

## **BAB II**

### **LANDASAN TEORI**

Dalam merencanakan geometrik jalan, seorang perencana harus mempertimbangkan masalah keamanan, kenyamanan, dan keselamatan bagi pengguna jalan tersebut. Oleh sebab itu, membangun infrastruktur jalan diperlukan sebuah pedoman agar apa yang diinginkan dapat tercapai.

Dalam perencanaan geometrik jalan berpedoman pada tata cara perencanaan yang tercantum di dalam Tata Cara Perencanaan Geometrik Jalan Antar Kota (TPGJAK) N0. 38/T/BM/1997.

#### **2.1 Kriteria Perencanaan**

Dalam perencanaan teknik jalan diperlukan beberapa kriteria sebagai pertimbangan untuk mengoptimalkan hasil perencanaan. Kriteria perencanaan tersebut meliputi : klasifikasi jalan, karakteristik lalu lintas, karakteristik geometrik, kondisi lingkungan, pertimbangan ekonomi dan keselamatan. Pertimbangan lain yang perlu diperhatikan juga yaitu dampak lingkungan dan tata guna lahan di sepanjang jalan yang akan direncanakan untuk mengantisipasi masalah-masalah yang akan timbul, baik masalah sosial maupun masalah teknis.

##### **2.1.1 Klasifikasi jalan**

Jalan raya pada umumnya dapat digolongkan dalam 4 klasifikasi yaitu: klasifikasi menurut fungsi jalan, klasifikasi menurut kelas jalan, klasifikasi menurut medan jalan dan klasifikasi menurut wewenang pembinaan jalan (Bina Marga 1997).

###### **a. Klasifikasi menurut fungsi jalan**

Klasifikasi menurut fungsi jalan terdiri atas 3 golongan yaitu:

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

- 2) Jalan kolektor yaitu jalan yang melayani angkutan pengumpul/pembagi dengan ciri-ciri perjalanan jarak sedang, kecepatan rata-rata sedang dan jumlah jalan masuk dibatasi.
- 3) Jalan lokal yaitu Jalan yang melayani angkutan setempat dengan ciri-ciri perjalanan jarak dekat, kecepatan rata-rata rendah, dan jumlah jalan masuk tidak dibatasi.
- 4) Jalan lingkungan yaitu jalan umum yang berfungsi melayani angkutan lingkungan dengan ciri perjalanan jarak dekat, dan kecepatan rata-rata rendah.



**Gambar 2.1**

Jaringan jalan menurut fungsinya

#### b. Klasifikasi menurut kelas jalan

Klasifikasi menurut kelas jalan berkaitan dengan kemampuan jalan untuk menerima beban lalu lintas yang dinyatakan dalam muatan sumbu terberat (MST) dalam satuan ton, dan kemampuan jalan tersebut dalam menyalurkan kendaraan dengan dimensi maksimum tertentu.

Klasifikasi menurut kelas jalan, fungsi jalan dan dimensi kendaraan maksimum (panjang dan lebar) kendaraan yang diijinkan melalui jalan tersebut, secara umum dapat dilihat dalam Tabel 2.1; (sesuai pasal 11,

Peraturan Pemerintah RI No. 43/199).

**Tabel 2.1**

Klasifikasi jalan secara umum menurut kelas, fungsi, dimensi kendaraan maksimum dan muatan sumbu terberat (MST)

Kelas Jalan	Fungsi Jalan	Dimensi kendaraan maksimum		Muatan Sumbu Terberat (ton)
		Panjang (m)	Lebar	
I	Jalan Arteri	18	2.5	> 10
II		18	2.5	10
IIIA		18	2.5	8
IIIA	Jalan Kolektor	18	2.5	8
IIIB		12	2.5	8
IIIC		Lokal	9	2.1

*Sumber: Peraturan Pemerintah RI No. 43/1993*

c. Klasifikasi menurut medan jalan

Medan jalan diklasifikasikan berdasarkan kondisi sebagian besar kemiringan medan yang diukur tegak lurus garis kontur. Keseragaman kondisi medan yang diproyeksikan harus mempertimbangkan keseragaman kondisi medan menurut rencana trase jalan dengan mengabaikan perubahan-perubahan pada bagian kecil dari segmen rencana jalan tersebut.

**Tabel 2.2**

Klasifikasi Menurut Medan Jalan

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

*Sumber : Tata Cara Perencanaan Geometrik Jalan Antar Kota, Ditjen Bina Marga 1997*

d. Klasifikasi Jalan Berdasarkan Kewenangan Pembinaan menurut

UU RI No.38/ 2004

#### 1) Jalan Nasional

Jalan yang mempunyai nilai strategis terhadap kepentingan nasional, yaitu ruas jalan yang karena tingkat kepentingan kewenangan pembinaannya berada pada Pemerintah Pusat. Ruas jalan yang termasuk ke dalam klasifikasi ini adalah jalan umum yang pembinaannya dilakukan oleh Menteri; jalan arteri primer, dan jalan kolektor primer yang menghubungkan antar ibukota propinsi.

#### 2) Jalan Provinsi

Yang termasuk dalam Klasifikasi Jalan Propinsi, yaitu jalan umum yang pembinaannya dilakukan oleh Pemerintah Daerah; jalan kolektor primer yang menghubungkan ibukota propinsi dengan ibukota kabupaten/kotamadya; jalan kolektor primer yang menghubungkan antar ibukota kabupaten/kotamadya; jalan yang mempunyai nilai strategis terhadap kepentingan propinsi; dan jalan dalam Daerah Khusus Ibukota Jakarta, kecuali yang termasuk dalam jalan nasional.

#### 3) Jalan Kabupaten

Yang termasuk dalam Klasifikasi Jalan Kabupaten, yaitu jalan kolektor primer yang tidak termasuk jalan nasional dan propinsi; jalan lokal primer; jalan sekunder lain selain jalan nasional dan propinsi; dan jalan yang mempunyai nilai strategis terhadap kepentingan kabupaten.

#### 4) Jalan Kota

Jaringan Jalan Sekunder di dalam kota.

#### 5) Jalan Desa

Jaringan Jalan Sekunder di dalam desa.

#### 6) Jalan Khusus

Jalan yang pembinaannya tidak dilakukan oleh Menteri maupun Pemerintah Daerah, tetapi dapat oleh instansi, badan hukum, atau perorangan yang bersangkutan.

