No. 038/T/BM/1997)

### 2.3.3 Ruang Penguasaan Jalan

#### 1. Ruang Manfaat Jalan (RUMAJA)

Ruang manfaat jalan adalah daerah yang meliputi seluruh badan jalan, saluran tepi jalan dan ambang pengaman. Ruang manfaat jalan dibatasi oleh:

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

#### 2. Ruang Milik Jalan (RUMIJA)

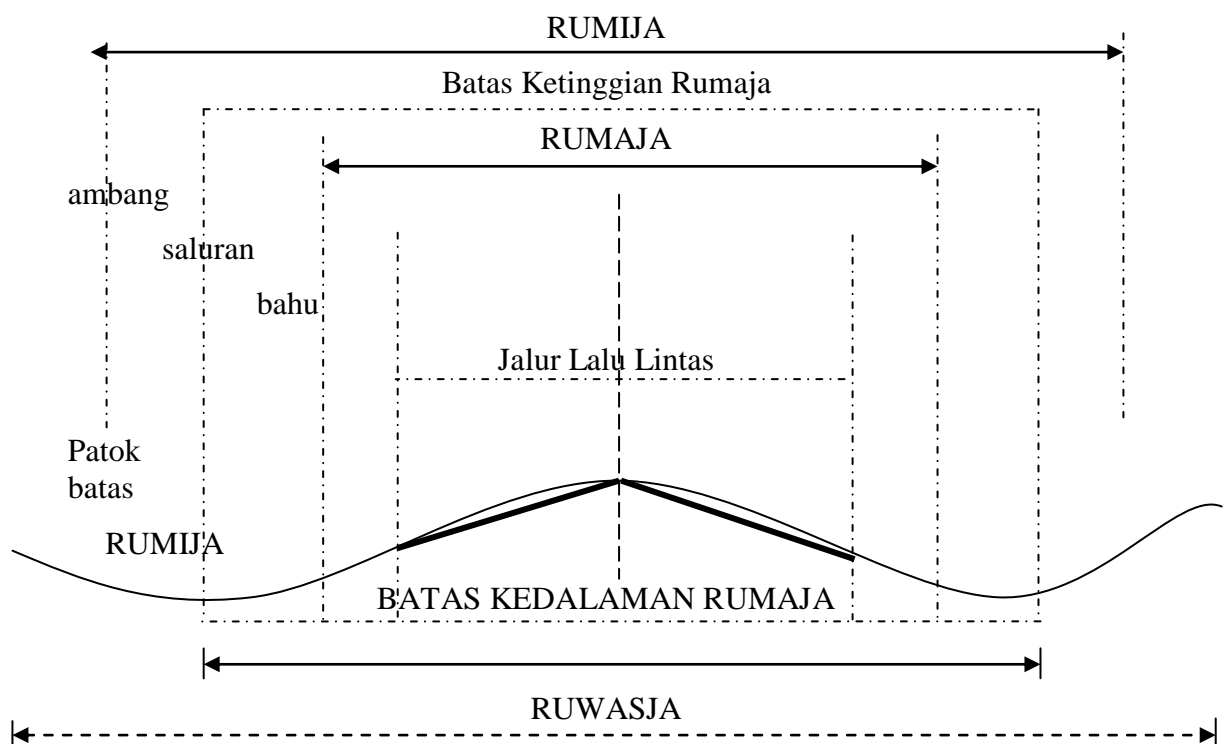
Ruang milik jalan adalah meliputi seluruh ruang manfaat jalan dan ruang yang diperuntukkan bagi pelebaran jalan dan penambahan jalur lalu lintas kemudian hari serta kebutuhan ruangan untuk pengaman jalan. Ruang milik jalan juga merupakan ruang sepanjang jalan yang juga ditasi oleh lebar dan tinggi tertentu yang dikuasai oleh pembina

jalan dengan suatu hak tertentu, dan biasanya pada jarak per 1 km dipasang patok DMJ berwarna kuning. Ruang milik jalan adalah ruang yang dibatasi oleh lebar yang sama dengan RUMAJA ditambah ambang pengaman konstruksi jalan setinggi 5 meter dan kedalaman 1,5 meter.

### 3. Ruang Pengawasan Jalan (RUWASJA)

Ruang Pengawasan Jalan adalah lajur lahan yang berada dibawah pengawasan pembina jalan, ditujukan untuk penjagaan terhadap terhalangnya pandangan bebas pengemudi kendaraan bermotor dan untuk pengamanan konstruksi jalan dalam hal ruang milik jalan yang tidak mencukupi.

Ruwasja juga adalah ruang sepanjang jalan diluar Rumaja yang dibatasi oleh tinggi dan lebar tertentu (Lihat gambar 2.3)



Gambar 2.3 Rumaja, Rumija, Ruwasja di Lingkungan jalan antar kota.

(Sumber : Tata cara perencanaan geometrik jalan antar kota)



## **2.4 Parameter Perencanaan Geometrik Jalan**

### **2.4.1 Kendaraan Rencana**

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

1. Kendaraan Ringan / Kecil (LV)

Kendaraan ringan / kecil adalah kendaraan bermotor ber as dua dengan empat roda dan dengan jarak as 2,0-3,0 m (meliputi : mobil penumpang, oplet, mikro bus, pick up, dan truk kecil sesuai sistem klasifikasi Bina Marga).

2. Kendaraan Sedang (MHV)

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

3. Kendaraan Berat / Besar (LB-LT)

a. Bus Besar (LB)

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

b. Truk Besar (LT)

Truk tiga gandar dan kombinasi tiga, jarak gandar (gandar pertama kedua) < 3,5 m (sesuai sistem klasifikasi Bina Marga).

4. Sepeda Motor (MC)

Kendaraan bermotor dengan 2 atau 3 roda (meliputi : sepeda motor dan kendaraan roda 3 sesuai sistem klasifikasi Bina Marga).

5. Kendaraan Tak Bermotor (UM)

Kendaraan dengan roda yang digerakkan oleh orang atau hewan (meliputi : sepeda, becak, kereta kuda dan kereta dorong sesuai sistem klasifikasi Bina Marga).

Tabel 2.5 Dimensi Kendaraan Rencana

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

(Sumber : Tata Cara Perencanaan Geometrik Jalan Antar Kota No. 038/T/BM/1997)

### 2.4.2 Komposisi Lalu Lintas

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

#### 1. Satuan Mobil Penumpang (SMP)

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

#### 2. Ekuivalensi Mobil Penumpang (EMP)

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

Tabel 2.6 Ekuivalen Mobil Penumpang (EMP)

NO	JENIS KENDARAAN	DATAR/BUKIT	GUNUNG
1	Sedan, Jeep, Station Wagon	1,0	1,0
2	Pick-Up, Bus Kecil, Truck Kecil	1,2 – 2,4	1,9 – 3,5
3	Bus dan Truk Besar	1,2 – 5,0	2,2 – 6,0

(Sumber : Tata Cara Perencanaan Geometrik Jalan Antar Kota No. 038/T/BM/1997)

#### 3. Faktor (F)

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

#### 4. Faktor VLHR (K)

Faktor untuk mengubah volume yang dinyatakan dalam VLHR menjadi lalu lintas jam sibuk.

#### 5. Volume Jam Rencana (VJR)

Volume Jam Rencana (VJR) adalah perkiraan volume lalu lintas pada jam sibuk tahun rencana lalu lintas, dinyatakan dalam smp/jam, dihitung dengan rumus :

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

VJR digunakan untuk menghitung jumlah lajur jalan dan fasilitas lalu lintas lainnya yang diperlukan.

Tabel 2.7 Penentuan K dan 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	0,6 – 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/T/BM/1997)

#### 6. Kapasitas (C)

Volume lalu lintas maksimum (mantap) yang dapat dipertahankan (tetap) pada suatu bagian jalan dalam kondisi tertentu (misalnya : rencana geometrik, lingkungan, komposisi lalu lintas dan sebagainya).

#### 7. Derajat Kejenuhan (DS)

Rasio volume lalu lintas terhadap kapasitas

Salah satu satuan volume lalulintas yang umum dipergunakan sehubungan dengan penentuan jumlah dan lebar jalur adalah Lalulintas Harian Rata-rata. Lalulintas Harian Rata-Rata adalah volume lalulintas rata-rata dalam satu

hari. Dari cara memperoleh data tersebut dikenal 2 jenis Lalulintas Harian Rata-Rata, yaitu Lalulintas Harian Rata-Rata Tahunan (LHRT) dan Lalulintas Harian Rata-Rata (LHR).

a. Lalulintas Harian Rata-Rata Tahunan (LHRT)

LHRT adalah jumlah lalulintas kendaraan rata-rata yang melewati satu jalur jalan selama 24 jam dan diperoleh dari data satu tahun penuh.

Rumus umum :

$$\text{LHRT} = \frac{\text{jumlah lalulintas dalam satu tahun}}{365}$$

LHRT dinyatakan dalam SMP/ hari/ 2 arah atau kendaraan/ hari/ 2 arah untuk jalan 2 jalur 2 arah.SMP/ hari/ 1 arah atau kendaraan/ hari/ satu arah untuk jalan berjalur banyak dengan median.

b. Lalulintas Harian Rata-Rata (LHR)

LHR adalah hasil bagi jumlah kendaraan yang diperoleh selama pengamatan dengan lamanya pengamatan

Rumus umum :

$$\text{LHRT} = \frac{\text{jumlah lalu lintas selama pengamatan}}{\text{lamanya pengamatan}}$$

### 2.4.3 Tingkat Pelayanan Jalan

Lebar dan jumlah lajur yang dibutuhkan tidak dapat direncanakan dengan baik walaupun LHR telah ditentukan. Hal ini disebabkan oleh tingkat keamanan dan kenyamanan yang akan diberikan oleh jalan rencana belum ditentukan. Lebar jalur yang dibutuhkan akan lebih lebar jika pelayanan dari jalan diharapkan lebih tinggi. Kebebasan bergerak yang dirasakan oleh pengemudi akan lebih baik pada jalan-jalan dengan kebebasan samping yang memadai, tetapi hal tersebut menuntut daerah manfaat jalan yang lebar pula.

*Highway Capacity Manual* membagi tingkat pelayanan jalan atas enam keadaan yaitu :

1. Tingkat pelayanan A, dengan ciri-ciri :
  - a. Arus lalulintas bebas tanpa hambatan.
  - b. Volume dan kepadatan lalulintas rendah.

- c. Kecepatan kendaraan merupakan pilihan pengemudi.
2. Tingkat pelayanan B, dengan ciri-ciri :
    - a. Arus lalulintas stabil.
    - b. Kecepatan mulai dipengaruhi oleh keadaan lalulintas, tetapi tetap dapat dipilih sesuai kehendak pengemudi.
  3. Tingkat Pelayanan C, dengan ciri-ciri :
    - a. Arus lalulintas masih stabil.
    - b. Kecepatan perjalanan dan kebebasan bergerak sudah dipengaruhi oleh besarnya volume lalulintas, sehingga pengemudi tidak dapat lagi memilih kecepatan yang diinginkan.
  4. Tingkat pelayanan D, dengan ciri-ciri :
    - a. Arus lalulintas sudah mulai tidak stabil.
    - b. Perubahan volume lalulintas sangat mempengaruhi besarnya kecepatan perjalanan.
  5. Tingkat Pelayanan E, dengan ciri-ciri :
    - a. Arus lalulintas sudah tidak stabil.
    - b. Volume kira-kira sama dengan kapasitas.
    - c. Sering terjadi kemacetan.
  6. Tingkat Pelayanan F, dengan ciri-ciri :
    - a. Arus lalulintas tertahan pada kecepatan rendah.
    - b. Sering kali terjadi kemacetan dan Arus lalulintas rendah.

#### **2.4.4 Kecepatan Rencana**

Kecepatan rencana adalah kecepatan yang dipilih untuk keperluan perencanaan setiap bagian jalan raya seperti tikungan, kemiringan jalan, jarak pandang dan lain-lain. Kecepatan yang dipilih tersebut adalah kecepatan tertinggi menerus dimana kendaraan dapat berjalan dengan aman dan keamanan itu sepenuhnya tergantung dari bentuk jalan.

Hampir semua rencana bagian jalan dipengaruhi oleh kecepatan rencana, baik secara langsung seperti tikungan horizontal, kemiringan melintang ditikungan, jarak pandangan maupun secara tak langsung seperti lebar lajur, lebar

bahu, kebebasan melintang dan lain-lain. Oleh karena itu pemilihan kecepatan rencana sangat mempengaruhi keadaan seluruh bagian-bagian jalan dan biaya untuk pelaksanaan jalan tersebut. Kecepatan rencana untuk masing-masing fungsi jalan yang ditetapkan dari tabel 2.8 untuk kondisi medan yang sulit, kecepatan rencana suatu segmen jalan dapat diturunkan dengan syarat bahwa penurunan tersebut tidak lebih dari 20 km/jam.

Tabel 2.8 Kecepatan Rencana VR, sesuai dengan Klasifikasi Fungsi dan Kalsifikasi Medan Jalan

FUNGSI JALAN	KECEPATAN RENCANA, Vr (Km/Jam)		
	DATAR	BUKIT	GUNUNG
Arteri	70 – 120	60 – 80	40 – 70
Kolektor	60 – 90	50 – 60	30 – 50
Lokal	40 – 70	30 – 50	20 – 30

(Sumber : Tata Cara Perencanaan Geometrik Jalan Antar Kota No. 038/T/BM/1997)

#### 2.4.5 Jarak Pandang

Jarak pandang adalah jarak yang diperlukan oleh seorang pengemudi pada saat mengemudi sedemikian rupa, sehingga jika pengemudi melihat suatu halangan yang membahayakan, pengemudi dapat melakukan sesuatu (antisipasi) untuk menghindari bahaya tersebut dengan aman. Syarat jarak pandang yang diperlukan dalam suatu perencanaan jalan raya untuk mendapatkan keamanan yang setinggi-tingginya bagi lalu lintas adalah sebagai berikut :

##### 1. Jarak Pandang Henti (Jh)

Jarak pandang henti adalah jarak pandang minimum yang diperlukan pengemudi untuk menghentikan kendaraan yang sedang berjalan setelah melihat adanya rintangan pada jalur yang dilaluinya. Jarak ini merupakan dua jarak yang ditempuh sewaktu melihat benda hingga menginjak rem dan jarak untuk berhenti setelah menginjak rem.

Jarak pandang henti terdiri atas 2 elemen jark, yaitu :

1) Jarak Tanggap (Jht)

Jarak tanggap adalah jarak yang ditempuh oleh kendaraan sejak pengemudi melihat suatu halangan yang menyebabkan ia harus berhenti saat pengemudi menginjak rem.

2) Jarak Pengereman (Jhr)

Jarak pengereman adalah jarak yang dibutuhkan untuk menghentikan kendaraan sejak pengemudi menginjak rem sampai kendaraan berhenti.

Jarak pandang henti mimum ini harus dipenuhi dalam setiap bagian jalan raya, besar yang diperlukan dapat dilihat pada tabel 2.9.