**Tabel 2.3**  
Pembagian Tugas dan Penyelenggaraan Jalan

No	Tugas Penyelenggaraan	Jalan Nasional	Jalan Provinsi	Jalan Kabupaten/Kota	Jalan Desa	Jalan Tol	Jalan Khusus
	<b>PEMBINAAN</b>						
	1.1. Pengaturan						
	Perumusan kebijakan perencanaan	Pusat	Provinsi	Kab –Kota	Kab - Kota	Pusat	Pusat
	Penyusunan kebijakan perencanaan umum dan pemrograman	Pusat	Provinsi	Kab –Kota	Kab – Kota/Desa	Pusat	Pusat
	Penyusunan peraturan perundangan	Pusat	Provinsi	Kab –Kota	Kab – Kota/Desa	Pusat	Pusat
	Penyusunan pedoman dan standar teknis	Pusat	Provinsi	Kab –Kota	Kab – Kota/Desa	Pusat	Pusat
	1.2. Pelayanan						
	Perijinan	Kab –Kota	Kab –Kota	Kab –Kota	Kab - Kota	Pusat/Prov/Kab –Kota	Instansi Terkait
1	Informasi	Pusat	Provinsi	Kab –Kota	Kab – Kota/Desa	Pusat/Korporasi	Instansi Terkait
	1.3. Pemberdayaan						
	Bimbingan dan penyuluhan	Pusat	Pusat/Provinsi	Kab –Kota	Kab – Kota/Desa	Pusat	Pusat
	Pendidikan dan pelatihan	Pusat	Pusat/Provinsi	Kab –Kota	Kab – Kota/Desa	Pusat	Pusat
	1.4. Penelitian dan pengembangan						
	Penelitian	Pusat	Pusat/Provinsi	Provinsi-Kab-Kota	Kab – Kota/Desa	Pusat	Pusat/Korporasi
	Pengkajian	Pusat	Pusat/Provinsi	Provinsi-Kab-Kota	Kab – Kota/Desa	Pusat	Pusat/Korporasi
	Pengembangan	Pusat	Pusat/Provinsi	Provinsi-Kab-Kota	Kab – Kota/Desa	Pusat	Pusat/Korporasi
	<b>PEMBANGUNAN</b>						
	Studi Kelayakan	Pusat/Provinsi	Provinsi	Kab –Kota	Kab – Kota/Desa	Korporasi	Korporasi
	Perencanaan Teknis	Pusat/Provinsi	Provinsi	Kab –Kota	Kab – Kota/Desa	Korporasi	Korporasi
2	Pelaksanaan Konstruksi	Pusat/Provinsi	Provinsi	Kab –Kota	Kab – Kota/Desa	Korporasi	Korporasi
	Pengoperasian	Pusat/Provinsi	Provinsi	Kab –Kota	Kab – Kota/Desa	Pusat/Korporasi	Korporasi
	Pemeliharaan	Pusat/Provinsi	Provinsi	Kab –Kota	Kab – Kota/Desa	Korporasi	Korporasi
3	<b>PENGAWASAN</b>	Pusat	Pusat	Provinsi-Kab-Kota	Kab - Kota	Pusat	Pusat

e. Klasifikasi jalan menurut volume lalu lintas

Menurut Peraturan Perencanaan Geometrik Jalan Raya (PPGJR) No.13 tahun 1970, klasifikasi jalan dikelompokkan menurut kapasitas lalu lintas harian rata-rata (LHR) yang dilayani dalam satuan SMP.

**Tabel 2.4**

Klasifikasi jalan dalam LHR

No.	Fungsi	Kelas	Lalu lintas Harian (smp)
1	Jalan Arteri	I	>20000
2	Jalan Kolektor	II A	6000-20000
		II B	
		II C	
3	Jalan Lokal	III	-

*Sumber : Peraturan Perencanaan geometrik Jalan Raya (PPGJR) No.13 tahun 1970*

### 2.1.2 Karakteristik lalu lintas

Lalu lintas di dalam Undang-Undang No. 22 tahun 2009, didefinisikan sebagai gerak kendaraan dan orang di ruang lalu lintas jalan. Sedangkan yang dimaksud dengan ruang lalu lintas jalan adalah prasarana yang diperuntukkan bagi gerak pindah kendaraan, orang, dan/ barang yang berupa jalan dan fasilitas pendukung. Pada pola pergerakannya, lalu lintas memiliki karakteristik. Karakteristik tersebut tersebut terbentuk atas beberapa karakteristik komponen-komponen lalu lintas seperti di bawah ini.

#### a. 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 menggunakan jalan, kendaraan - kendaraan tersebut dapat dikelompokkan (Bina Marga, 1997).

Kendaraan yang akan digunakan sebagai dasar perencanaan geometrik disesuaikan dengan fungsi jalan dan jenis kendaraan yang dominan menggunakan jalan tersebut. Pertimbangan biaya juga tentu ikut menentukan kendaraan yang dipilih sebagai perencanaan.

Kendaraan Rencana dikelompokkan ke dalam 3 kategori antara lain:

- 1) Kendaraan Kecil, diwakili oleh mobil penumpang.
- 2) Kendaraan Sedang, diwakili oleh truk 3 as tandem atau oleh bus besar 2as.
- 3) Kendaraan Besar, diwakili oleh truk semi-trailer.

**Tabel 2.5**

Tabel dimensi kendaraan

Kategori kendaraan rencana	Dimensi kendaraan (cm)			Tonjolan (cm)		Radius putar (cm)		Radius tonjolan (cm)
	tinggi	lebar	Panjang	Depan	Belakan	Min	Maks	
Kendaraan kecil	130	210	580	90	150	420	730	780
Kendaraan sedang	410	260	1210	210	240	740	1280	1410
Kendaraan besar	410	260	2100	1200	900	2900	14000	1370

*Sumber : Tata Cara Perencanaan Geometrik Jalan Antar Kota, Ditjen Bina Marga 1997.*

Ukuran kendaraan rencana untuk masing-masing kelompok adalah ukuran terbesar yang mewakili kelompoknya. Untuk perencanaan geometrik jalan ukuran lebar kendaraan rencana akan mempengaruhi lebar lajur yang dibutuhkan. Sifat membelok kendaraan akan mempengaruhi perencanaan tikungan dan lebar median dimana mobil diperkenankan untuk memutar. Daya kendaraan akan mempengaruhi tingkat kelandaian yang dipilih dan tinggi tempat duduk pengemudi akan mempengaruhi jarak pandangan pengemudi. Kendaraan rencana yang akan dipilih sebagai dasar perencanaan geometrik jalan ditentukan oleh fungsi jalan dan jenis kendaraan dominan yang memakai jalan tersebut. Pertimbangan biaya tentu juga ikut menentukan kendaraan rencana yang dipilih sebagai kriteria perencanaan (Shirley L. H, 2000).

## b. Volume Lalu – Lintas Rencana

Volume Lalu Lintas Harian Rencana (VLHR) adalah prakiraan volume lalu lintas harian pada akhir tahun rencana lalu lintas dinyatakan dalam SMP/hari. Volume lalu lintas menunjukkan jumlah kendaraan yang melintasi satu titik pengamatan dalam satu satuan waktu (hari, jam, menit). Volume lalu lintas yang tinggi membutuhkan lebar perkerasan jalan lebih besar sehingga tercipta kenyamanan dan keamanan dalam berlalu lintas. Sebaliknya jalan yang terlalu lebar untuk volume lalu lintas rendah cenderung membahayakan karena pengemudi cenderung mengemudikan kendaraannya pada kecepatan yang lebih tinggi sedangkan kondisi jalan belum tentu memungkinkan. Disamping itu juga mengakibatkan peningkatan biaya pembangunan jalan yang tidak pada tempatnya/ tidak ekonomis (Sukirman, 1994).

Satuan volume lalu lintas yang umum dipergunakan sehubungan dengan penentuan jumlah dan lebar jalur adalah:

### 1). Lalu Lintas Harian Rata-Rata

Lalu lintas harian rata-rata adalah volume lalu lintas rata-rata dalam satu hari (Sukirman, 1994). Cara memperoleh data tersebut dikenal dua jenis lalu lintas harian rata-rata, yaitu lalu lintas harian rata-rata tahunan (LHRT) dan lalu lintas harian rata-rata.

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

$$\text{LHRT} = \frac{\text{Jumlah lalu lintas dalam satu tahun}}{365}$$

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

$$\text{LHR} = \frac{\text{Jumlah lalu lintas selama pengamatan}}{\text{lamanya pengamatan}}$$

Data LHR ini cukup teliti jika :

- (a). Pengamatan dilakukan pada interval-interval waktu yang cukup menggambarkan fluktuasi arus lalu lintas selama satu tahun.
- (b). Hasil LHR yang dipergunakan adalah harga rata-rata dari perhitungan LHR beberapa kali.

## 2). Volume Jam Perencanaan (VJR)

Volume jam perencanaan (VJR) adalah volume lalu lintas per jam yang dipergunakan sebagai dasar perencanaan (Sony Sulaksono, 2001). Volume ini harus mencerminkan keadaan lalu lintas sebenarnya tetapi biasanya tidak samadengan volume terbesar atau arus tersibuk yang akan melewatinya, perencanaan berdasarkan volume terbesar ini akan menghasilkan konstruksi yang boros yang hanya akan berguna pada arus maksimum dan ini terjadi dalam kurun waktu singkat dalam sehari.

Volume lalu lintas untuk perencanaan geometrik umumnya ditetapkan dalam Satuan Mobil Penumpang (SMP) sehingga masing – masing jenis kendaraan yang diperkirakan yang akan melewati jalan rencana harus dikonversikan kedalam satuan tersebut dengan dikalikan nilai ekivalensi mobil penumpang (emp). Besarnya faktor ekivalensi tersebut, dalam perencanaan geometrik jalan antar kota ditentukan pada tabel di bawah ini:

**Tabel 2.6**

Ekivalen Mobil Penumpang (emp)

No	Jenis Kendaraan	Datar/ Perbukitan	Pegunungan
1	Sedan, Jeep, Station Wagon	1,0	1,0
2	Pick-Up, Bus Kecil, Truck Kecil	1,2-2,4	1,9-3,5
3	Bus dan Truck Besar	1,2-5,0	2,2-6,0

Sumber: Tata Cara Perencanaan Geometrik Jalan Antar Kota 1997

Sedangkan nilai emp kendaraan rencana untuk geometrik jalan perkotaan, menurut Standar Perencanaan Geometrik Untuk Jalan Perkotaan (1992) adalah sebagai berikut:

- (a) Sepeda motor : 0.5
- (b) Kend. Penumpang/kend. bermotor roda tiga : 1.0
- (c) Truk kecil (berat < 5 ton), bus mikro : 2.5
- (d) Truk sedang (berat > 5 ton) : 2.5
- (e) Bus, Truk berat ( berat < 10 ton) : 3.0

Kendaraan tak bermotor (sepeda, becak dan kendaraan ditarik hewan) tidak diberikan nilai emp, karena sangat bervariasi tergantung kepada kondisi lalu lintas pada saat itu. Dalam hal jumlah kendaraan jenis ini dominan, maka perlu dilakukan perencanaan khusus untuk menentukan fasilitasnya, misalnya dengan jalur khusus.

Pada jalan arteri, jika proporsi kendaraan tidak bermotor lebih besar dari 10 % dan atau perbedaan kecepatan rata-rata kendaraan bermotor dengan kendaraan tidak bermotor lebih besar dari 30 km/h, maka harus dibuat jalur lambat.

Volume jam sibuk rencana (VJR) merupakan prakiraan volume lalu lintas pada jam sibuk tahun rencana. Pada jalan 2-lajur-2-arah-tak terbagi, VJR dinyatakan dalam smp/jam untuk dua arah. Pada jalan berlajur banyak, misal jalan 4-lajur-2-arah terbagi, maka VJR dihitung dalam smp/jam untuk arah tersibuk (Fsp). VJR dihitung dengan rumus :

Untuk jalan-jalan 2-lajur-2-arah

$$VJR = VLR \times \frac{K}{100} \times \frac{1}{F}$$

Untuk jalan-jalan berlajur banyak, per arah

$$VJR = VLR \times \frac{K}{100} \times \frac{Fsp}{100} \times \frac{1}{F}$$

Dimana:

k = faktor volume lalu lintas jam sibuk, %; dalam hal tidak ada data, boleh digunakan k = 9;

F = faktor variasi tingkat lalu lintas per seperempat jam dalam jam sibuk; dalam hal tidak ada data, boleh digunakan F = 0,8;

Fsp = koefisien volume lalu lintas dalam arah tersibuk per arah, %, yang ditetapkan berdasarkan data; dalam hal tidak ada data, boleh digunakan 60

VJR digunakan untuk menghitung jumlah lajur jalan dan fasilitas lalu lintas lainnya yang diperlukan pada jalan arteri di kawasan perkotaan.

Besarnya volume jam perencanaan ditentukan dengan persamaan:

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

dimana :

VJR = Volume Jam Perencanaan (smp/jam)

VLRH = Volume Lintas Harian Rata – rata Tahunan (smp/jam)

K = Faktor K, faktor volume lalu lintas jam tersibuk dalam setahun

F = Faktor variasi volume lalu lintas dalam satu jam tersibuk (Peak Hour Faktor / PHF)

Faktor K dan F untuk jalan perkotaan biasanya mengambil nilai 0,1 dan 0,9 sedangkan untuk jalan antar kota disesuaikan dengan besarnya VLHR seperti pada tabel di bawah ini.

**Tabel 2.7**  
 Penentuan faktor-K dan faktor-F berdasarkan Volume Lalu Lintas  
 Harian Rata-rata

VLHR	FAKTOR K	FAKTOR F
> 50.000	4 – 6	0,9 – 1
30.000 – 50.000	6 – 8	0,8 – 1
10.000 – 30.000	6 – 8	0,8 – 1
5.000 – 10.000	8 – 10	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, Ditjen Bina Marga 1997.*

c. Kecepatan rencana (  $V_R$  )

Kecepatan adalah besaran yang menunjukkan jarak yang ditempuh kendaraan dibagi waktu tempuh, biasanya dinyatakan dalam km/jam. Kecepatan Rencana adalah kecepatan yang dipilih untuk keperluan perencanaan setiap bagian jalan raya seperti tikungan, kemiringan jalan, jarak pandang dan lain- lain (Sukirman, 1994).

Faktor-faktor yang mempengaruhi besarnya kecepatan rencana adalah keadaan *terrain* apakah datar, berbukit atau gunung. Untuk menghemat biaya tentu saja perencanaan jalan sepantasnya disesuaikan dengan keadaan medan. Suatu jalan yang ada di daerah datar tentu saja memiliki design speed yang lebih tinggi dibandingkan pada daerah pegunungan atau daerah perbukitan.

Adapun faktor - faktor yang mempengaruhi kecepatan rencana antara lain:

- 1). Topografi ( Medan )

Untuk perencanaan geometrik jalan raya, keadaan medan memberikan batasan kecepatan terhadap kecepatan rencana sesuai dengan medan perencanaan ( datar, berbukit, dan gunung ).

2). Sifat dan tingkat penggunaan daerah

Kecepatan rencana untuk jalan - jalan arteri lebih tinggi dibandingkan jalan kolektor. Untuk kondisi medan yang sulit, kecepatan rencana suatu segmen jalan dapat diturunkan dengan syarat bahwa penurunan tersebut tidak lebih dari 20 km/jam (Bina marga 1997).

**Tabel 2.8**

Kecepatan Rencana, VR, Sesuai Klasifikasi Fungsi dan Klasifikasi Medan Jalan

Fungsi	Kecepatan Rencana , VR (km/jam)		
	Datar	Bukit	Pegunungan
Arteri	70-120	60-80	40-70
Kolektor	60-90	50-60	30-50
Lokal	40-70	30-50	20-30

*Sumber : Tata Cara Perencanaan Geometrik Jalan Antar Kota, Ditjen Bina Marga 1997.*

Untuk kondisi medan jalan yang sulit, kecepatan rencana ( $V_R$ ) suatu segmen jalan dapat diturunkan dengan syarat penurunan tersebut tidak lebih dari 20 km/jam.