Tabel 2.9 Jarak Pandang Henti Minimum

V <sub>r</sub> (Km/Jam)	120	100	80	60	50	40	30	20
Jh minimum (m)	250	175	120	75	55	40	27	16

(Sumber : Tata Cara Perencanaan Geometrik Jalan Antar Kota No. 038/T/BM/1997)

Jarak Pandang Henti (Jh) dalam satuan meter, dapat dihitung dengan rumus :

$$Jh = 0,694 V_R + 0,004 \frac{V_R^2}{f_p}$$

Dimana :

V<sub>R</sub> = Kecepatan rencana (km/jam)

F<sub>p</sub> = Koefisien gesek memanjang perkerasan jalan aspal, ditetapkan 0,35 – 0,55

Untuk jalan dengan kelandaian tertentu :

$$Jh = 0,694 V_R + 0,004 \frac{V_R^2}{f_p \pm L}$$

Dimana :

Jh = Jarak pandang henti (m)

V<sub>R</sub> = Kecepatan Rencana (km/jam)

F<sub>p</sub> = koefisien gesek memanjang perkerasan jalan aspal, ditetapkan 0,35 – 0,55

L = Landai jalan dalam (%) dibagi 100

2. Jarak Pandang Mendahului (Jd)

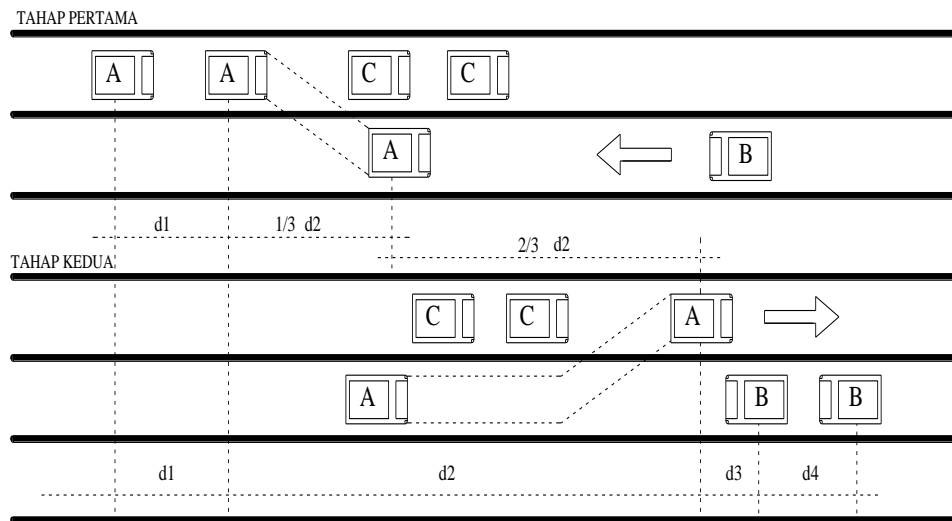
Jarak pandang mendahului ( $J_d$ ) adalah jarak yang memungkinkan suatu kendaraan mendahului kendaraan lain di depannya dengan aman sampai kendaraan tersebut kembali ke lajur semula.  $J_d$  dihitung berdasarkan asumsi bahwa tinggi mata pengemudi adalah 105 cm dan tinggi halangan adalah 105 cm.

Jarak pandang mendahului standar pada jalan dua lajur dan dua arah dihitung berdasarkan beberapa asumsi terhadap sifat arus lalu lintas yaitu :

- a. Kendaraan yang akan didahului harus mempunyai kecepatan yang tetap.
- b. Sebelum melakukan gerakan mendahului, kendaraan harus mengurangi kecepatannya dan mengikuti kendaraan yang akan disalip dengan kecepatan yang sama.
- c. Apabila kendaraan sudah berada pada lajur untuk mendahului, maka pengemudi harus mempunyai waktu untuk menentukan apakah gerakan mendahului dapat diteruskan atau tidak.
- d. Kecepatan kendaraan yang mendahului mempunyai perbedaan sekitar 15 km/jam dengan kecepatan kendaraan yang didahului pada waktu melakukan gerakan mendahului.
- e. Pada saat kendaraan yang mendahului telah berada kembali pada lajur jalannya, maka harus tersedia cukup jarak dengan kendaraan yang bergerak dari arah yang berlawanan.

Ilustrasi gerakan mendahului pada jalan tak terbagi, dikemukakan pada gambar dibawah ini :





Gambar 2.4 Jarak Pandang Mendahului

Keterangan :

A = Kendaraan yang mendahului

B = Kendaraan yang berlawanan arah

C = Kendaraan yang didahului kendaraan A

Ketentuan untuk mengukur jarak pandangan Jarak diukur dari mata pengemudi ke puncak penghalang. Untuk jarak pandang henti, ketinggian mata pengemudi 125 cm dan ketinggian penghalang 15 cm, sedangkan untuk jarak pandang menyiap ketinggian penghalang 125 cm.

Jarak kendaraan mendahului dengan kendaraan datang dan jarak pandang mendahului sesuai dengan  $V_R$  dapat dilihat pada tabel 2.11 dan 2.11 dibawah ini :

Tabel 2.10 Jarak Kendaraan Mendahului dengan Kendaraan Datang ( $d_3$ )

V (km/jam)	50 – 65	65 - 80	80 - 95	95 – 100
Jh Minimum (m)	30	55	75	90

(Sumber : Tata Cara Perencanaan Geometrik Jalan Antar Kota No.038/T/BM/1997)

Tabel 2.11 Panjang Jarak Pandang Mendahului berdasarkan  $V_R$ 

V ( km/jam)	120	100	80	60	50	40	30	20
Jd	800	675	550	350	250	200	150	100

(Sumber : Tata Cara Perencanaan Geometrik Jalan Antar Kota No.038/T/BM/1997)

Jarak pandang mendahului ( $J_d$ ), dalam satuan meter ditentukan sebagai berikut :

$$J_d = d_1 + d_2 + d_3 + d_4$$

$$d_1 = 0,278 T_1 \left( V - m + \frac{aT_1}{2} \right)$$

$$d_2 = 0,278 \cdot V \cdot t_2$$

$d_3$  = diambil 30 – 100 meter (berdasarkan buku dasar-dasar geometrik jalan, penerbit Nova)

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

Dimana :

$d_1$  = jarak yang ditempuh selama waktu tanggap (m)

$d_2$  = jarak yang ditempuh selama mendahului sampai dengan kembali ke lajur semula (m)

$d_3$  = jarak antara kendaraan yang mendahului dengan kendaraan yang datang dari arah berlawanan setelah proses mendahului selesai (m)

$d_4$  = jarak yang ditempuh oleh kendaraan yang datang dari arah berlawanan, yang besarnya diambil sama dengan  $\frac{2}{3} d_2$  (m)

$T_1$  = waktu dalam detik,  $\infty 2,12 + 0,026 V_R$

$T_2$  = waktu kendaraan berada di jalur lawan, (detik),  $\infty 6,56 + 0,048 V_R$

$a$  = percepatan rata-rata,  $\infty 2,052 + 0,0036 V_R$

$m$  = perbedaan kecepatan dari kendaraan yang mendahului dan kendaraan yang didahului (biasanya 10-15 km/jam)

## 2.5 Alinyemen Horizontal

Alinyemen horizontal adalah proyeksi sumbu jalan pada bidang horizontal. Alinyemen horizontal dikenal juga dengan nama “situasi jalan” atau “trase jalan”. Alinyemen horizontal terdiri dari garis-garis lurus yang dihubungkan dengan garis lengkung. Garis lengkung tersebut terdiri dari busur lingkaran ditambah busur peralihan saja ataupun busur lingkaran saja. (Silvia Sukirman, 1999).

Pada perencanaan alinyemen horizontal, umumnya akan ditemui dua jenis dari bagian jalan yaitu bagian lurus dan bagian lengkung (tikungan).

### 2.5.1 Ketentuan 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  $\leq 2,5$  menit (sesuai  $V_r$ ).

Nilai Panjang bagian lurus maksimum dapat dilihat pada tabel 2.10

Tabel 2.12 Panjang Bagian Lurus Maksimum

Fungsi Jalan	Panjang Bagian Lurus Maksimum (m)		
	Datar	Bukit	Gunung
Arteri	3.000	2500	2000
Kolektor	2.000	1750	1500

(Sumber : Tata Cara Perencanaan Geometrik Jalan Antar Kota No. 038/T/BM/1997)

### 2.5.2 Menentukan koordinat dan jarak

Perencanaan geometrik jalan raya merupakan perencanaan bentuk fisik jalan dalam tiga dimensi. Untuk mempermudah dalam penggambaran bagian-bagian perencanaan, maka bentuk fisik jalan digambarkan dalam bentuk alinyemen horizontal atau trase jalan, alinyemen vertikal atau penampang jalan dan potongan melintang.

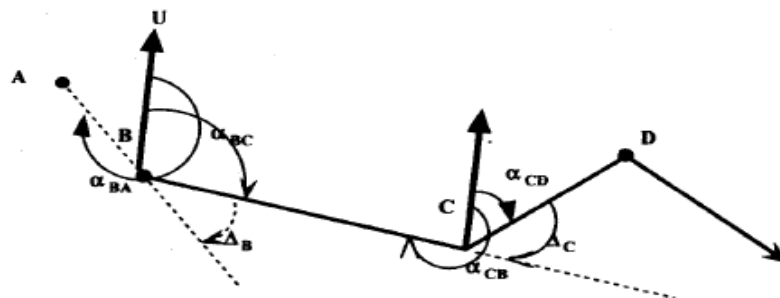
Ada beberapa hal yang perlu diperhatikan dalam perencanaan alinyemen horizontal dan vertikal adalah sebagai berikut :

1. Alinyemen horizontal dan vertikal terletak pada satu fase, sehingga tikungan tampak alami dan pengemudi dapat memperkirakan bentuk alinyemen berikutnya.
2. Bila tikungan horizontal dan vertikal tidak terletak dalam satu fase, maka pengemudi akan sukar untuk memperkirakan bentuk jalan selanjutnya dan bentuk jalan terkesan patah disuatu tempat.
3. Tikungan yang tajam sebaiknya tidak diadakan di bagian atas lengkung vertikal cembung atau di bagian bawah lengkung vertikal cekung.

Alinyemen vertikal akan menghalangi pengemudi pada saat mulai memasuki awal tikungan.

4. Pada jalan yang lurus dan panjang sebaiknya tidak dibuatkan lengkung vertikal cekung atau kombinasi dari lengkung vertikal cekung.
5. Kelandaian yang landai dan pendek sebaiknya tidak diletakkan di antara dua kelandaian yang curam, sehingga mengurangi jarak pandang pengemudi.
6. Jangan menempatkan bagian lurus pendek pada puncak lengkung cembung karena akan memberikan efek loncatan pada pengemudi.
7. Hindarkan menempatkan awal dari tikungan mendekati puncak dari lengkung cembung.
8. Hindari menempatkan posisi jembatan dibagian lengkung cekung atau diawal puncak bagian lengkung cembung. Apalagi kalau jembatan pada alinyemen horizontal berada pada suatu tikungan. Hal ini sangat menyulitkan pengemudi menguasai kendaraan akibat loncatan kendaraan keatas, ataupun dalam kasus terakhir akan menerima gaya sentrifugal yang akan terjadi pada kendaraan yang cukup besar (karena sulit sekali memberikan pencapaian superelevasi pada jembatan).

Setelah merencanakan alinyemen, maka diperlukan perhitungan koordinat azimuth dan jarak. koordinat azimuth dapat dihitung dengan rumus berikut ini.



Gambar 2.5 Contoh Koordinat Azimuth

(Sumber : Hamirhan Saodang, Kontruksi Jalan Raya, 2004)

$$\alpha_{BA} = \arctan \frac{X_A - X_B}{Y_A - Y_B}$$

$$\alpha_{BC} = \arctan \frac{X_C - X_B}{Y_C - Y_B}$$

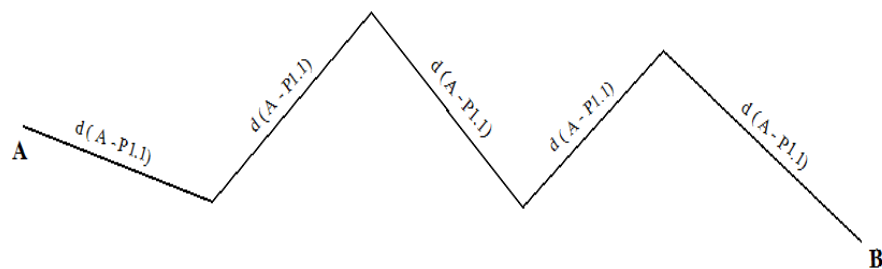
$$\Delta_B = 180^\circ - (\alpha_{BA} - \alpha_{BC})$$

$$\alpha_{CB} = \arctan \frac{X_C - X_B}{Y_C - Y_B}$$

$$\alpha_{CD} = \arctan \frac{X_D - X_C}{Y_D - Y_C}$$

$$\Delta_C = (\alpha_{CB} - \alpha_{CD}) - 180^\circ$$

Adapun perhitungan jarak titik-titik penting yang diperoleh dari pemilihan rencana alinyemen horizontal dapat menggunakan rumus berikut ini.



Gambar 2.6 Koordinat dan Jarak

(Sumber : Hamirhan Saodang, Kontruksi Jalan Raya, 2004)

$$d = \sqrt{(X_2 - X_1)^2 + (Y_2 - Y_1)^2}$$

Dimana :

d = Jarak titik A ke titik P1

$X_2$  = Koordinat titik P1. 1 pada sumbu X

$X_1$  = Koordinat titik A pada sumbu X

$Y_2$  = Koordinat titik P1.1 pada sumbu Y

$Y_1$  = Koordinat titik A pada sumbu Y

### 2.5.3 Ketentuan Komponen Tikungan

#### 1. Jari – jari Minimum

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

Untuk menghindari terjadinya kecelakaan, maka untuk kecepatan tertentu ditentukan jari – jari minimum untuk superelevasi maksimum 10 %. Nilai panjang jari – jari minimum dapat dilihat pada tabel 2.1.

Tabel 2.13 Panjang Jari – jari Minimum untuk emaks = 10%

V (km/jam)	120	100	80	60	50	40	30	20
Jari – jari minimum (m)	600	370	210	110	80	50	30	15

(Sumber : Tata Cara Perencanaan Geometrik Jalan Antar Kota No.038/T/BM/1997)

Jari – jari tikungan minimum ( $R_{min}$ ) ditetapkan sebagai berikut :

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

Keterangan :

$R_{min}$  = Jari – jari tikungan minimum (m)

V = Kecepatan rencana (km/jam)

e maks = Superelevasi maksimum

f = koefisien gesekan melintang

#### 2. Batas tikungan tanpa kemiringan

Telah dijeaskan bahwa, kemiringan jalan adalah fungsi dari ketajaman tikungan. Untuk tikungan – tikungan yang tumpul karena kecilnya kemiringan yang diperlukan, dapat saja tidak ada kemiringan.

Tabel 2.14 Jari – jari yang diizinkan tanpa superelevasi

Kecepatan Rencana, $V_r$ (km/jam)	R (m)
60	700
80	1250
100	2000
120	5000

(Sumber : Tata Cara Perencanaan Geometrik Jalan Antar Kota No.038/T/BM/1997)

### 3. Lengkung Peralihan

Lengkung peralihan dinuat untuk menghindari terjadinya perubahan alinyemen yang tiba – tiba dari bentuk lurus ke bentuk lingkaran ( $R = \infty \rightarrow R = R_c$ ), jadi lengkung peralihan ini diletakkan diantara bagian lurus dan bagian lingkaran, yaitu pada sebelum dan sesudah tikungan berbentuk busur lingkaran.

Lengkung peralihan dengan bentuk spiral banyak digunakan juga oleh Bina Marga. 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 tiga persamaan dibawah ini :

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

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

- Berdasarkan antisipasi gaya sentrifugal, digunakan rumus :

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

- Berdasarkan tingkat pencapaian perubahan kelandaian :

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

Keterangan :

T = Waktu tempuh pada lengkung peralihan, ditetapkan 3 detik

$V_R$  = Kecepatan rencana (km/jam)

e = Superelevasi

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

$R$  = Jari – jari busur lingkaran (m)

$e_m$  = Superelevasi maksimum

$e_n$  = Superelevasi Normal

$r_e$  = Tingkat penca[ai]an perubahan kemiringan melintang jalan

(m/m/detik)

Untuk  $V \leq 70$  km /jam,  $r_e = 0,035$  m/m/dt

Untuk  $VR \geq 80$  km/jam,  $r_e = 0,025$  m/m/dt

Tabel 2.15 Jari – jari tikungan yang tidak memerlukan lengkung peralihan

$V_r$ (km/jam)	120	100	90	80	60	50	40	30	20
$R_{min}$ (m)	2500	1500	280	210	115	80	50	30	15

(Sumber : Tata Cara Perencanaan Geometrik Jalan Antar Kota, Departemen PU, Dirjen Bina Marga,1997)

#### 4. Bentuk – bentuk tikungan

Didalam suatu perencanaan garis lengkung maka perlu diketahui hubungan kecepatan rencana dengan kemiringan melintang jalan (Superelevasi) karena garis lengkung yang direncanakan harus dapat mengurangi gaya sentrifugal secara berangsur-angsur mulai dari nol sampai nol kembali. Bentuk tikungan dalam perencanaan tersebut sebagai berikut :

##### a. Bentuk Tikungan *Full Circle* (FC)

Bentuk tikungan ini digunakan pada tikungan yang mempunyai jari-jari besar dan sudut tangen yang relatif kecil. Atas dasar ini maka perencanaan tikungan dapat memberikan keamanan dan kenyamanan bagi pengguna jalan raya, dalam merencanakan tikungan harus memperhatikan hal-hal sebagai berikut :

1. Lengkung peralihan
2. Kemiringan melintang (superelevasi)
3. Pelebaran Perkerasan Jalan



#### 4. Kebebasan samping

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

Jenis tikungan *Full Circle* ini merupakan jenis tikungan yang paling ideal ditinjau dari segi keamanan dan kenyamanan. Bagi pengendara dan kendaraannya, karena sudut tikungnya tidak terlalu tajam. Tetapi apabila ditinjau dari penggunaan lahan dan biaya pembangunannya yang relatif terbatas, jenis tikungan ini merupakan pilihan yang sangat mahal.

Untuk tikungan yang jari-jari lebih kecil dari harga diatas, maka bentuk tikungan yang dipakai adalah *spiral-circle-spiral*.

Disamping ketentuan jari-jari lengkung minimum diatas ada ketentuan lain yang harus kita penuhi, yaitu :

$$Tc = R \cdot Tg \cdot \frac{1}{2} \cdot \Delta$$

$$Ec = T \cdot Tg \cdot \frac{1}{4} \cdot \Delta$$

$$Lc = \frac{\Delta}{360} \cdot 2 \cdot \pi \cdot R$$

Keterangan :

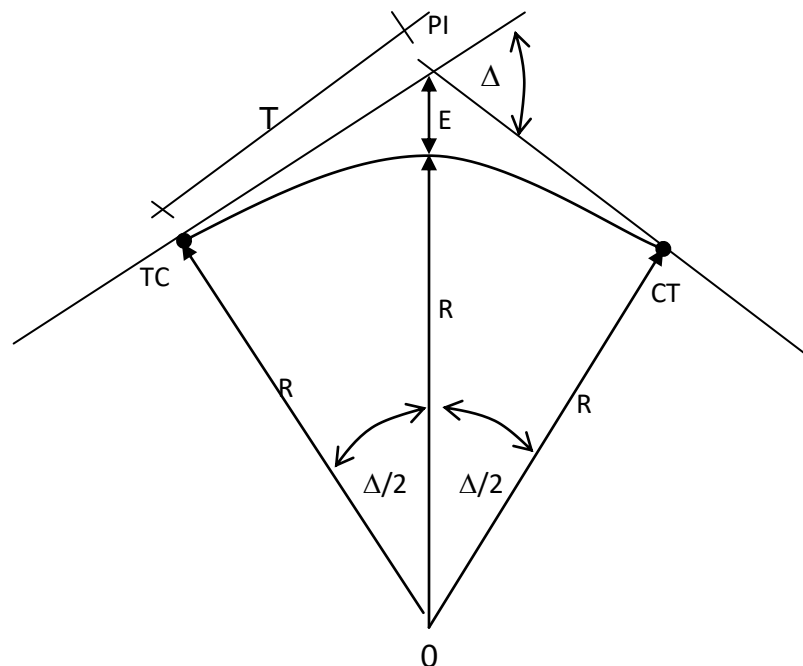
$\Delta$  = Sudut tikungan atau sudut tangen ( $^{\circ}$ )

Tc = Jarak Tc dan PI (m)

R = jari – jari (m)

Lc = Panjang Tikungan (m)

Ec = Jarak PI ke lengkung peralihan



Gambar 2.7 Tikungan *Full Circle*

Keterangan :

$\Delta$  = sudut tikungan

$T_c$  = panjang tangen jarak dari TC ke P1 atau P1 ke CT

$R$  = jari-jari lingkaran

$L'$  = panjang busur lingkaran

$E_c$  = jarak luar dari P1 ke busur lingkaran

b. Tikungan *Spiral – Circle – Spiral* (SCS)

*Spiral circle spiral* adalah bentuk tikungan dari bagian lurus ke *circle* yang panjangnya diperhitungkan dengan melihat perubahan gaya sentrifugal dari nol sampai ada nilai gaya sentrifugal.

Adapun jari-jari yang diambil untuk tikungan *Spiral Circle Spiral* haruslah sesuai dengan kecepatan rencana dan tidak mengakibatkan adanya kemiringan tikungan yang melebihi harga maksimum yang telah ditentukan, yaitu :

1. Kemiringan maksimum jalan antar kota = 0,10
2. Kemiringan maksimum jalan dalam kota = 0,18

Rumus :

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

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

$$Y_s = \frac{L_s^2}{6 R}$$

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

$$\Delta_c = \Delta - 2\theta_s$$

$$P = \frac{L_s^2}{6 R} - R(1 - \cos \theta_s)$$

$$k = L_s - \frac{L_s^3}{40 R^2} - R \sin \theta_s$$

$$L_c = \frac{\Delta_c}{180} \pi R$$

$$L = L_c + 2L_s$$

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

Keterangan:

$X_s$  = absis titik SC pada garis tangen, jarak dari titik TS-SC

(jarak lurus lengkung peralihan), (m)

$Y_s$  = ordinat titik SC pada garis tegak lurus garis tangen, (m)

$L_s$  = panjang lengkung peralihan (jarak TS-SC atau CS-ST), (m)

$L_c$  = panjang busur lingkaran (jarak SC-CS), (m)

$T_s$  = jarak tangen dari PI ke TS atau ST, (m)

$E_s$  = jarak dari PI ke puncak busur lingkaran, (m)

$\Delta$  = sudut tikungan, ( $^{\circ}$ )

$\Delta_c$  = sudut lengkung *circle* ( $^{\circ}$ )

$\theta_s$  = sudut lengkung spiral, ( $^{\circ}$ )

$R$  = jari-jari tikungan, (m)

$p$  = pergeseran tangen terhadap spiral, (m)

$k$  = absis p pada garis tangen spiral, (m)

$L$  = panjang tikungan SCS, (m)



R = Jari-jari Lingkaran

P = Pergesekan tangen terhadap *spiral*

K = Absis dari P pada garis tangen *spiral*

$\Delta$  = Sudut tikungan atau sudut tangen

$\Theta_s$  = Sudut lengkung *spiral*

c. Tikungan Spiral-Spiral (SS)

Bentuk tikungan ini digunakan pada keadaan yang sangat tajam. Lengkung Horizontal berbentuk *spiral-spiral* adalah lengkung tanpa busur lingkaran, sehingga SC terhimpit dengan titik CS. Adapun semua rumus dan aturannya sama seperti rumus *Spiral Circle Spiral*, yaitu :

Rumus :

$$L_s = \frac{\theta_s \cdot R}{28,648}$$

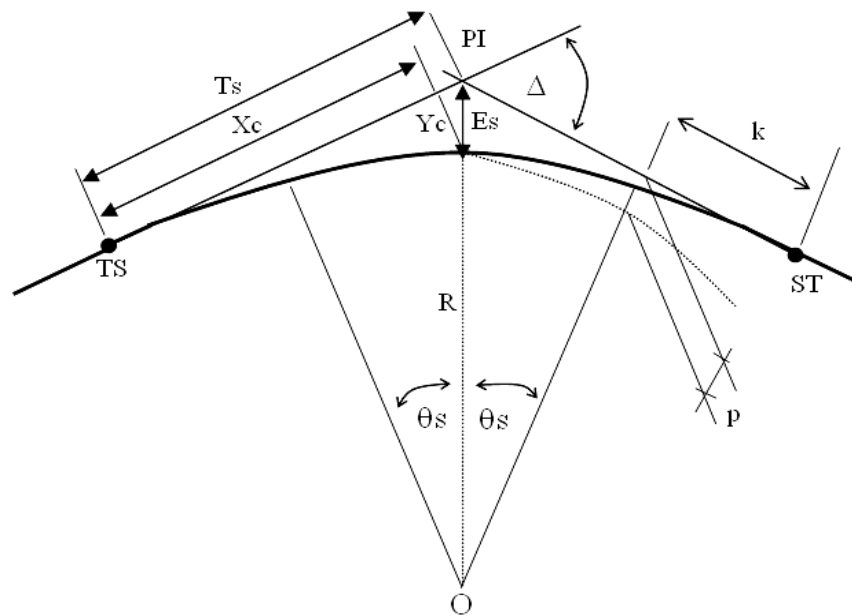
$$T_s = (R + P) Tg \cdot \frac{1}{2} \Delta + K$$

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

$$L = 2 \cdot L_s$$

$$K = k^* \cdot L_s$$

$$P = p^* \cdot L$$



Gambar 2.9 Tikungan *Spiral spiral*

Keterangan :

$E_s$  = Jarak dari P1 ke lingkaran

TS = Titik dari tangen ke *spiral*

$T_s$  = Panjang Tangen dari titik P1 ke titik TS atau ke titik ST

$S_c$  = Titik dari *spiral* ke lingkaran

$R$  = Jari-jari Lingkaran

$K$  = Absis dari P pada garis tangen *spiral*

$P$  = Pergesekan tangen terhadap *spiral*

Tabel 2.16 Besaran  $p^*$  dan  $k^*$  Untuk  $L_s = 1$  m

$Os$	$p^*$	$k^*$	$Os$	$p^*$	$k^*$
0,5	0,0007315	0,4999987	20,5	0,0309385	0,4977965
1,0	0,0014631	0,4999949	21,0	0,0317409	0,4976842
1,5	0,0021948	0,4999886	21,5	0,0325466	0,4975688
2,0	0,0029268	0,4999797	22,0	0,0333559	0,4974504
2,5	0,0036591	0,4999682	22,5	0,0341687	0,4973288
3,0	0,0043919	0,4999542	23,0	0,0349852	0,4972042
3,5	0,0051251	0,4999377	23,5	0,0358055	0,4970764
4,0	0,0058589	0,4999186	24,0	0,0366296	0,4969454
4,5	0,0065934	0,4998970	24,5	0,0374576	0,4968112
5,0	0,0073286	0,4998727	25,0	0,0382895	0,4966738
5,5	0,0080647	0,4998459	25,5	0,0391255	0,4965331
6,0	0,0088016	0,4998166	26,0	0,0399657	0,4963891
6,5	0,0095396	0,4997846	26,5	0,0408101	0,4962418
7,0	0,0102786	0,4997501	27,0	0,0416587	0,4960912
7,5	0,0110188	0,4997130	27,5	0,0425117	0,4959372
8,0	0,0117602	0,4996732	28,0	0,0433692	0,4957798
8,5	0,0125030	0,4996309	28,5	0,0442312	0,4956189
9,0	0,0132471	0,4995859	29,0	0,0450978	0,4954546
9,5	0,0139928	0,4995383	29,5	0,0459690	0,4952868
10,0	0,0147400	0,4994880	30,0	0,0468450	0,4951154
10,5	0,0154888	0,4994351	30,5	0,0477258	0,4949405
11,0	0,0162394	0,4993795	31,0	0,0486115	0,4947620
11,5	0,0169919	0,4993213	31,5	0,0495022	0,4945798
12,0	0,0177462	0,4992603	32,0	0,0503979	0,4943939
12,5	0,0185025	0,4991966	32,5	0,0512988	0,4942044
13,0	0,0192608	0,4991303	33,0	0,0522048	0,4940111
13,5	0,0200213	0,4990611	33,5	0,0531162	0,4938140
14,0	0,0207846	0,4989893	34,0	0,0540328	0,4936131
14,5	0,0215490	0,4989146	34,5	0,0549549	0,4934084
15,0	0,0223165	0,4988372	35,0	0,0558825	0,4931997
15,5	0,0230863	0,4987570	35,5	0,0568156	0,4929872
16,0	0,0238588	0,4986739	36,0	0,0577544	0,4927706
16,5	0,0246338	0,4985880	36,5	0,0586989	0,4925501
17,0	0,0254116	0,4984993	37,0	0,0596492	0,4923254
17,5	0,0261921	0,4984077	37,5	0,0606053	0,4920967
18,0	0,0269756	0,4983132	38,0	0,0615673	0,4918639
18,5	0,0277619	0,4982158	38,5	0,0625354	0,4916269
19,0	0,0285513	0,4981154	39,0	0,0635095	0,4913857
19,5	0,0293438	0,4980121	39,5	0,0644897	0,4911402
20,0	0,0301396	0,4979058	40,0	0,0654762	0,4908904

d. Superelevasi

Penggambaran superelevasi dilakukan untuk mengetahui kemiringan-kemiringan jalan pada bagian tertentu yaitu berfungsi untuk mempermudah dalam pekerjaannya atau pelaksanaan dilapangan.