### 2.1.3 Karakteristik geometrik

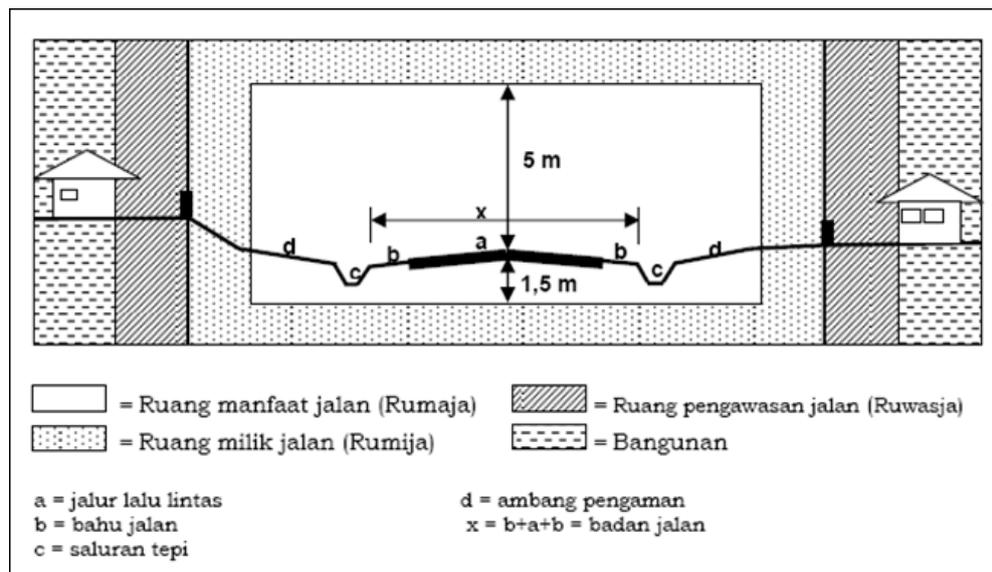
Geometrik merupakan membangun badan jalan raya diatas permukaan tanah baik secara vertikal maupun horizontal dengan asumsi bahwa badan/ bentuk permukaan bumi adalah tidak rata. Tujuannya adalah menciptakan hubungan yang baik antara waktu dan ruang menurut kebutuhan kendaraan yang bersangkutan, menghasilkan bagian-bagian jalan yang memenuhi persyaratan kenyamanan, keamanan, serta nilai efisiensi yang optimal. Karakteristik geometrik jalan disini yaitu menyangkut apa-apa saja yang terdapat di jalan tersebut seperti yang dijelaskan di bawah ini.

### a. Bagian – Bagian Jalan

Bagian-bagian jalan terbagi menjadi 3 daerah yaitu:

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

Dibatasi oleh lebar antara batas ambang pengaman konstruksi jalan di kedua sisi jalan, tinggi 5 meter di atas permukaan perkerasan pada sumbu jalan, dan kedalaman ruang bebas 1,5 meter di bawah muka jalan.



**Gambar 2.2**

Penampang melintang jalan

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

Dibatasi oleh lebar yang sama dengan rumaja ditambah ambang pengaman konstruksi jalan dengan tinggi 5 meter dan kedalaman 1.5 meter

#### 3). Ruang Pengawasan Jalan (Ruwasja)

Ruang Pengawasan Jalan (Ruwasja) adalah ruang sepanjang jalan di luar Rumaja yang dibatasi oleh tinggi dan lebar tertentu, diukur dari sumbu jalan sebagai berikut :

- (a) jalan Arteri minimum 20 meter,
- (b) jalan Kolektor minimum 15 meter,
- (c) jalan Lokal minimum 10meter.

Untuk keselamatan pemakai jalan, Ruwasja di daerah tikungan ditentukan

oleh jarak pandang bebas.

b. Penampang Melintang

1).Komposisi Penampang Melintang

Penampang melintang jalan terdiri atas bagian-bagian sebagai berikut:

(a) Jalur Lalu Lintas

Jalur lalu lintas adalah bagian jalan yang dipergunakan untuk lalu lintas kendaraan yang secara fisik berupa perkerasan jalan.

- Batas jalur lalu lintas dapat berupa:

- (1) Median;
- (2) Bahu;
- (3) Trotoar;
- (4) Pulau jalan; dan
- (5) Separator.

Jalur lalu lintas dapat terdiri atas beberapa lajur. Jalur lalu lintas dapat terdiri atas beberapa tipe, yaitu :

- (1) 1 jalur-2 lajur-2 arah (2/2 TB)
- (2) 1 jalur-2 lajur-1 arah (2/1 TB)
- (3) 2 jalur-4 lajur-2 arah (4/2 B)
- (4) 2 jalur-n lajur-2 arah (n/2 B), di mana n = jumlah lajur.

Keterangan: TB = tidak terbagi.

B = terbagi

- Lebar Jalur

Lebar jalur sangat ditentukan oleh jumlah dan lebar lajur peruntukannya. Lebar jalur minimum adalah 4.5 meter, memungkinkan 2 kendaraan kecil saling berpapasan. Papasan dua kendaraan besar yang terjadi sewaktu-waktu dapat menggunakan bahu jalan.

**Tabel 2.9**  
Penentuan Lebar Jalur dan Bahu jalan.

VLHR (smp/ha ri	ARTERI				KOLEKTOR				LOKAL			
	ideal		minimum		Ideal		minimum		ideal		minimum	
	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	2nx3 ,5*)	2,5	2x7, 0*)	2,0	2nx3 ,5*)	2,0	**)	**)	-	-	-	-

*Sumber : Tata Cara Perencanaan Geometrik Jalan Antar Kota, Ditjen Bina Marga 1997.*

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

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

n= Jumlah lajur per jalur

- = Tidak ditentukan

(b) Lajur

Lajur adalah bagian jalur lalu lintas yang memanjang, dibatasi oleh marka lajur jalan, memiliki lebar yang cukup untuk dilewati suatu kendaraan bermotor sesuai kendaraan rencana. Lebar lajur tergantung pada kecepatan dan kendaraan rencana, yang dalam hal ini dinyatakan dengan fungsi dan kelas jalan seperti ditetapkan dalam Tabel 2.9. Jumlah lajur ditetapkan dengan mengacu kepada MKJI berdasarkan tingkat kinerja yang direncanakan, di mana untuk suatu ruas jalan dinyatakan oleh nilai rasio antara volume terhadap kapasitas yang nilainya tidak lebih dari 0,80. Untuk kelancaran drainase permukaan, lajur lalu lintas pada alinyemen lurus memerlukan kemiringan melintang normal sebagai berikut .

- (1) 2-3% untuk perkerasan aspal dan perkerasan beton;

(2) 4-5% untuk perkerasan kerikil

**Tabel 2.10**  
Lebar Lajur Jalan Ideal

FUNGSI	KELAS	LEBAR LAJUR IDEAL
Arteri	I	3,75
	II, 111 A	3,50
Kolektor	III A, III B	3,0
Lokal	III C	3,0

Sumber : Tata Cara Perencanaan Geometrik Jalan Antar Kota, Ditjen Bina Marga 1997.



**Gambar 2.3**

Kemiringan melintang jalan normal

(c) Bahu Jalan

Bahu Jalan adalah bagian jalan yang terletak di tepi jalur lalu lintas dan harus diperkeras (lihat Gambar 2.5).

Fungsi bahu jalan adalah sebagai berikut:

- (1) lajur lalu lintas darurat, tempat berhenti sementara, dan atau tempat parkir darurat;
- (2) ruang bebas samping bagi lalu lintas; dan
- (3) penyangga sampai untuk kestabilan perkerasan jalur lalu lintas. Kemiringan bahu jalan normal antara 3 - 5%.

(d) Median

Median adalah bagian bangunan jalan yang secara fisik memisahkan dua jalur lalu lintas yang berlawanan arah. Fungsi

median adalah untuk:

- (1) memisahkan dua aliran lalu lintas yang berlawanan arah;
- (2) ruang lapak tunggu penyeberang jalan;
- (3) penempatan fasilitas jalan;
- (4) tempat prasarana kerja sementara;
- (5) penghijauan;
- (6) tempat berhenti darurat (jika cukup luas);
- (7) cadangan lajur (jika cukup luas); dan
- (8) mengurangi silau dari sinar lampu kendaraan dari arah yang berlawanan.

Jalan 2 arah dengan 4 lajur atau lebih perlu dilengkapi median. Median dapat dibedakan atas:

- (1) Median direndahkan, terdiri atas jalur tepian dan bangunan pemisah jalur yang direndahkan.
- (2) Median ditinggikan, terdiri atas jalur tepian dan bangunan pemisah jalur yang ditinggikan.

Lebar minimum median terdiri atas jalur tepian selebar 0,25 - 0,50 meter dan bangunan pemisah jalur, ditetapkan dapat dilihat dalam Tabel 2.10. Perencanaan median yang lebih rinci mengacu pada Standar Perencanaan Geometrik untuk Jalan Perkotaan, Direktorat Jenderal Bina Marga, Maret 1992.

**Tabel 2. 11**

Lebar minimum median

Bentuk median	Lebar minimum (m)
Median ditinggikan	2,0
Median direndahkan	7,0

Sumber : Tata Cara Perencanaan Geometrik Jalan Antar Kota, Ditjen Bina Marga 1997.

(e) Fasilitas Pejalan Kaki

Fasilitas pejalan kaki berfungsi memisahkan pejalan kaki dari

jalur lalu lintas kendaraan guna menjamin keselamatan pejalan kaki dan kelancaran lalu lintas. Jika fasilitas pejalan kaki diperlukan maka perencanaannya mengacu kepada Standar Perencanaan Geometrik untuk Jalan Perkotaan, Direktorat Jenderal Bina Marga, Maret 1992.

Semua jalan perkotaan harus dilengkapi jalur pejalan kaki di satu sisi atau kedua sisi. Jalur pejalan kaki harus mempertimbangkan penyandang cacat, dan dapat berupa :

- (1) Jalur pejalan kaki yang tidak ditinggikan tetapi diperkeras permukaannya
- (2) Trotoar
- (3) Penyebrangan sebidang
- (4) Penyebrangan tidak sebidang (jembatan penyebrangan atau terowongan penyebrangan)
- (5) Penyandang cacat

Jalur pejalan kaki yang tidak ditinggikan harus ditempatkan di sebelah luar saluran. Lebar minimum jalur pejalan kaki yang tidak ditinggikan adalah 1,5 m.

(f) Tipe alinyemen

Tipe alinyemen adalah gambaran kemiringan daerah yang dilalui jalan dan ditentukan oleh jumlah naik dan turun (m/ km) dan jumlah lengkung horizontal (rad/ km) sepanjang segmen jalan.

Penggolongan tipe medan sehubungan dengan topografi daerah yang dilewati jalan berdasarkan kemiringan melintang yang tegak lurus pada sumbu jalan.

**Tabel 2.12**

Ketentuan Tipe Alinyemen

Tipe Alinyemen	Lengkung Vertikal Naik + Turun (m/ km)	Lengkung Horizontal (rad/ km)

Datar (D) Bukit (B)	< 10	< 10
Gunung (G)	10-30	1,0 – 2,5

Sumber : Tata Cara Perencanaan Geometrik Jalan Antar Kota, Ditjen Bina Marga 1997.

## 2.2 Perencanaan Geometrik

Perencanaan geometrik jalan merupakan suatu perencanaan rute dari suatu ruas jalan secara lengkap, menyangkut beberapa komponen jalan yang dirancang berdasarkan kelengkapan data dasar, yang didapatkan dari hasil survey lapangan, kemudian dianalisis berdasarkan acuan persyaratan perencanaan geometrik yang berlaku (Shirley L, Hendarsin, 2000).

### 2.2.1 Pengertian Jalan Raya

Jalan adalah prasarana transportasi darat yang meliputi segala bagian jalan, termasuk bangunan pelengkap dan perlengkapannya yang diperuntukkan bagi lalu lintas, yang berada pada permukaan tanah, di atas permukaan tanah, di bawah permukaan tanah dan/atau air, serta di atas permukaan air, kecuali jalan kereta api, jalan lori, dan jalan kabel (Peraturan Pemerintah Nomor 34 Tahun 2006).

Jalan raya adalah jalur - jalur di atas permukaan bumi yang dibuat oleh manusia dengan bentuk, ukuran - ukuran dan jenis konstruksinya sehingga dapat digunakan untuk menyalurkan lalu lintas orang, hewan dan kendaraan yang mengangkut barang dari suatu tempat ke tempat lainnya dengan mudah dan cepat (Clarkson H.Oglesby,1999).

### 2.2.2 Ketentuan dalam perencanaan geometrik

Ketentuan dalam perencanaan geometrik dibagi menjadi dua yaitu:

#### a. Topografi

Topografi merupakan peta yang menggambarkan kondisi medan yang sebenarnya. Pada peta topografi akan terlihat tinggi rendahnya elevasi permukaan tanah asli yang digambarkan dengan garis kontur. Peta topografi sangat dipelukan dalam menentukan trase jalan dan akan berpengaruh terhadap perencanaan aliyemen vertikal dan horizontal pada jalan.

Adapun pengaruh topografi terhadap medan meliputi:

1) Tikungan

Penentuan jari-jari pada tikungan direncanakan sedemikian rupa sehingga keamanan jalannya kendaraan terjamin dan memiliki pandangan bebas yang cukup luas.

2) Tanjakan

Adanya tanjakan yang curam dapat mengurangi kecepatan kendaraan dan jika tenaga tariknya tidak cukup, maka berat muatan kendaraan harus dikurangi yang berarti mengurangi kapasitas angkutan dan sangat merugikan. Karena itu tanjakan dibuat landai. (Shirley L. H, 2000)

Pada laporan ini, data topografi yang diberikan oleh P2JN adalah gambar jadi berupa alinyemen vertikal dan alinyemen horizontal yang dijadikan pedoman dalam pembuatan laporan ini.

b. Keadaan Lalu Lintas

Masalah-masalah yang menyangkut lalu lintas, yaitu:

1) Karakteristik lalu lintas

Data lalu lintas adalah data utama yang diperlukan untuk perencanaan teknik jalan karena kapasitas jalan yang akan direncanakan tergantung dari komposisi lalu lintas yang akan menggunakan jalan pada satu segmen jalan yang ditinjau. Besarnya volume atau arus lalu lintas diperlukan untuk jumlah dan lebar jalur pada satu jalur jalan dalam penentuan karakteristik geometrik. Sedangkan jenis kendaraan akan menentukan kelas beban atau MST (Muatan Sumbu Terberat) yang berpengaruh langsung pada perencanaan konstruksi perkerasan.