- 1) Superelevasi dapat dicapai secara bertahap dari kemiringan melintang normal pada bagian jalan yang lurus sampai kemiringan penuh (superelevasi) pada bagian lengkung,
- 2) Pada tikungan *Spiral-Circle-Spiral*, pencapaian superelevasi dilakukan secara linier, diawali dari bentuk normal samapi lengkung peralihan (S) yang berbentuk pada bagian lurus jalan, lalu dilanjutkan samapi superelevasi penuh pada akhir bagian lengkung peralihan.
- 3) Pada tikungan *FullCircle* , pencapaian superelevasi dilakukan secara linier, diawali dari bagian lurus sepanjang  $2/3 L_s$  sampai dengan bagian lingkaran penuh sepanjang  $1/3 L_s$ .
- 4) Pada tikungan *Spiral-Spiral*. Pencapaian superelevasi seluruhnya dilakukan pada bagian spiral
- 5) Superelevasi tidak diperlukan jika ruas cukup besar, untuk itu cukup lereng luar diputar sebesar lereng normal (LP), atau bahkan tetap lereng normal (LN)

Tabel 2.17 Panjang Lengkung Peralihan Minimum dan Superelevasi yang dibutuhkan ( $e_{maks} = 10\%$ , metode Bina Marga)

D	R	V=50 km/jam		V=60 km/jam		V=70 km/jam		V=80 km/jam		V= 90 km/jam	
		Ls	Ls	Ls	Ls	Ls	Ls	Ls	Ls	Ls	Ls
0.250	5730	Ln	45	LN	50	LN	60	LN	70	LN	75
0.500	2865	Ln	45	LN	50	LP	60	LP	70	LP	75
0.750	1910	Ln	45	LP	50	LP	60	0.020	70	0.025	75



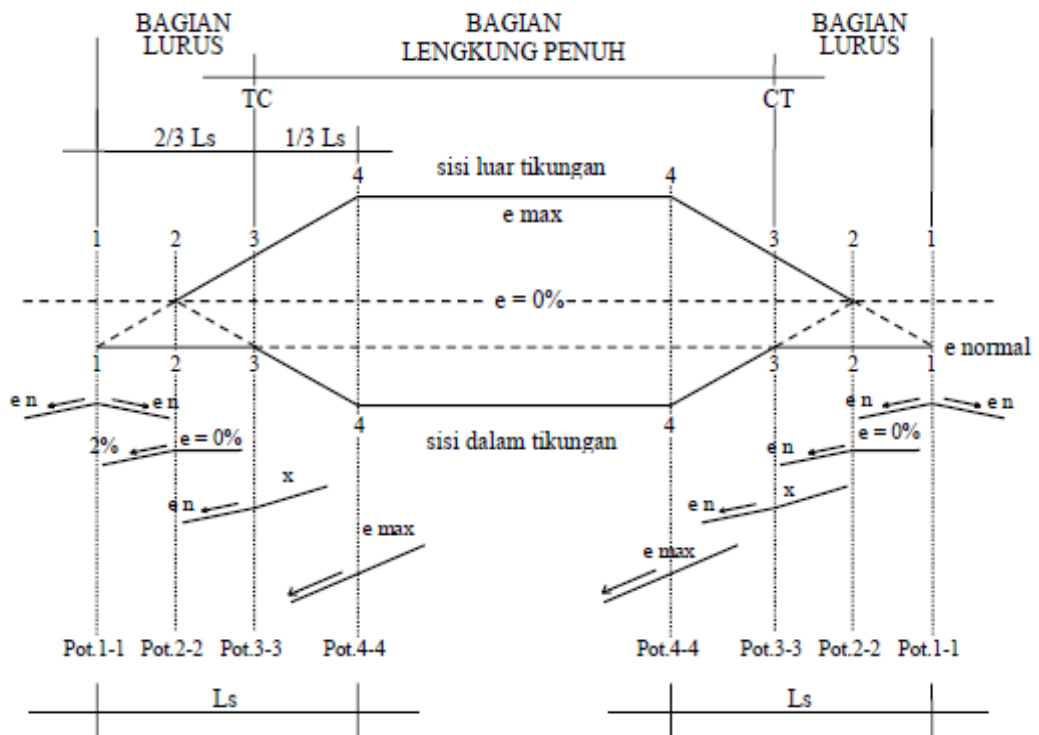
1.000	1432	Lp	45	LP	50	0.021	60	0.027	70	0.033	75
1.250	1146	Lp	45	LP	50	0.025	60	0.033	70	0.040	75
1.500	955	Lp	45	0.023	50	0.030	60	0.038	70	0.047	75
1.750	955	Lp	45	0.026	50	0.035	60	0.044	70	0.054	75
2.000	819	Lp	45	0.029	50	0.039	60	0.049	70	0.060	75
2.500	716	0.026	45	0.036	50	0.047	60	0.059	70	0.072	75
3.000	573	0.030	45	0.042	50	0.055	60	0.068	70	0.081	75
3.500	477	0.035	45	0.048	50	0.062	60	0.076	70	0.089	75
4.000	409	0.039	45	0.054	50	0.068	60	0.082	70	0.095	75
4.500	358	0.043	45	0.059	50	0.074	60	0.088	70	0.099	75
5.000	318	0.048	45	0.064	50	0.079	60	0.093	70	0.100	75
6.000	286	0.055	45	0.073	50	0.088	60	0.098	70	Dmaks =5,12	
7.000	239	0.062	45	0.080	60	0.094	60	D maks = 6,82			
8.000	205	0.068	45	0.086	60	0.098	60				
9.000	179	0.074	45	0.091	60	0.099	60				
10.000	143	0.079	45	0.095	60	D maks = 9,12					
11.000	130	0.083	45	0.098	60						
12.000	119	0.087	45	0.100	60						
13.000	110	0.091	45	D maks = 12,79							
14.000	102	0.093	45								
15.000	96	0.096	45								

16.000	90	0.097	45
17.000	84	0.099	45
18.000	80	0.099	45
19.000	75	D maks = 18,8	

(Sumber : Dasar-dasar Perencanaan Geometrik Jalan, Nova)

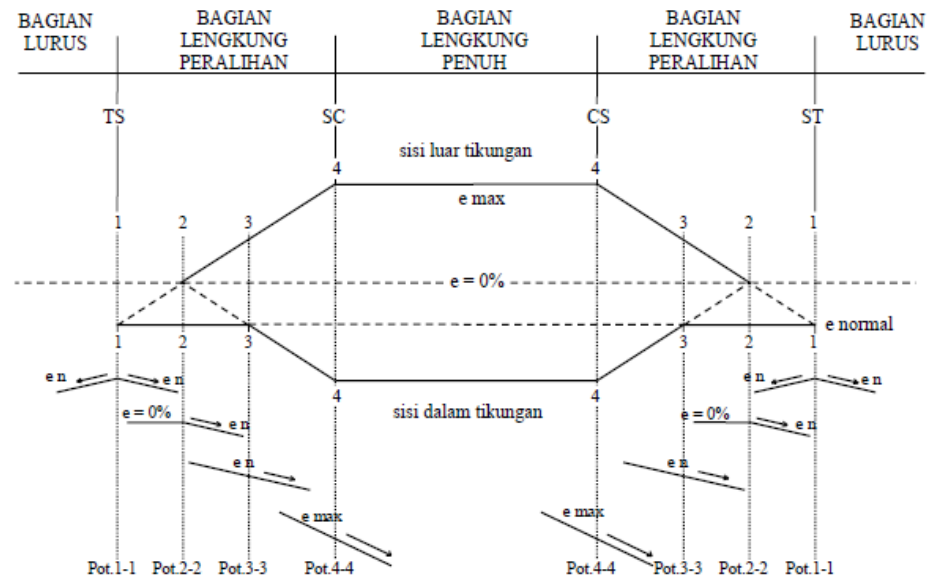
Diagram superelevasi

a. Tikungan *Full Circle* (FC)



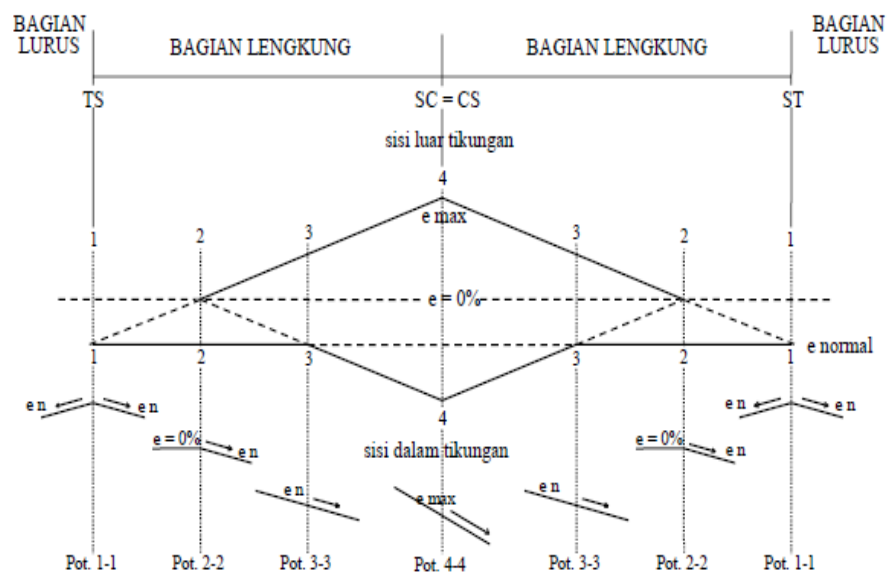
Gambar 2.10 Pencapaian Superelevasi Tikungan *Full Circle*

b. Tikungan *Spiral Circle Spiral*(SCS)



Gambar 2.11 Pencapaian Superelevasi Tikungan *Spiral-Circle-Spiral*

c. Tikungan *Spiral Spiral* (SS)



Gambar 2.12 Pencapaian Superelevasi Tikungan *Spiral-Spiral*

Keterangan :

1. Potongan I, kemiringan permukaan perkerasan jalan bersifat normal, yaitu sebagian miring kekiri dan sebagian lagi miring kekanan.

2. Potongan II, pada kondisi ini, bagian sisi luar sudah bergerak keatas dari posisi awal seperti pada potongan I menjadi rata (datar) dengan kemiringan sebesar 0%. Dengan demikian bentuk permukaan jalan menjadi rata sebelah.
3. Potongan III, bagian sisi luar tikungan terus bergerak keatas sehingga akhirnya segaris (satu kemiringan) dengan sisi dalam. Besarnya kemiringan tersebut menjadi sebesar kemiringan normal.
4. Potongan IV, baik sisi luar maupun sisi dalam tikungan sama-sama bergerak naik sehingga mencapai kemiringan sebesar kemiringan maksimum yang ditetapkan pada tikungan tersebut. Kondisi seperti ini akan bertahan sampai sepanjang lengkung circle (khusus tikungan SS hanya pada satu titik), yaitu sampai titik CS. Setelah melewati titik CS, maka bentuk potongan berangsur-angsur kembali kebentuk potongan III selanjutnya ke potongan II dan akhirnya kembali lagi kebentuk potongan I, yakni bentuk normal.

#### 2.5.4 Kebebasan Samping pada Tikungan

Sesuai dengan panjang jarak pandangan yang dibutuhkan baik jarak pandangan henti maupun jarak pandangan menyiap, maka pada tikungan perlu diadakan jarak kebebasan samping. Jarak kebebasan samping ini merupakan jarak yang diukur dari suatu as jalan ke suatu penghalang pandangan, misalnya bangunan, kaki bukit, pohon dan hutan.

Daerah bebas samping dimaksudkan untuk memberikan kemudahan pandangan di tikungan dengan membebaskan objek-objek penghalang sejauh E (m), yang diukur dari garis tengah lajur dalam sampai ke objek penghalang pandangan sehingga memenuhi persyaratan Jh.

Daerah bebas samping ditikungan di hitung berdasarkan jarak pandang henti menggunakan rumus-rumus sebagai berikut :

- a. Jika  $J_h < L_t$

$$E = R' \left( 1 - \cos \frac{28,65 J_h}{R'} \right)$$

Dimana :

E = jarak bebas samping (m)

R = jari-jari tikungan (m)

R' = jari-jari sumbu jalur dalam (m)

Jh = jarak pandang henti (m)

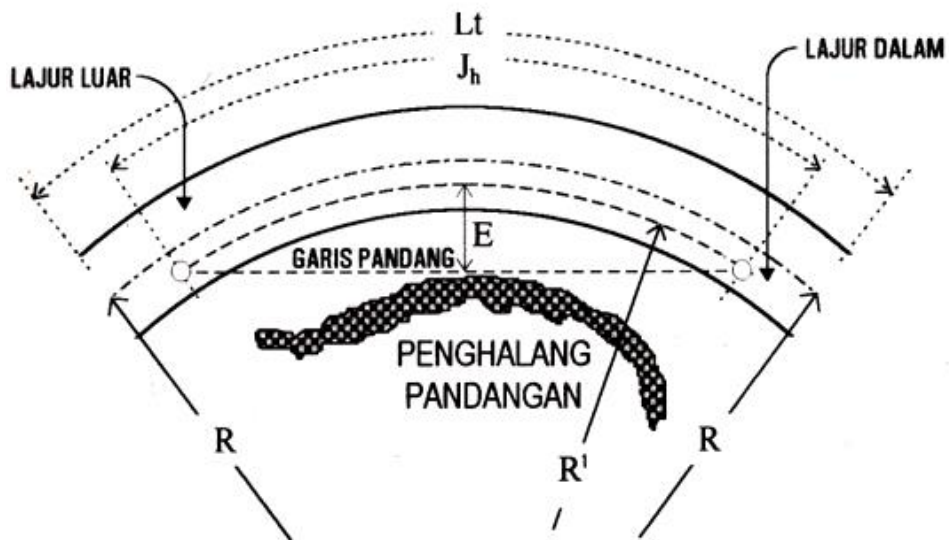
Lt = panjang Tikungan (m)

Tabel 2.18 Nilai E untuk  $J_h < L_t$

R (m)	$V_R = 20$ J = 16	30	40	50	60	80	100	120
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	$R_{max} =$ 500
300					2,3	6,0	$R_{max} =$ 350	
250				1,5	2,8	7,1		
200				1,9	3,5	$R_{max} =$ 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	$R_{max} =$ 115			
100			2,0	3,8				

90			2,2	4,2			
80			2,5	4,7			
70		1,5	2,8	$R_{\max} =$ 80			
60		1,8	3,3				
50		2,3	3,9				
40		3,0	$R_{\max} \times = 50$				
30		$R_{\max} =$ 30					
20	1,6						
15	2,1						
	$R_{\max} = 15$						

(sumber : Tata Cara Perencanaan Geometrik Jalan Antar Kota No.038/T/BM/1997).



Gambar 2.13 Daerah bebas samping ditikungan untuk  $J_h < L_t$

b. Jika  $J_h > L_t$

$$E = R' \left( 1 - \cos \frac{28,65 J_h}{R'} \right) + \left( \frac{J_h - L_t}{2} \sin \frac{28,65 J_h}{R'} \right)$$

Dimana :

E = jarak bebas samping (m)

R = jari-jari tikungan (m)

$R'$  = jari-jari sumbu jalur dalam (m)

Jh = jarak pandang henti (m)

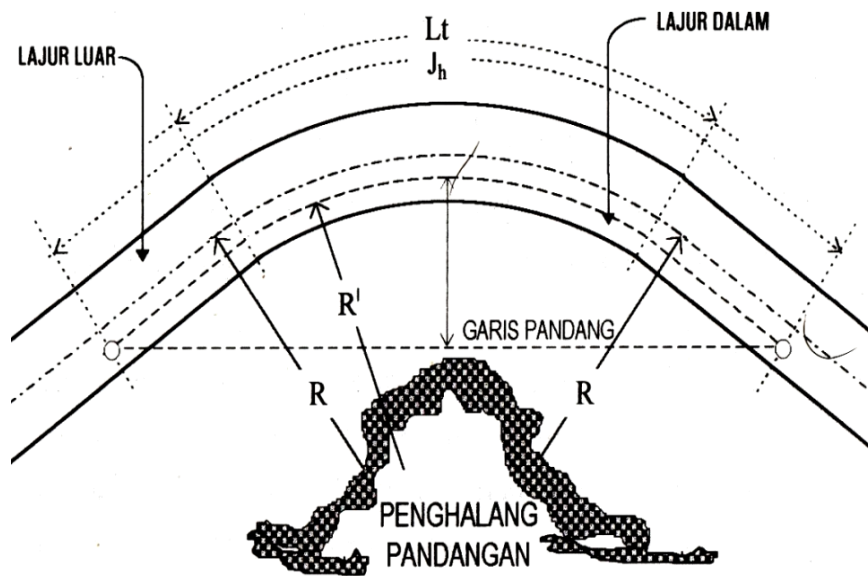
Lt = panjang Tikungan (m)

Nilai E (m) dapat dilihat pada tabel 2.19

Tabel 2.19 Nilai E untuk  $Jh > Lt$

R (m)	$V_R = 20$	30	40	50	60	80	100	120
	J = 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	$R_{max} = 500$
300			1,5	2,4	3,9	8,5	$R_{max} = 350$	
250			1,8	2,9	4,7	10,1		
200			2,2	3,6	5,8	$R_{max} = 210$		
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	$R_{max} = 115$			
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	$R_{max} = 80$				
60	2,2	4,3	7,4					
50	2,6	5,1	8,8					
40	3,3	6,4	$R_{max} \times = 50$					
30	4,4	8,4						
20	6,4	$R_{max} = 30$						
15	8,4							
	$R_{max} = 15$							

(sumber : Tata Cara Perencanaan Geometrik Jalan Antar Kota No.038/T/BM/1997)



Gambar 2.14 Daerah bebas samping ditikungan untuk  $J_h > L_t$

Keterangan Rumus :

$$M = R ( 1 - \text{Cos } \Theta ) + \frac{1}{2} ( S - L ) \text{Sin } \Theta$$

Dimana :

M = jarak dari sumbu penghalang ke sumbu lajur sebelah dalam (m)

$\Theta$  = setengah sudut pusat sepanjang L ( ° )

R = radius sumbu lajur sebelah dalam (m)

S = jarak pandangan (m)

L = panjang tikungan (m)

### 2.5.5 Pelebaran Perkerasan Jalan pada Tikungan

Adapun rumus-rumus yang digunakan untuk perhitungan pelebaran jalan pada tikungan menurut buku dasar-dasar perencanaan geometrik jalan (Silvia Sukirman) sebagai berikut:

$$B = \sqrt{\{\sqrt{Rc^2 - 64} + 1,25\} + 64 - \sqrt{(Rc^2 - 64) + 1,25}}$$



Dimana :

B = Lebar perkerasan yang ditempati satu kendaraan ditikungan pada lajur sebelah dalam (m)

Rc = Radius lengkung untuk lintasan luar roda depan.