Analisis data lalu lintas pada intinya dilakukan untuk menentukan kapasitas jalan, akan tetapi harus dilakukan bersamaan dengan perencanaan geometrik dan lainnya, karena saling berkaitan satu sama lain. Unsur lalu lintas adalah benda atau pejalan kaki sebagai kendaraan dengan unit. (Shirley L. H, 2000)

## 2) Volume lalu lintas

Volume lalu lintas adalah banyaknya kendaraan yang melintas pada suatu titik dalam satuan waktu. Volume lalu lintas rencana menunjukkan jumlah kendaraan yang melintas pada satu titik pengamatan dalam satu satuan waktu (hari, jam, menit). Oleh karena itu memerlukan pengamatan selama 24 jam dalam satu tahun sert arah dan tujuan lalu lintas yang dilaksanakan setiap tahun dengan tiap jenis kendaraan bermotor untuk mendapatkan data LHR. Salah satu syarat utama proses perencanaan dalam suatu sistem jalan raya adalah kapasitas lalu lintas kendaraan yang akan memakai jalan tersebut serta perkiraan, pertumbuhan volume kendaraan sesuai dengan umur rencana yang nantinya akan menjadi dasar dalam perencanaan terutama dalam menentukan kapasitas jalan dan perkerasan jalan.

### 2.2.3 Jarak pandang

Jarak pandang adalah suatu jarak yang diperlukan oleh seorang pengemudi pada saat mengemudi sedemikian rupa, sehingga jika pengemudi melihat suatu halangan yang membahayakan, maka pengemudi dapat melakukan sesuatu (antisipasi) untuk menghindari bahaya tersebut dengan aman. Jarak pandang terdiri dari jarak pandang henti ( $J_h$ ) dan jarak pandang mendahului ( $J_d$ ).

#### a. Jarak Pandang Henti ( $J_h$ )

Jarak pandang henti adalah jarak minimum yang diperlukan pengemudi untuk dapat menghentikan kendaraannya dengan aman setelah melihat adanya halangan di depannya. Jarak pandang henti sangat berpengaruh bagi pengendara oleh karena itu 'setiap titik' di sepanjang jalan harus memenuhi jarak pandang henti.

Jarak pandang henti terdiri dari dua elemen, yaitu :

- Jarak tanggap ( $J_{ht}$ ) adalah jarak yang ditempuh oleh kendaraan sejak pengemudi melihat suatu halangan yang menyebabkan ia harus

berhenti sampai saat pengemudi menginjak rem.

- Jarak pengereman (Jhr) adalah jarak yang dibutuhkan untuk menghentikan kendaraan sejak pengemudi menginjak rem sampai kendaraan berhenti. Jarak pandang henti diformulasikan dengan berdasar asumsi: tinggi mata pengemudi 105 cm dan tinggi halangan 15 cm di atas permukaan jalan.

Adapun formulasi jarak pandang henti adalah:

$$J_h = J_{ht} + J_{hr}$$

$$J_h = \frac{VR}{3,6} T + \frac{\left(\frac{VR}{3,6}\right)^2}{2g.Fp}$$

Untuk jalan datar:

$$J_h = 0,694 V_R + 0,004 \frac{VR^2}{Fp}$$

Untuk jalan dengan kelandaian tertentu:

$$J_h = 0,694 V_R + 0,004 \frac{VR^2}{Fp \pm L}$$

Dimana:

Jh = jarak pandang henti, (m)

VR = kecepatan rencana, (km/jam)

T = waktu tanggap, ditetapkan 2,5 detik

g = percepatan gravitasi, ditetapkan 9,8 m/detik<sup>2</sup>

Fp = koefisien gesek memanjang antara ban kendaraan dengan perkerasan jalan aspal, fp akan semakin kecil jika kecepatan (VR) semakin tinggi dan sebaliknya. (menurut Bina Marga, fp = 0,35 – 0,55)

L = landai jalan dalam (%) dibagi 100

Nilai Jarak Pandang Henti (Jh) Minimum juga dapat menggunakan hasil hitungan sebagaimana tabel 2.12 untuk perencanaan jalan antar kota.

**Tabel 2.13**

Jarak Pandang Henti (Jh) Minimum Untuk Perencanaan Geometrik  
Jalan Antar Kota

VR (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, Ditjen Bina Marga 1997.

b. Jarak Pandang Mendahului (Jd)

Pada jalan 2 lajur 2 arah tak terbagi (2/2 TB), kendaraan dengan kecepatan tinggi sering mendahului kendaraan lain dengan kecepatan yang lebih rendah sehingga pengemudi tetap dapat mempertahankan kecepatan sesuai dengan yang diinginkannya. Gerakan mendahului dilakukan dengan mengambil lajur jalan yang diperuntukkan untuk kendaraan dari arah yang berlawanan. Jarak yang dibutuhkan pengemudi sehingga dapat melakukan gerakan mendahului dengan aman dan dapat melihat kendaraan dari arah depan dengan bebas dinamakan jarak pandangan mendahului. Jarak pandang mendahului (Jd) standar dihitung berdasarkan panjang jalan yang diperlukan untuk dapat melakukan gerakan mendahului suatu kendaraan dengan sempurna dan aman berdasarkan asumsi yang diambil. Apabila dalam suatu kesempatan dapat mendahului dua kendaraan sekaligus, hal itu tidaklah merupakan dasar dari perencanaan suatu jarak pandangan mendahului total. Jarak pandangan mendahului (Jd) standar pada jalan dua lajur dua arah dihitung berdasarkan beberapa asumsi terhadap sifat arus lalu lintas yaitu:

- Kendaraan yang akan didahului harus mempunyai kecepatan yang tetap
- Sebelum melakukan gerakan mendahului, kendaraan harus mengurangi kecepatannya dan mengikuti kendaraan yang akan disiap dengan kecepatan yang sama.
- Apabila kendaraan sudah berada pada lajur untuk mendahului,

maka pengemudi harus mempunyai waktu untuk menentukan apakah gerakan mendahului dapat diteruskan atau tidak.

- Kecepatan kendaraan yang mendahului mempunyai perbedaan sekitar 15 km/jam dengan kecepatan kendaraan yang didahului pada waktu melakukan gerakan mendahului.
- Pada saat kendaraan yang mendahului telah berada kembali pada lajur jalannya, maka harus tersedia cukup jarak dengan kendaraan yang bergerak dari arah yang berlawanan.
- Tinggi mata pengemudi diukur dari permukaan perkerasan menurut Bina Marga (TPGJAK 1997) sama dengan tinggi objek yaitu 105 cm.
- Kendaraan yang bergerak dari arah yang berlawanan mempunyai kecepatan yang sama dengan kendaraan yang mendahului.