Untuk lintasan luar roda depan (Rc) dapat dicari dengan menggunakan rumus dibawah ini :

$$R_c = R \cdot \frac{1}{4} B_n + \frac{1}{2} b$$

Keterangan :

R = Jari-jari busur lingkaran pada tikungan (m)

Bn = Lebar total perkerasan pada bagian lurus (m)

b = Lebar Kendaraan Rencana (m)

$$B_t = n ( B + C ) + Z$$

Keterangan :

n = Jumlah jalur lalu lintas

B = Lebar perkerasan yang ditempati satu kendaraan ditikungan pada lajur sebelah dalam (m)

C = Lebar kebebasan samping kiri dan kanan kendaraan = 1,0 m

Z = Lebar tambahan akibat kesukaran mengemudi ditikungan (m)

$$\Delta b = B_t - B_n$$

$\Delta b$  = Tambahan lebar perkerasan ditikungan (m)

Dimana nilai lebar tambahan akibat kesukaran mengemudi ditikungan (Z) dapat dicari dengan menggunakan rumus dibawah ini :

$$Z = 0,015 \frac{V}{\sqrt{R}}$$

Keterangan :

V = Kecepatan Rencana (km / jam)

R = Jari-jari tikungan

Pelebaran perkerasan pada tikungan ini dimaksudkan untuk mengurangi kemungkinan kendaraan akan keluar dari jalurnya karena dipicu dengan kecepatan yang terlalu tinggi. Pelebaran ini dilakukan sepanjang pencapaian superelevasi.

## 2.6 Alinyemen Vertikal

Alinyemen vertikal adalah bidang tegak yang melalui sumbu jalan atau proyeksi tegak lurus bidang gambar. Profil ini menggambarkan tinggi rendahnya jalan terhadap muka tanah asli, sehingga memberikan gambaran terhadap kemampuan kendaraan dalam keadaan naik dan bermuatan penuh.

Alinyemen vertikal sangat erat hubungan dengan besarnya biaya pembangunan, biaya penggunaan kendaraan serta jumlah lalu lintas. Kalau pada alinyemen horizontal (bagian tikungan) maka pada alinyemen vertikal yang merupakan bagian kritis justru pada bagian lurus. Kemampuan pendakian dari kendaraan truck dipengaruhi oleh panjang pendakian (panjang kritis landai) dan besarnya landai.

### 2.6.1 Kelandaian Maksimum

Kelandaian maksimum yang ditentukan untuk berbagai variasi kecepatan rencana, dimaksudkan agar kendaraan dapat bergerak terus tanpa kehilangan kecepatan yang berarti. Kelandaian maksimum hanya digunakan bila pertimbangan biaya pembangunan sangat memaksa dan hanya jarak pendek.

Tabel 2.20 Landai Maksimum

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

(sumber : Tata Cara Perencanaan Geometrik Jalan Antar Kota No.038/T/BM/1997)

Panjang kritis adalah panjang landai maksimum yang harus disediakan agar kendaraan dapat mempertahankan kecepatan sedemikian rupa, sehingga penurunan kecepatan yang terjadi tidak lebih dari separuh kecepatan rencana ( $V_R$ ). Lama perjalanan tersebut tidak lebih dari satu menit. (Hamirhan Saodang, 2004)

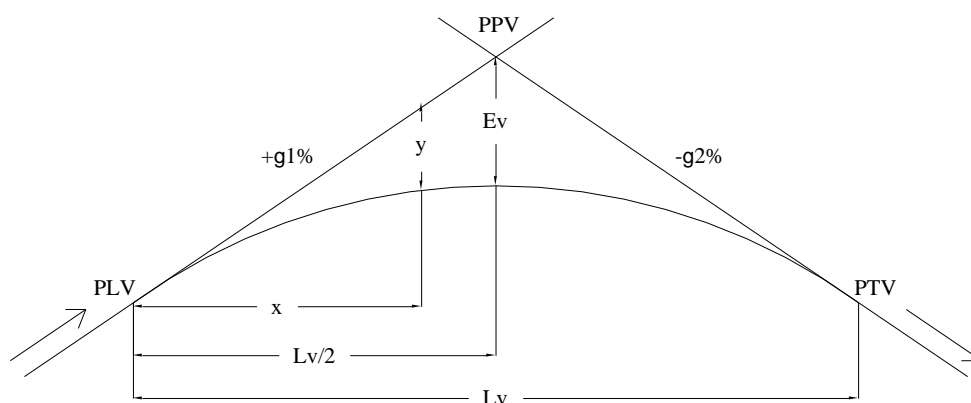
Tabel 2.21 Tabel Panjang Kritis

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

(Sumber : Geometrik Jalan, Hamirhan Saodang, 2004 )

### 2.6.2 Lengkung Vertikal

Pada setiap penggantian landai harus dibuat lengkung vertikal yang memenuhi keamanan, kenyamanan dan drainase yang baik. Lengkung vertikal adalah lengkung yang dipakai untuk mengadakan peralihan secara berangsur-angsur dari suatu landai ke landai berikutnya.



Gambar 2.15 Lengkung Vertikal

Kelandaian menaik diberi tanda (+) dan kelandaian menurun diberi tanda (-). Ketentuan pendakian atau penurunan ditinjau dari kiri ke kanan. Dari gambar diatas, besarnya defleksi ( $y'$ ) antara garis kemiringan (tangen) dan garis lengkung dapat dihitung dengan rumus :

$$y' = \left[ \frac{g_1 - g_2}{200 L} \right] \cdot X^2$$

Dimana :

$x$  = Jarak horizontal dari titik PLV ke titik yang ditinjau (m)

$y'$  = Besarnya penyimpangan (jarak vertikal) antar garis kemiringan dengan lengkungan (m).

$g_1, g_2$  = Besar kelandaian (kenaikan/penurunan) (%)

$L_v$  = Panjang lengkung vertikal (m)

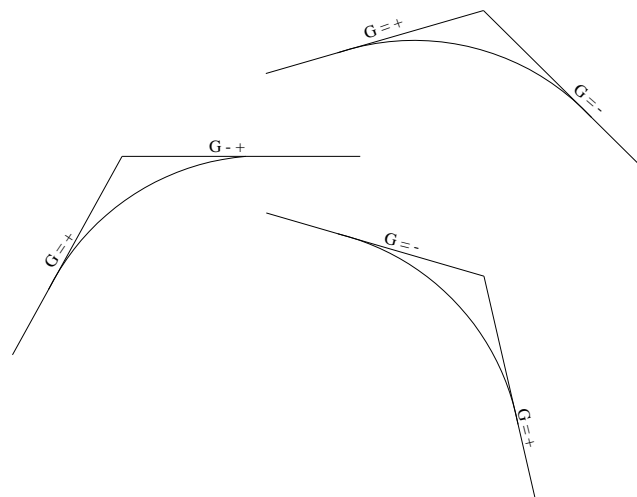
Untuk  $x = \frac{1}{2} L_v$ , maka  $y' = E_v$  dirumuskan sebagai :

$$E_v = \frac{(g_1 - g_2)L_v}{800}$$

Lengkung vertikal dibagi dua macam, yaitu :

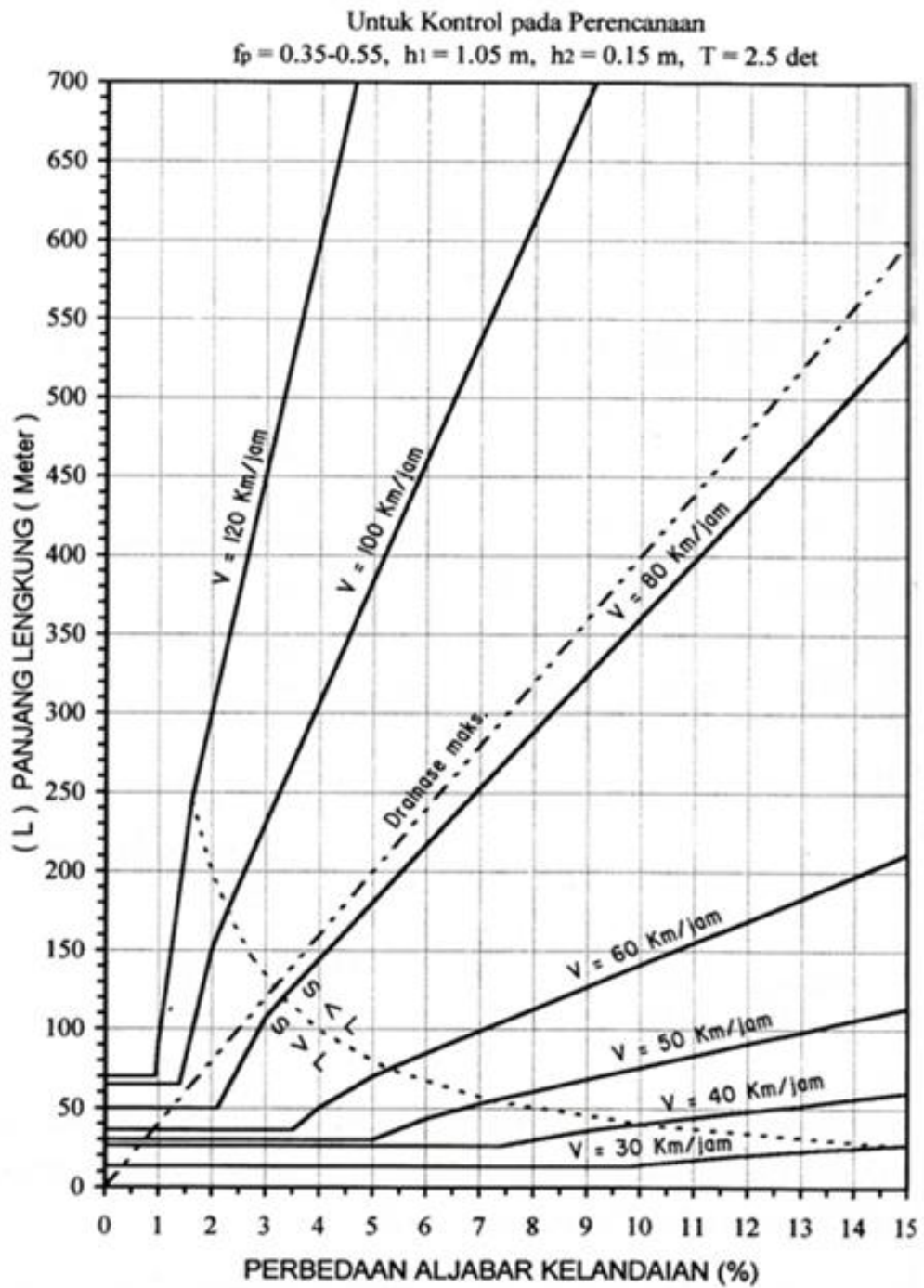
a. Lengkung vertikal cembung

Lengkung vertikal cembung, yaitu lengkung dimana titik perpotongan antara kedua tangen berada dibawah permukaan jalan.

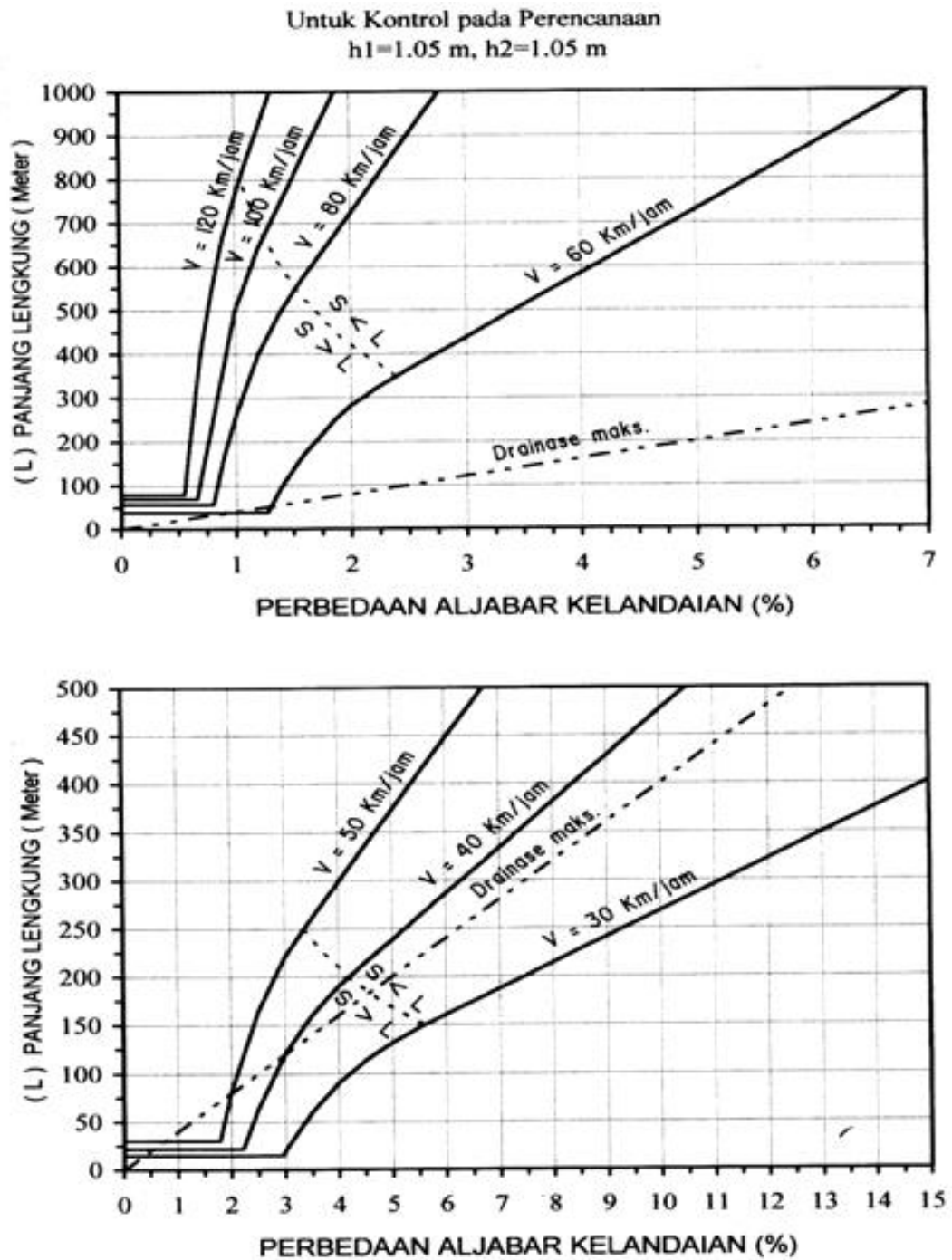


Gambar 2.16 Alinyemen Vertikal Cembung

Untuk menentukan panjang lengkung vertikal cembung ( $L_v$ ) dapat juga ditentukan berdasarkan grafik pada gambar 2.15 (untuk jarak pandang henti).



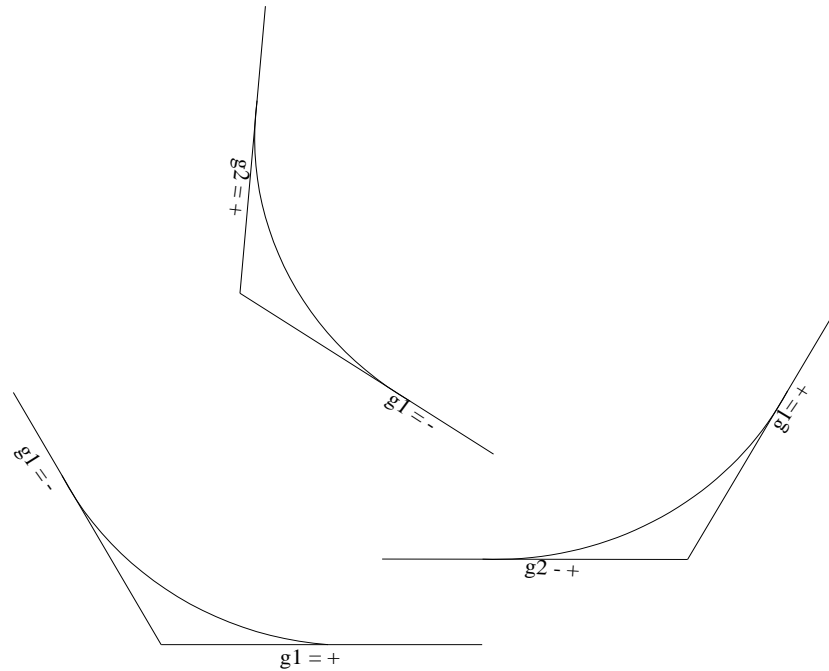
Gambar 2.17 Grafik Panjang Lengkung Vertikal Cembung berdasarkan Jarak Pandang Henti ( $J_h$ )



Gambar 2.18 Grafik Panjang Lengkung Vertikal Cembung berdasarkan Jarak Pandang Mendahului (J<sub>d</sub>)

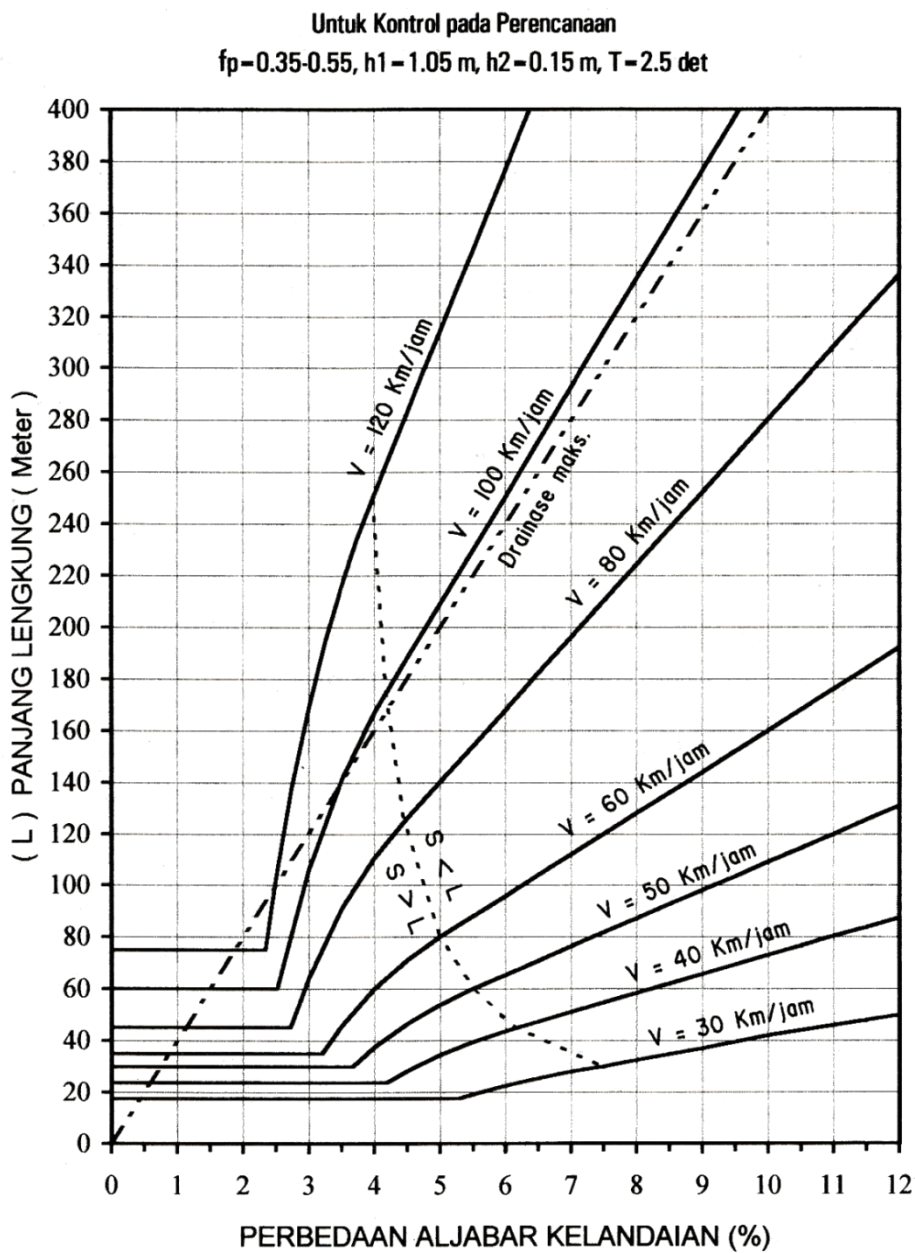
b. Lengkung Vertikal Cekung

Titik perpotongan antara ke 2 tangen berada dibawah permukaan jalan.



Gambar 2.19 Alinyemen Vertikal Cekung

Panjang lengkung vertikal cekung ditentukan berdasarkan jarak pandangan pada waktu malam hari dan syarat drainase sebagaimana tercantum dalam Grafik pada Gambar



Gambar 2.20 Grafik Panjang Lengkung Vertikal Cekung

## 2.7 Perencanaan Tebal Perkerasan

Perkerasan jalan adalah konstruksi yang dibangun diatas lapisan tanah dasar (subgrade), yang berfungsi untuk menompang beban lalu lintas. (Shirley L. Hendarsin, 2000).

Jenis konstruksi perkerasan jalan pada umumnya terbagi menjadi dua jenis, yaitu :



### 1. Perkerasan Lentur (*Flexible Pavement*)

Perkerasan lentur yaitu suatu perkerasan yang menggunakan bahan campuran aspal dan agregat atau bahan-bahan yang bersifat tidak kaku/lentur.

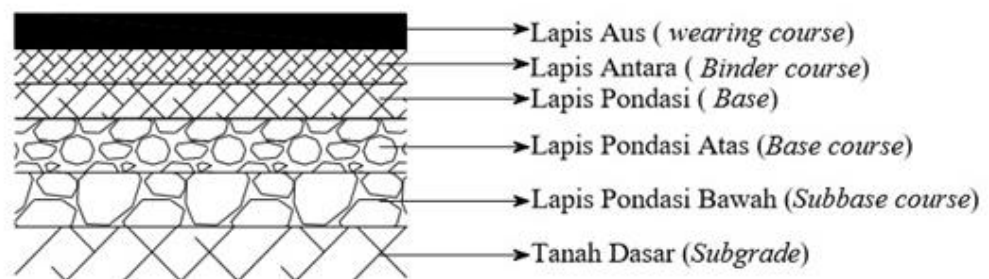
### 2. Perkerasan Kaku (*Rigid Pavement*)

Perkerasan Kaku yaitu suatu perkerasan yang menggunakan bahan campuran beton bertulang, atau bahan-bahan yang bersifat kaku.

Selain dari dua jenis tersebut, sekarang telah banyak digunakan jenis gabungan yang disebut perkerasan komposit (*Composite Pavement*), yaitu perpaduan antara lentur dan kaku.

Perencanaan konstruksi perkerasan juga dapat dibedakan antara perencanaan untuk jalan baru dan untuk peningkatan (jalan lama yang sudah pernah diperkeras).

#### 2.7.1 Jenis dan fungsi konstruksi perkerasan lentur



Gambar 2.21 Struktur Lapis Perkerasan Lentur

#### 1. Lapisan Permukaan

Lapis permukaan struktur perkerasan lentur terdiri atas campuran mineral agregat dan bahan pengikat, yang ditempatkan sebagai lapisan paling atas dan biasanya terletak diatas lapisan pondasi.

##### a. Lapis Antara

Lapis antara struktur pekerasan lentur terdiri atas campuran beraspal dengan ukuran agregat maksimum 25 mm yang ditempatkan antara lapisan permukaan dengan lapis fondasi.

Fungsi lapis antara antara lain :

- a. sebagai bagian perkerasan untuk menahan beban roda; dan
- b. sebagai lapisan tidak tembus air untuk melindungi badan jalan dari kerusakan akibat cuaca.

Penggunaan bahan aspal diperlukan agar lapisan dapat bersifat kedap air. Di samping itu, bahan aspal sendiri memberikan bantuan tegangan tarik, yang berarti mempertinggi daya dukung lapisan terhadap beban roda.

#### b. Lapis Aus

Lapis aus struktur pekerasan lentur terdiri atas campuran mineral agregat (umumnya ukuran agregat maksimum 19,5 mm) dan bahan pengikat yang ditempatkan sebagai lapisan paling atas dan biasanya terletak di atas lapis antara atau di atas lapis fondasi.

Fungsi lapis aus antara lain :

- a. sebagai bagian perkerasan untuk menahan beban roda;
- b. sebagai lapisan tidak tembus air untuk melindungi badan jalan dari kerusakan akibat cuaca;
- c. sebagai lapisan aus (wearing course)

Bahan untuk lapis aus umumnya sama dengan bahan untuk lapis antara dengan persyaratan yang lebih tinggi. Penggunaan bahan aspal diperlukan agar lapisan dapat bersifat kedap air. Di samping itu, bahan aspal sendiri memberikan bantuan tegangan tarik, yang berarti mempertinggi daya dukung lapisan terhadap beban roda. Pemilihan bahan untuk lapis permukaan perlu mempertimbangkan kegunaan, umur rencana serta pentahapan konstruksi agar dicapai manfaat sebesar-besarnya dari biaya yang dikeluarkan.

#### 2. Lapis Pondasi Atas

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

Fungsi lapis pondasi antara lain :

- c. Sebagai bagian konstruksi perkerasan yang menahan beban roda
- d. Sebagai perletakan terhadap lapis permukaan

Bahan-bahan untuk lapis pondasi harus cukup kuat dan awet sehingga dapat menahan beban-beban roda. Sebelum menentukan suatu bahan untuk digunakan sebagai bahan pondasi, hendaknya dilakukan penyelidikan dan pertimbangan sebaik-baiknya sehubungan dengan persyaratan teknik.

Beragam-macam bahan alam/stempat ( $CBR > 50\%$ ,  $PI < 4\%$ ) dapat digunakan sebagai bahan lapis pondasi, antar lain : batu pecah, kerikil pecah yang distabilisasi dengan semen, aspal, pozzolan, atau kapur.

### 3. Lapis Pondasi Bawah

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

Fungsi lapis pondasi bawah antara lain :

- a. Sebagai bagian dari konstruksi perkerasan untuk mendukung dan menyebar beban roda.
- b. Mencapai efisiensi penggunaan material yang relatif murah agar lapisan-lapisan di atasnya dapat dikurangi ketebalannya (penghematan biaya konstruksi)
- c. Mencegah tanah dasar masuk ke dalam lapis pondasi
- d. Sebagai lapis pertama agar pelaksanaan konstruksi berjalan lancar

Lapis pondasi bawah diperlukan sehubungan dengan terlalu lemahnya daya dukung tanah dasar terhadap roda-roda alat berat (terutama pada saat pelaksanaan konstruksi) atau karena kondisi lapangan yang memaksa harus segera menutup tanah dasar dari pengaruh cuaca.

Beragam-macam jenis tanah setempat ( $CBR \geq 20\%$ ,  $PI \leq 10\%$ ) yang relatif lebih baik dari tanah dasar dapat digunakan sebagai bahan pondasi bawah.

Campuran-campuran tanah setempat dengan kapur atau semen *portland*, dalam beberapa hal sangat dianjurkan agar diperoleh bantuan yang efektif terhadap kestabilan konstruksi perkerasan.

#### 4. Tanah Dasar

Kekuatan dan keawetan konstruksi perkerasan jalan sangat tergantung pada sifat-sifat dan daya dukung tanah dasar.

Dalam pedoman ini diperkenalkan modulus resilien (MR) sebagai parameter tanah dasar yang digunakan dalam perencanaan.

Modulus resielin (MR) tanah dasar juga dapat diperkirakan dari CBR standar dan hasil atau nilai tes soil *index*. Korelasi modulus resielin dengan nilai CBR (Heukelom dan Klomp) berikut ini dapat digunakan untuk tanah berbutir halus (*fine-grained soil*) dengan nilai CBR terendam 10 atau lebih kecil.

$$MR \text{ (psi)} = 1.500 \times CBR$$

Persoalan tanah dasar yang sering ditemui antara lain :

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

## 2.7.2 Kriteria Perancangan

### a. Jumlah lajur dan tebal perkerasan

Lajur rencana adalah jalur lalu lintas dari suatu ruas jalan raya yang terdiri dari satu lajur atau lebih. Jika jalan tidak memiliki tanda batas lajur, jumlah lajur ditentukan dari tabel lebar perkerasan berikut :

Tabel 2.22 Jumlah Lajur berdasarkan lebar perkerasan

Lebar Perkerasan (L)	Jumlah Lajur (n)
$L < 4,5 \text{ m}$	1 lajur
$4,5 \text{ m} \leq L < 8,00 \text{ m}$	2 lajur
$8,00 \text{ m} \leq L \leq 11,25 \text{ m}$	3 lajur
$11,25 \text{ m} \leq L < 15,00 \text{ m}$	4 lajur
$15,00 \text{ m} \leq L < 18,75 \text{ m}$	5 lajur
$18,75 \text{ m} \leq L < 22,50 \text{ m}$	6 lajur

(Sumber : SNI 03-1732-1989)

### b. Distribusi kendaraan per lajur rencana

Tabel 2.23 Koefisien Distribusi Kendaraan per Lajur Rencana (DL)

Jumlah Lajur	Kendaraan Ringan*		Kendaraan Berat**	
	1 arah	2 arah	1 arah	2 arah
1	1,000	1,000	1,000	1,000
2	0,600	0,500	0,700	0,500
3	0,400	0,400	0,500	0,475
4	0,300	0,300	0,400	0,450
5	-	0,250	-	0,425
6	-	0,200	-	0,400

Keterangan : \*) Mobil Penumpang

\*\*) Truk dan Bus

(Sumber : SNI 03-1732-1989)

## c. Tingkat kepercayaan (Reliabilitas)

Tabel 2.24 Tingkat Reliabilitas untuk bermacam-macam klasifikasi jalan

Kalsifikasi Jalan	Rekomendasi tingkat reliabilitas	
	perkotaan	Antar kota
Bebas Hambatan	85 – 99,9	80 – 99,9
Arteri	80 – 99	75 – 95
Kolektor	80 – 95	75 – 95
Lokal	50 – 80	50 – 80

(Sumber : Pt T-01-2002-B)

Penerapan konsep reliabilitas harus memperhatikan langkah-langkah sebagai berikut :

1. Definisikan klasifikasi fungsional jalan dan tentukan apakah merupakan jalan perkotaan atau jalan antar kota.
2. Pilih tingkat reliabilitas dari rentang yang diberikan pada tabel 2.25
3. Pilih deviasi standar ( $S_0$ ) yang harus mewakili kondisi setempat.