Adapun estimasi jarak pandangan mendahului diformulasikan dengan persamaan sebagai berikut:

$$Jd = d1 + d2 + d3 + d4$$

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

$d2$  = jarak yang ditempuh selama mendahului sampai dengan kembali ke lajur 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 (m)

Adapun rumusan estimasi  $d1$ ,  $d2$ ,  $d3$ , dan  $d4$  adalah sebagai berikut:

$$d1 = 0,278T_1(V_R - m + a \cdot T1/2)$$

$$d2 = 0,278 VR T2$$

$$d3 = \text{antara } 30 - 100 \text{ m}$$

$$d4 = 2/3 d_2$$

dimana:

$T1 = \text{waktu dalam (detik)}, = 2,12 + 0,026 \text{ VR}$

$T2 = \text{waktu kendaraan berada di jalur lawan, (detik)}, = 6,56 + 0,048 \text{ VR}$

$A = \text{percepatan rata-rata, (km/jam/detik)}, = 2,052 + 0,0036 \text{ VR}$

$m = \text{perbedaan kecepatan dari kendaraan yang mendahului dan kendaraan yang didahului, (biasanya diambil } 10 - 15 \text{ km/jam)}$

Nilai jarak pandang mendahului untuk jalan antar kota menurut kecepatan rencana yang dipilih, disajikan pada tabel 2.14.

**Tabel 2.14**

Panjang Jarak Pandang Mendahului

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

*Sumber : Tata Cara Perencanaan Geometrik Jalan Antar Kota, Ditjen Bina Marga 1997.*

### c. 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 (E) adalah ruang untuk menjamin kebebasan pandang pengemudi kendaraan di tikungan, sehingga  $Jh$  dapat terpenuhi, dan dimaksudkan untuk memberikan kemudahan pandangan pengemudi di tikungan dengan membebaskan obyek-obyek penghalang sejauh E, yang diukur dari garis tengah lajur dalam sampai pada obyek penghalang, sehingga persyaratan untuk  $Jh$  terpenuhi. Ada dua bentuk Daerah Bebas Samping Di Tikungan, yaitu:

- 1) Jarak Pandang Henti ( $Jh$ ) < Panjang Tikungan ( $Lt$ )
- 2) Jarak Pandang Henti ( $Jh$ ) > Panjang Tikungan ( $Lt$ )

Daerah bebas samping di tikungan dihitung berdasarkan rumus-rumus sebagai berikut:

- 1) Jarak pandangan lebih kecil daripada panjang tikungan ( $Jh < Lt$ ).

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

2) Jarak pandangan lebih besar dari panjang tikungan ( $Jh > Lt$ )

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

Keterangan:

$Jh$  = Jarak pandang henti

$Lt$  = Panjang lengkung total

$R$  = Jari-jari tikungan

$R'$  = Jari-jari sumbu lajur

#### 2.2.4 Alinyemen horizontal

Alinyemen horizontal atau trase suatu jalan adalah garis proyeksi sumbu jalan tegak lurus pada bidang peta, yang biasa disebut tikungan atau belokan. Alinyemen horizontal atau trase jalan terdiri dari garis tegak lurus (garis tangen), merupakan jalan bagian yang lurus, panjang maksimum harus dapat ditempuh dalam waktu 2,5 menit, dengan pertimbangan keselamatan pengemudi akibat kelelahan. Lengkung horizontal yang disebut tikungan.

Bagian yang sangat kritis pada alinyemen horizontal adalah bagian tikungan dimana terdapat gaya yang akan melemparkan kendaraan keluar daerah tikungan yang disebut dengan gaya sentrifugal. Untuk mengimbangi gaya sentrifugal ini perlu dibuat suatu kemiringan melintang jalan pada tikungan yang disebut *superelevasi* ( $s$ ). Atas dasar ini maka perencanaan tikungan agar dapat memberikan keamanan dan kenyamanan perlu mempertimbangkan hal-hal sebagai berikut:

a. 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 2.15**  
Panjang Bagian Lurus Maksimum

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

*Sumber : TPGJAK No 038/T/BM/1997*

b. Tikungan

1) 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 melintang dengan gaya normal disebut koefisien gesekan melintang (f).

Di dalam 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.

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

- Koefisien gesekan melintang

Gaya gesekan melintang (  $F_s$  ) adalah besarnya gesekan yang timbul antarban kendaraan dan permukaan jalan dalam arah melintang jalan yang berfungsi untuk mengimbangi gaya sentrifugal.

$$F_s = f \times \text{ gaya normal (Gn)}$$

Dimana :  $F_s$  = Gaya gesekan Melintang

$G_n$  = Berat kendaraan sesuai dengan kemiringan melintang

$F$  = Koefisien Gesekan

Besarnya koefisien gesekan melintang dipengaruhi oleh beberapa faktor seperti jenis dan kondisi ban, tekanan ban, kekasaran permukaan perkerasan, kecepatan kendaraan, dan keadaan cuaca.

Untuk kecepatan rencana < 80 km/jam berlaku  $f = -0,00065 V + 0,192$  untuk kecepatan rencana antara 80 – 112 km/jam berlaku :

$$f = -0,00125 V + 0,24.$$

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

$$D_{max} = \frac{1432,4}{R_{min}}$$

$$D = \frac{1432,4}{R}$$

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

$D$  = Derajat lengkung (°)

$D_{maks}$  = Derajat maksimum

**Tabel 2.16**

Panjang jari-jari minimum untuk  $e_{maks} = 10\%$

$V_r$ (km/ jam)	120	100	90	80	60	50	40	30	20
$R_{min}$ (m)	600	370	280	210	115	80	50	30	15

Sumber : Tata Cara Perencanaan Geometrik Jalan Antar Kota, Ditjen Bina Marga 1997.

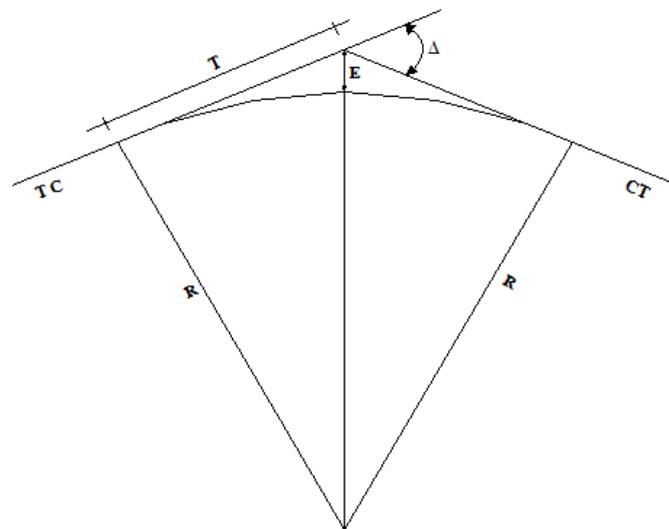
## 2). Jenis – jenis tikungan

### (a). Bentuk tikungan *Full Circle*

*Full Circle* – FC (Lengkung Penuh) yaitu lengkung yang hanya terdiri dari bagian lengkung tanpa adanya peralihan. Yang dimaksud disini adalah hanya ada satu jari2 lingkaran pada lengkung tersebut.

Tikungan FC hanya

digunakan untuk R (jari-jari) yang besar agar tidak terjadi patahan, karena dengan R kecil maka diperlukan superelevasi yang besar.