Rentang nilai  $S_0$  adalah 0,35 – 0

Tabel 2.25 Deviasi normal standar (ZR)

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

( Sumber : Silvia Sukirman, Perkerasan Lentur Jalan Raya, 1993)

#### d. Drainase

Salah satu tujuan utama dari perancangan perkerasan jalan adalah agar, pondasi bawah dan tanah dasar terhindar dari pengaruh air, namun selama umur palayanan masuknya air pada perkerasan sulit untuk dihindari.

Untuk mengurangi masalah yang disebabkan oleh air adalah dengan melakukan perancangan yang baik, yaitu perancangan struktur perkerasandengan dilengkapi perancangan drainasenya. Tujuan utamanya adalah menjaga agar lapisan pondasi, lapisan pondasi bawah dan tanah dasar terhindar dari kondisi jenuh.

Klasifikasi drainase pada perkerasan jalan lentur berdasarkan fungsinya adalah drainase permukaan (*Surface Drainage*) dan drainase bawah permukaan (*sub surface drainage*).

Kualitas drainase menurut AASHTO 1993 maupun ENCHRP 1-37A adalah berdasarkan pada metode *time-to-drain*. *time-to-drain* adalah waktu yang dibutuhkan oleh sistem perkerasan untuk mengalirkan air dari keadaan jenuh sampai pada derajat kejenuhan 50%.

Nilai dari *time-to-drain* ditentukan dengan persamaan dibawah ini :

$$t = T_{50} \times m_d \times 24$$

Dimana :

$$t = \text{time-to-drain (jam)}$$

$$T_{50} = \text{time faktor}$$

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

Faktor-faktor geometrik yang dipakai untuk menghitung nilai faktor kemiringan slope faktor ( $S_1$ ) dengan persamaan berikut :

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

Dimana :

$$L_R = W (1 + (S/S_x)^2)^{1/2}$$

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

H = Tebal dari lapisan permeable (ft)

Nilai “M<sub>d</sub>” dihitung dengan persamaan :

$$M_d = \frac{N_e \cdot L_R^2}{K \cdot H}$$

Dimana :

N<sub>e</sub> = Porositas efektif lapisan *drainase*

k = Permeabilitas lapisan *drainase* dalam *feet*/hari

L<sub>R</sub> = Resultan Panjang (*feet*)

H = Tebal lapisan *drainase* dalam *feet*

$$K = \frac{6,214 \times 10^5 \times D_{10}^{1,478} \times n^{6,654}}{P_{200}^{0,597}}$$

Dimana :

K = Permeabilitas lapisan *drainase* dalam *feet*/hari

P<sub>200</sub> = Berat agregat yang lolos saringan no.200 dalam %

D<sub>10</sub> = Ukuran efektif atau ukuran butir agregat 10% berat lolos saringan

n = Porositas material (tanpa satuan), nilai rasio dari volume relatif dan total volume

Persamaan untuk menentukan koefisien *drainase* yang akan digunakan mencakup :

#### 1. Menghitung Porositas Material

$$n = 1 - \left( \frac{\gamma_d}{62,4 G} \right)$$

Dimana :

n = Porositas material (tanpa satuan), nilai rasio dari volume dan total volume

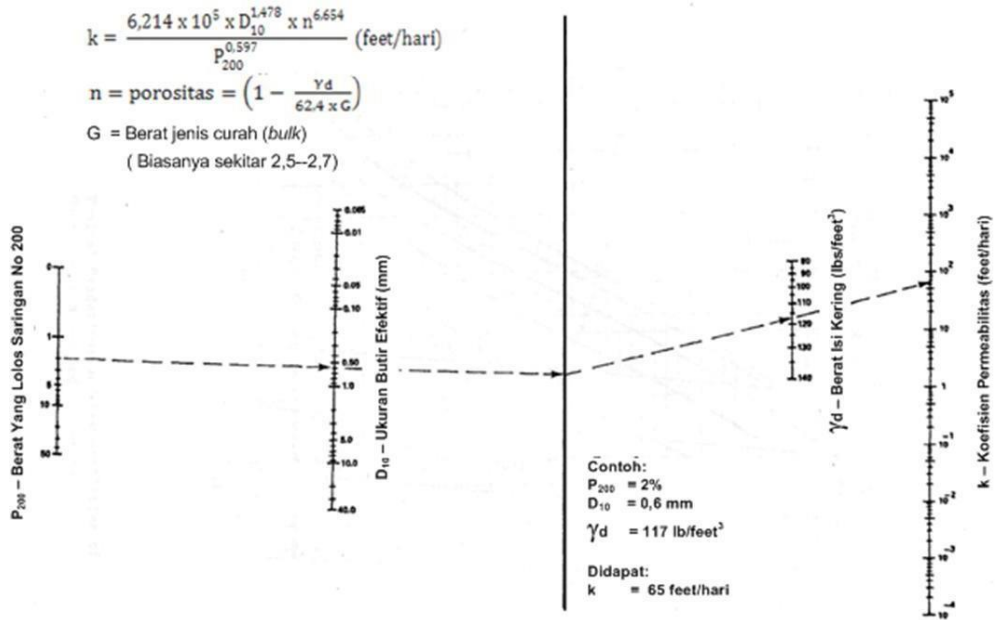
γ<sub>d</sub> = Kepadatan kering dalam lb/ft<sup>3</sup>

G = Berat jenis curah (*bulk*), biasanya sekitar 2,5 – 2,7



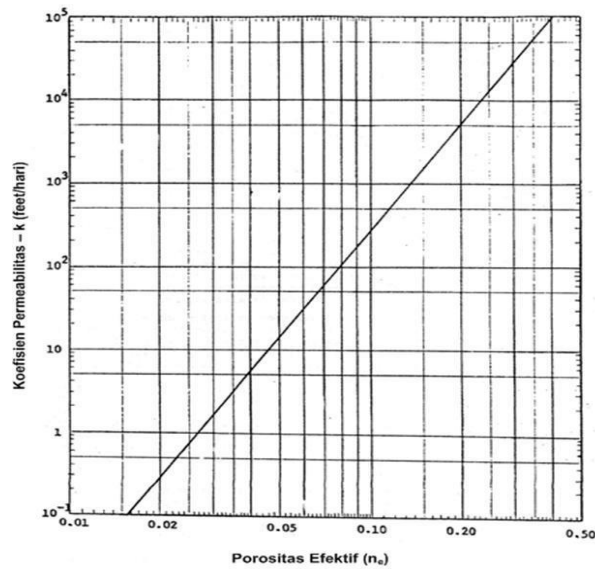
2. Menghitung Porositas efektif lapisan drainase

Nilai porositas efektif ( $n_e$ ) dapat menggunakan Gambar 2.31



(Sumber : Pedoman perancangan tebal perkerasan lentur, 2012)

Gambar 2.22 Grafik untuk mengestimasi koefisien permeabilitas drainase granural dan material filter (FHWA, 1990)



(Sumber : Pedoman perancangan tebal perkerasan lentur, 2012)

Gambar 2.23 Grafik untuk menetapkan porositas efektif,  $n_e$  (FHWA, 1990)

3. Menghitung Resultan Kemiringan (*Slope Resultant*)

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

Dimana :

$S_R$  = Resultan Kemiringan (%)

$S$  = Kemiringan memanjang lapisan drainase (%)

$S_x$  = Kemiringan melintang lapisan drainase (%)

4. Menghitung Resultan Panjang (*Length Resultant*)

$$L_R = L_R = W (1 + (S/S_x)^2)^{1/2}$$

Dimana :

$L_R$  = Resultant Panjang (*feet*)

$W$  = Lebar Lapisan Drainase(*feet*)

$S$  = Kemiringan memanjang lapisan drainase (%)

$S_x$  = Kemiringan melintang lapisan drainase (%)

Koefisien drainase untuk mengakomodasikan kualitas sistem drainase yang memiliki perkerasan jalan dan definisi umum mengenai kualitas drainase.

Tabel 2.26 Definisi kualitas drainase

Kualitas drainase	Air hilang dalam
Baik sekali	2 jam
Baik	1 hari
Sedang	1 minggu
Jelek	1 bulan
Jelek sekali	air tidak akan mengalir

(Sumber : Pedoman perancangan tebal perkerasan lentur, 2012)

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

Tabel 2.27 memperlihatkan nilai koefisien drainase (m) yang merupakan

fungsi dari kualitas drainase dan persen waktu selama setahun struktur perkerasan akan dipengaruhi oleh kadar air yang mendekati jenuh.

Tabel 2.27 Koefisien drainase (m) untuk memodifikasi koefisien kekuatan relatif material *untreated base* dan *subbase*

Kualitas Drainase	Persen waktu struktur perkerasan dipengaruhi oleh kadar air yang mendekati jenuh			
	< 1 %	1--5 %	5--25 %	> 25 %
Baik sekali	1,40--1,35	1,35--1,30	1,30--1,20	1,20
Baik	1,35--1,25	1,25--1,15	1,15--1,00	1,00
Sedang	1,25--1,15	1,15--1,05	1,00--0,80	0,80
Jelek	1,15--1,05	1,05--0,80	0,80--0,60	0,60
Jelek sekali	1,05--0,95	0,95--0,75	0,75--0,40	0,40

(Sumber : Pedoman perancangan tebal perkerasan lentur, 2012)

#### e. Kinerja Perkerasan

Dalam menentukan indeks pelayanan perkerasan lentur pada akhir umur rencana ( $IP_t$ ), perlu dipertimbangkan faktor-faktor klasifikasi fungsional jalan sebagaimana diperlihatkan pada tabel 2.26 dibawah ini :

Tabel 2.28 Indeks Pelayanan Perkerasan Lentur pada Akhir Umur Rencana ( $IP_t$ )

Klasifikasi Jalan			
Lokal	Kolektor	Arteri	Bebas Hambatan
1,0-1,5	1,5	1,5	-
1,5	1,5-2,0	2,0	-
1,5-2,0	2,0	2,0-2,5	-
	2,0-2,5	2,5	2,5

(Sumber : Pt T-01-2002-B)

Dalam menentukan indeks pelayanan pada awal umur rencana ( $IP_0$ ) perlu diperhatikan jenis lapis permukaan perkerasan lentur pada awal umur rencana, indeks pelayanan pada awal umur rencana ( $IP_0$ ) untuk berapa lapisan perkerasan dapat dilihat pada tabel 2.27 dibawah ini :

Tabel 2.29 Indeks Pelayanan pada Awal Umur Rencana (IP<sub>0</sub>)

Jenis Lapis Perkerasan	IP <sub>0</sub>	Ketidakrataan*) (IRI,m/km)
LASTON	≥4	≤ 1,0
	3,9 - 3,5	> 1,0
LASBUTAG	3,9 - 3,5	≤ 2,0
	3,4 - 3,0	> 2,0
LAPEN	3,4 - 3,0	≤ 3,0
	2,9 - 2,5	> 3,0

(Sumber : Pt T-01-2002-B)

### 2.7.3 Metode Perencanaan Tebal Perkerasan

Metode perencanaan yang diambil untuk menentukan tebal lapisan perkerasan didasarkan perkiraan sebagai berikut :

1. Kekuatan lapisan tanah dasar yang dinamakan nilai CBR atau Modulus Reaksi Tanah Dasar (k).
2. Kekuatan Beton yang digunakan untuk lapisan perkerasan.
3. Prediksi volume dan komposisi lalu lintas selama usia rencana.
4. Ketebalan dan kondisi lapisan pondasi bawah (*sub base*) yang diperlukan untuk menopang konstruksi, lalu lintas, penurunan akibat air dan perubahan volume lapisan tanah dasar serta sarana perlengkapan daya dukung permukaan yang seragam di bawah dasar beton.

Terdapat banyak metode yang telah dikembangkan dan dipergunakan di berbagai Negara untuk merencanakan tebal perkerasan. Metode tersebut kemudian secara spesifik diakui sebagai standar perencanaan tebal perkerasan yang dilakukan oleh negara yang bersangkutan. Beberapa standar yang telah dikenal adalah :

- a. Metode AASHTO, Amerika Serikat

Yang secara terus menerus mengalami perubahan sesuai dengan penelitian yang telah diperoleh. Perubahan terakhir dilakukan pada edisi 1986 yang dapat dibaca pada buku "AASHTO – *Guide For Design of Pavement Structure, 1986*".

- b. Metode NAASRA, Australia Yang dapat dibaca “*Interin Guide to Pavement Thicknecx Design*”.
- c. Metode Road Note 29 dan Road Note 21  
*Road Note 29* diperuntukan bagi perencanaan tebal perkerasan di Inggris, sedangkan *Road Note 31* diperuntukan bagi perencanaan tebal perkerasan di negara-negara beriklim subtropis dan tropis.
- d. Metode Asphalt Institute  
 Yang dapat dibaca pada *Thickness Design Asphalt Pavement for Highways and streets, MS-1*.
- e. Metode Bina Marga, Indonesia  
 Yang merupakan modifikasi dari metode AASHTO 1972 revisi 1981. Metode ini dapat dilihat pada buku petunjuk perencanaan tebal perkerasan jalan raya dengan metode analisa komponen, SKBI-2.3.26.1987 UDC : 625.73(02).  
 (Silvia Sukirman, Perkerasan Lentur Jalan Raya, 1999)

#### 2.7.4 Koefisien Perencanaan Tebal Perkerasan

##### 1. Koefisien Kekuatan Relative (a)

Koefisien kekuatan *relative* bahan jalan , baik campuran beraspal sebagai lapis permukaan (lapis aus dan lapis permukaan antara), lapis pondasi serta lapis pondasi bawah.

Tabel 2.30 Koefisien Kekuatan Relative Bahan Jalan (a)

Jenis bahan	Kekuatan bahan					Koefisien kukuatan relative			
	Modulus elastis		Stabilitas marshal (kg)	Kuat tekan bebas (kg/cm <sup>2</sup> )	ITS (kPa)	CBR (%)	a <sub>1</sub>	a <sub>2</sub>	a <sub>3</sub>
	(Mpa)	(x1000ps)							
1. Lapis permukaan									
Laston modifikasi									
- Lapis aus modifikasi	3200 <sup>(5)</sup>	460	1000			0,414			
- Lapis antara modifikasi	3500 <sup>(5)</sup>	508	1000			0,360			

- Laston									
- lapis aus	3000 <sup>(5)</sup>	435	800				0,400		
- lapis antara	3200 <sup>(5)</sup>	464	800				0,344		
- lataston									
- lapis aus	2300 <sup>(5)</sup>	340	800				0,350		
2. lapis pondasi									
- lapis pondasi laston modifikasi	3700 <sup>(5)</sup>	536	2250 <sup>(2)</sup>					0,305	
- lapis pondasi laston	3300 <sup>(5)</sup>	480	1800 <sup>(2)</sup>					0,290	
- lapis pondasi lataston	2400 <sup>(5)</sup>	350	800						
- lapis pondasi lapen								0,190	
- CMRFB (Cold Mix Recycling Foam Bitumen)					300			0,270	
Beton padat giling	5900	850		70 <sup>(3)</sup>				0,230	
CTB	5350	776		45				0,210	
CTRB	4450	645		35				0,170	
CTSB	4450	645		35				0,170	
CTRSB	4270	619		30				0,160	
Tanah semen	4000	580		24 <sup>(4)</sup>				0,145	
Tanah kapur	3900	566		20 <sup>(4)</sup>				0,140	
Agregat kelas A	200	29				90		0,135	
3. Lapis Pondasi Bawah									
Agregat kelas B	125	18				60			0,125
Agregat kelas C	130	15				35			0,112
Konstruksi Telford									
Pemadatan mekanis						52			0,104
Pemadatan manual						32			0,074
Material pilihan	84	12				10			0,080

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

Keterangan :

1. Campuran beraspal panas yang menggunakan bahan pengikat aspal modifikasi atau *modified asphalt* (seperti aspal polimer, aspal yang dimodifikasi asbuton, *multigrade*, aspal pen 40 dan aspal pen 60 dengan aditive campuran seperti asbuton butir), termasuk asbuton campuran panas.
2. Diameter benda uji 60 inchi
3. Kuat tekan beton untuk umur 28 hari
4. Kuat tejan bebas umur 7 hari dan diameter 7 cm
5. Pengujian modulus elastis menggunakan alat UMMATTA pada temperature 25° c, bebas 2500 N dan rise time 60 ms serta pembuatan benda uji dikondisikan sesuai AASHTO *designation* R 30 – 02 (2006)

#### 2. Pemilihan Tipe Lapisan Beraspal

Tipe Lapisan beraspal yang digunakan sebaiknya disesuaikan dengan kondisi jalan yang akan ditingkatkan, yaitu sesuai degan lalu lintas rencana serta kecepatan kendaraan (terutama kendaraan truk) pada tabel 2.30 disajikan pemilihan tipe lapisan beraspal sesuai lalu lintas rencana dan kecepatan kendaraan.

Tabel 2.31 Pemilihan tipe lapisan beraspal berdasarkan lalu lintas rencana dan kecepatan kendaraan

<i>Lalu Lintas Rencana (juta)</i>	<i>Tipe Lapisan Beraspal</i>	
	<i>Kecepatan kendaraan 20 – 70 km/jam</i>	<i>Kecepatan kendaraan <math>\geq</math> 70 km/jam</i>
<i>&lt; 0,3</i>	<i>Perancangan perkerasan lentur untuk lalu lintas rendah</i>	
<i>0,3 – 1,0</i>	<i>Lapis tipis beton aspal (Laston/HRS)</i>	<i>Lapis tipis beton aspal</i>
<i>10 - 30</i>	<i>Lapis Beton Aspal (Laston/AC)</i>	<i>Lapis Beton Aspal (Laston/AC)</i>
<i><math>\geq</math> 30</i>	<i>Lapis Beton Aus Modifikasi (Laston Mod/AC-Mod)</i>	<i>Lapis Beton Aspal (Laston/AC)</i>

(Sumber : ASSTHO 1993)

Catatan: untuk lokasi setempat setempat dengan kecepatan kendaraan < 20 km/jam sebaiknya menggunakan perkerasan kaku

### 3. Ketebalan Minimum Lapisan Perkerasan

Pada saat menentukan tebal lapis perkerasan, perlu dipertimbangkan keefektifannya dari segi biaya, pelaksanaan konstruksi, dan batasan pemeliharaan untuk menghindari kemungkinan dihasilkannya perancangan yang tidak praktis. Pada tabel 2.30 disajikan tabel minimum untuk lapis permukaan, lapis pondasi dan lapis pondasi bawah.

Tabel 2.32 Tebal Minimum Lapisan Perkerasan

Jenis Bahan	Tebal Minimum	
	(Inchi)	(cm)
1. Lapis permukaan		
Laston modifikasi		
- Lapis aus modifikasi	1,6	4,0
- Lapis antara modifikasi	2,4	6,0
Laston		
- lapis aus	1,6	4,0
- lapis antara	2,4	6,0
Lataston		
- lapis aus	1,2	3,0
2. lapis pondasi		
- lapis pondasi laston modifikasi	2,9	7,5
- lapis pondasi laston	2,9	7,5
- lapis pondasi lataston	1,4	3,5
- lapis pondasi lapen	2,5	6,5
- Agregat Kelas A	4,0	10,0
- CTB	6,0	15,0
- CTRB	6,0	15,0
- CMRFB	6,0	15,0
- CTSB	6,0	15,0



- CTRSB	6,0	15,0
- Beton Padat Giling	6,0	15,0
- Beton Kurus	6,0	15,0
- Tanah semen	6,0	15,0
- Tanah kapur	6,0	15,0
3. Lapis Pondasi Bawah		
- Agregat kelas B	6,0	15,0
- Agregat kelas C	6,0	15,0
- Konstruksi Telford	6,0	15,0
- Material pilihan (selected material)	6,0	15,0

#### 4. Persamaan dasar

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

$$\text{Log (W18)} = \text{ZR} \cdot \text{S0} + 9,36 \times \log_{10} (\text{SN} + 1) - 0,2 + \frac{\text{Log}_{10} \left[ \frac{\Delta \text{IP}}{\text{IP}_0 - \text{IP}_f} \right]}{0,4 + \frac{1094}{(\text{SN} + 1)^{5,19}}} + 2,32 \cdot \log_{10} (\text{MR}) - 8,07$$

Sesuai dengan persamaan di atas, penentuan nilai structural mencakup penentuan besaran – besaran sebagai berikut :

W18 (Wt) = volume kumulatif lalu lintas selama umur rencana.

ZR = deviasi normal standar sebagai fungsi dari tingkat kepercayaan (R), yaitu dengan menganggap bahwa semua parameter masukan yang digunakan adalah nilai rata – ratanya.

S0 = gabungan *standard error* untuk perkiraan lalu lintas dan kinerja.

$\Delta \text{IP}$  = perbedaan antara indeks pelayanan pada awal umur rencana ( $\text{IP}_0$ ) dengan indeks pelayanan pada akhir umur rencana ( $\text{IP}_f$ ).

MR = modulus resilien tanah dasar efektif (psi). ( $\text{MR} = 1500 \times \text{CBR}$ )

$\text{IP}_f$  = indeks pelayanan jalan hancur (minimum 1,5).

#### 5. Estimasi lalu lintas

Untuk mengestimasi volume kumulatif lalu lintas selama umur rencana (W18) adalah sesuai prosedur.

6. Tingkat kepercayaan dan pengaruh drainase

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

7. Modulus resilien tanah dasar efektif

Untuk menentukan modulus resilien akibat variasi musim, dapat dilakukan dengan pengujian di laboratorium dan pengujian CBR lapangan kemudian dikorelasikan dengan nilai modulus resilien.

8. Pemilihan tebal lapisan

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

$$SN = a_{1.1} \times D_{1.1} + a_{1.2} \times D_{1.2} + a_2 \times D_2 \times m_2 + a_3 \times D_3 \times M_3$$

Keterangan :

$a_1 a_2 a_3$  = koefisien kekuatan relatif lapis permukaan, lapis pondasi atas dan lapis pondasi bawah

$D_1 D_2 D_3$  = tebal lapis permukaan, lapis pondasi atas dan lapis pondasi bawah (inchi) dan tebal minimum untuk setiap jenis bahan

$m_1 m_2$  = koefisien drainase lapis permukaan, lapis pondasi atas dan lapis pondasi bawah

Angka 1-1, 1-2, 2 dan 3, masing – masing untuk lapis permukaan, lapis permukaan antara, lapis pondasi, dan lapis pondasi bawah.

9. Analisis perancangan tebal perkerasan

Perlu dipahami bahwa untuk perkerasan lentur, struktur perkerasan terdiri atas beberapa lapisan bahan yang perlu dirancang dengan seksama. Struktur perkerasan hendaknya dirancang menurut prinsip yang ada. Tahapan perhitungan adalah sebagai berikut:

- a. Tetapkan umur rencana perkerasan dan jumlah lajur lalu lintas yang akan dibangun.
- b. Tetapkan indeks pelayanan akhir (IPt) dan susunan struktur perkerasan rancangan yang diinginkan.
- c. Hitung CBR tanah dasar yang mewakili segmen, kemudian hitung modulus reaksi tanah dasar efektif (MR)

- d. Hitung lalu lintas rencana selama umur rencana yang telah ditetapkan, yaitu berdasarkan volume, beban sumbu setiap kelas kendaraan, perkembangan lalu lintas. Untuk menganalisis lalu lintas selama umur rencana diperlukan coba – coba nilai SN dengan indeks pelayanan akhir (IPT) yang telah dipilih. Hasil iterasi selesai apabila prediksi lalu lintas rencana relatif sama dengan (sedikit di bawah) kemampuan konstruksi perkerasan rencana yang diinterpretasikan dengan lalu lintas
- e. Tahap berikutnya adalah menentukan nilai structural seluruh lapis perkerasan di atas tanah dasar. Dengan cara yang sama, selanjutnya menghitung nilai structural bagian perkerasan di atas lapis pondasi bawah dan di atas lapis pondasi atas, dengan menggunakan kekuatan lapis pondasi bawah dan lapis pondasi atas. Dengan menyelisihkan hasil perhitungan nilai struktural yang diperlukan di atas setiap lapisan, maka tebal maksimum yang diizinkan untuk suatu lapisan dapat dihitung. Contoh, nilai struktural maksimum yang diizinkan untuk lapis pondasi bawah akan sama dengan nilai structural perkerasan di atas tanah dasar dikurangi dengan nilai bagian perkerasan di atas lapis pondasi bawah. Dengan cara yang sama, maka nilai structural lapisan yang lain dapat ditentukan.

Perlu diperhatikan bahwa prosedur tersebut hendaknya tidak digunakan untuk menentukan nilai structural yang dibutuhkan oleh bagian perkerasan yang terletak di atas lapis pondasi bawah atau lapis pondasi atas dengan modulus resilien lebih dari 40.000 psi atau sekitar 270 MPa. Untuk kasus tersebut, tebal lapis perkerasan di atas lapisan yang mempunyai modulus elastis tinggi harus ditentukan berdasarkan pertimbangan efektivitas biaya serta tebal minimum yang praktis.

## **2.8 Manajemen Proyek**

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

## 1. RKS (Rencana Kerja dan Syarat)

Sebagai kelengkapan dari dokumen tender, Rencana Kerja dan Syarat (RKS) ditempatkan sebagai dokumen penting selain gambar rencana, karena menentukan kepentingan dari berbagai pihak yang akan terlibat dalam realisasi pekerjaan, dimulai sejak tahap awal dari proses realisasi ide dari pemilik proyek (*owner*).

### a. Syarat-syarat umum

Menjelaskan pasal-pasal yang berisi tentang proyek tersebut dari awal sampai akhir proyek tersebut.

### b. Syarat-syarat administrasi

Dalam peraturan administrasi dibedakan pula antara peraturan administrasi keuangan dan teknis.

Administrasi keuangan mencakup hal-hal sebagai berikut : Harga penawaran termasuk didalamnya biaya pelelangan, ketentuan apabila terjadi pekerjaan tambah kurang, persyaratan yang harus dipenuhi dari setiap jenis jaminan yang digunakan, ketentuan denda yang disebabkan karena keterlambatan, kelalaian pekerjaan, pemutusan kontrak dan pengaturan pembayaran kepada kontraktor, resiko akibat kenaikan harga upah dan bahan.

Administrasi Teknis memuat hal-hal sebagai berikut : ketentuan apabila terjadi perselisihan beserta cara-cara penyelesaian, syarat-syarat penawaran, ketentuan penyampaian dokumen penawaran dan sampul penawaran, syarat peserta lelang dan sanksi yang harus diberikan apabila terjadi pelanggaran, hak sanggah dan kegagalan pelelangan, serta persyaratan pengadaan subkontraktor dan kualifikasi.

### c. Syarat teknis

Rincian dari setiap bagian pekerjaan yang akan dilaksanakan dimulai pekerjaan persiapan sampai dengan *finishing*. Bisa juga disebut Metode Kerja Pelaksanaan Pekerjaan, bahan-bahan yang akan digunakan beserta persyaratan.

## 2. RAB (Rencana Anggaran Biaya)

RAB adalah perencanaan banyaknya biaya yang akan digunakan serta susunan pelaksanaannya.

### a. Perhitungan Volume Pekerjaan

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

### b. Perhitungan Produktifitas Kerja Aktual

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

### c. Perhitungan Biaya Sewa Alat

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

#### - Biaya kepemilikan

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

#### - Biaya operasi

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

### d. Analisa Harga Satuan

Analisa satuan harga adalah perhitungan-perhitungan biaya yang berhubungan dengan pekerjaan-pekerjaan yang ada dalam suatu proyek. Guna dari satuan harga ini agar kita dapat mengetahui harga

satuan dari tiap-tiap pekerjaan yang ada. Dari harga-harga yang terdapat didalam analisa satuan harga ini nantinya akan didapat harga keseluruhan dari pekerjaan-pekerjaan yang ada yang akan digunakan sebagai dasar pembuatan rencana anggaran biaya.

e. Perhitungan Rekapitulasi Biaya

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

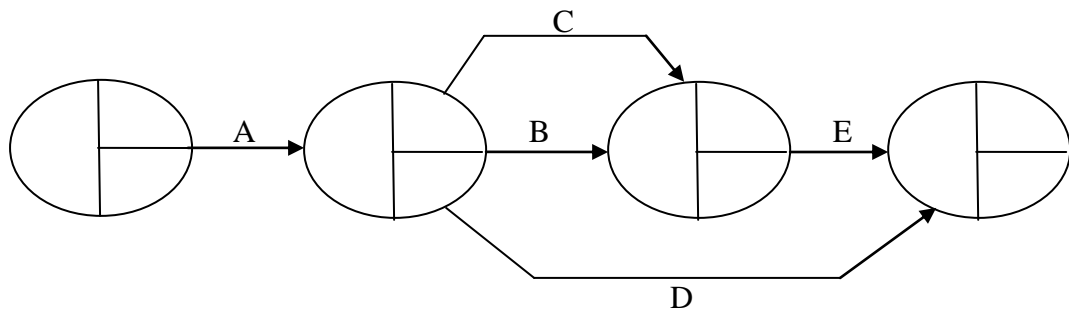
3. Rencana Pelaksanaan

a. NWP

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

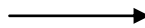

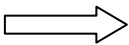
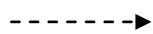

Adapun kegunaan dari NWP ini adalah :

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



Gambar 2.24 Sketsa *Network planning*

Keterangan :

1.  (*Arrow*) anak panah, merupakan pekerjaan atau tugas di mana penyelesaiannya membutuhkan jangka waktu tertentu dan *resource* tertentu. Anak panah selalu menghubungkan dua buah *nodes*, arah dari anak-anak panah menunjukkan urutan-urutan waktu.
2.  (*Node/event*) lingkaran, yang berarti saat, peristiwa atau kejadian. Simbol ini merupakan permulaan atau akhir dari suatu kegiatan.
3.  (*Double arrow*) anak panah sejajar, merupakan kegiatan dilintasan kritis (*critical path*).
4.  (*Dummy*) anak panah dengan garis putus-putus, artinya kegiatan semu atau aktifitas semu. Yang dimaksud aktifitas semu adalah aktifitas yang tidak menekan waktu.
5.  1 = Nomor kejadian  
 EET (*Earliest Event Time*) = waktu yang paling cepat yaitu menjumlahkan durasi dari kejadian yang dimulai dari kejadian awal dilanjutkan dengan kegiatan berikutnya dengan mengambil angka yang terbesar.  
 LET (*Laetest Event Time*) = waktu yang paling lambat, yaitu mengurangi durasi dari kejadian yang dimulai dari kegiatan paling akhir dilanjutkan