**Full Circle**

**Gambar 2.4**

Bentuk Tikungan *Full Circle*

Keterangan :

$\Delta$  = Sudut Tikungan

TC	= Tangen to Circle
CT	= Circle to Tangen
R	= Jari-jari busur lingkaran
T	= Panjang tangen (jarak dari TC ke PI atau PI ke TC)
E	= Jarak Luar dari PI ke busur lingkaran

**Tabel 2.17**

Jari-jari tikungan yang tidak memerlukan lengkung peralihan

$V_r$ (km/jam)	120	100	80	60	50	40	30	20
$R_{min}$	2500	1500	900	500	350	250	130	60

Sumber : TPGJAK No 038/T/BM/1997

Menentukan unsur tikungan Nilai TC, LC dan EC

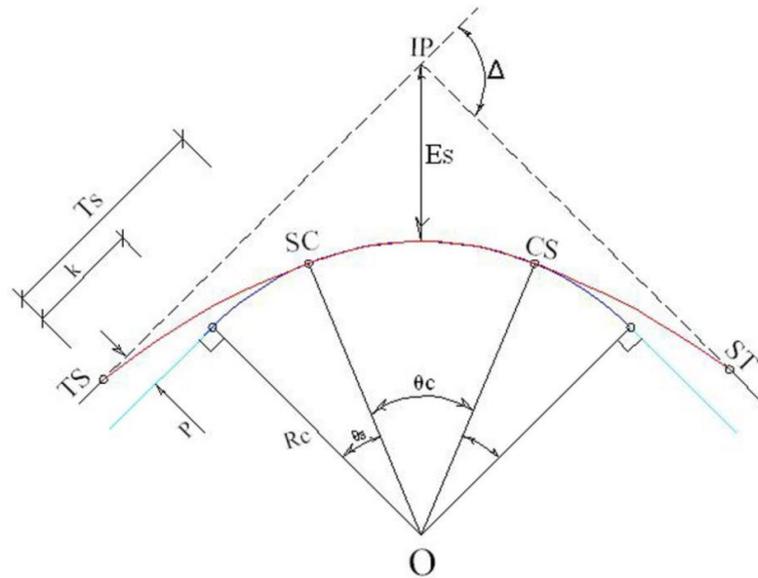
$$Rc * \tan (\Delta/2)$$

$$LC = \frac{\Delta}{360} * 2\pi Rc = 0,01745 * \Delta * Rc$$

$$EC = T * \tan (\Delta/2) = \sqrt{Rc^2 \tan^2 (\Delta/2) - Rc} = Rc * (\sec \frac{\Delta}{2} - 1)$$

(b). Bentuk tikungan spiral circle spiral

*Spiral-Circle-Spiral* - SCS yaitu lengkung yang terdiri atas bagian lengkungan (*Circle*) dengan bagian peralihan (*Spiral*) untuk menghubungkan dengan bagian yang lurus FC. Dua bagian lengkung di kanan- kiri FC itulah yg disebut spiral.



<http://pratomolegowo.blogspot.com>

**Gambar 2.5**

Bentuk Tikungan *Spiral – Circle – Spiral*

Keterangan :

- $L_s$  = Panjang dari titik TS ke SC atau CS ke ST
- $L_c$  = Panjang busur lingkaran (panjang dari titik SC ke CS)
- $T_s$  = Panjang tangen dari titik PI ke titik TS atau ke titik ST
- TS = Titik dari tangen ke spiral
- SC = Titik dari spiral ke lingkaran
- $E_s$  = Jarak dari PI ke busur lingkaran
- O = Sudut lengkung spiral
- $R_c$  = Jari-jari lingkaran
- $p$  = Pergeseran tangen terhadap spiral
- $k$  = Absis dari  $p$  pada garis tangen spiral

Adapun jari-jari yang diambil untuk tikungan *Spiral – Circle – Spiral* harus sesuai dengan kecepatan rencana dan tidak mengakibatkan

adanya kemiringan tikungan yang melebihi harga maksimum yang ditentukan, yaitu:

- (1) Kemiringan maksimum jalan antar kota = 0,1
- (2) Kemiringan maksimum jalan dalam kota = 0,08

Jari-jari lengkung minimum ditentukan berdasarkan ,

- (1) Kemiringan tikungan maksimum.
- (2) Koefisien gesekan melintang maksimum.

$$R = V/(127(e+Fm))$$

Keterangan :

R = Jari-jari lengkung minimum (m)

V = Kecepatan Rencana (km/jam)

e = Miring tikungan (%)

fm = Koefisien gesekan melintang

Untuk jari-jari lengkung cukup besar sehingga tak perlu adanya kemiringan tikungan-tikungan, hal ini dapat dilihat dalam daftar II PPGJR.

$$L_s = 0,0022 * \frac{Vr^3}{R * C} \quad 2,727 * \frac{Vr * e}{C}$$

$$\theta_s = 28,648 * \frac{L_s}{Rc} \text{ (derajat)}$$

$$X_c = L_s * \left[ 1 - \frac{L_s^2}{40 * Rc^2} + \frac{L_s^4}{3456 * Rc^4} - \frac{L_s^6}{599040 * Rc^6} + \dots \right]$$

$$Y_c = \frac{L_s^2}{6 * Rc} \left[ 1 - \frac{L_s^2}{56 * Rc^2} + \frac{L_s^4}{7040 * Rc^4} - \frac{L_s^6}{1612800 * Rc^6} + \dots \right]$$

$$S = \sqrt{x^2 + y^2}$$

$$a = \Delta - 2 * \theta_s$$

$$L_c = Rc * \pi * a / 180$$

$$\Delta Rc = Y_c + Rc (\cos \theta_s - 1)$$

$$E = \left[ \frac{Rc + \Delta Rc}{\cos \Delta / 2} \right] - Rc$$

$$X_m = X - Rc * \sin \theta_s$$

$$W = (Rc + \Delta Rc) * \text{tg} (\frac{1}{2} \Delta)$$

$$T = X_m + W$$

$$TL = x-y \operatorname{ctg} \theta_s$$

$$T_k = \frac{T}{\sin \theta_s}$$

$$L_t = 2 * L_s + L_c$$

Keterangan:

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

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

SC = Spiral Circle, titik perubahan dari Spiral ke Circle

ST = Spiral Tangent, titik perubahan dari Spiral ke Tangent

Rc = Jari-jari *circle* (m)

Lc = Panjang lengkung lingkaran

Ls = Panjang tangent utama

E = Panjang eksternal total dari PI ke tengah lengkung lingkaran

TI = Panjang ‘tangent panjang’ dari spiral

Tk = Panjang ‘tangent pendek’ dari spiral

S = Panjang tali busur spiral

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

$\Delta$  = Sudut pertemuan antara tangent utama

$\alpha$  = Sudut pertemuan antara lingkaran dan sudut pusat lingkaran

$\theta_s$  = Sudut spiral

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

Catatan : Bila lengkung  $L_c > 20$  m maka bentuk tikungan spiral – spiral.

### (c). Bentuk Tikungan *Spiral – Spiral*

Merupakan tikungan yang disertai lengkung peralihan. Bentuk seperti ini digunakan pada tikungan yang tajam. Adapun rumus-rumusnya semua sama dengan bentuk tikungan dari *spiral – circle – spiral* hanya yang perlu di ingat bahwa:

Untuk bentuk *spiral – spiral* rumus ini berlaku :

$$\theta_s = \frac{1}{2} \Delta$$

$$L_s = 2\pi / 360 * 2\theta$$

$$L_c = 0$$

$$X_m = X - R_c * \sin \theta_s$$

$$W = (R_c + \Delta R_c) \times \text{tg} (\frac{1}{2}\Delta)$$

$$T_s = X_m + W$$

$$E_s = \left[ \frac{R_c + \Delta R_c}{\cos \Delta \theta_s} \right]$$

Keterangan:

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

Ts = Jarak antara PI dan TS

Ls = Panjang bagian lengkung spiral

E = Jarak PI ke lengkung spiral

$\Delta$  = Sudut pertemuan antara tangent utama

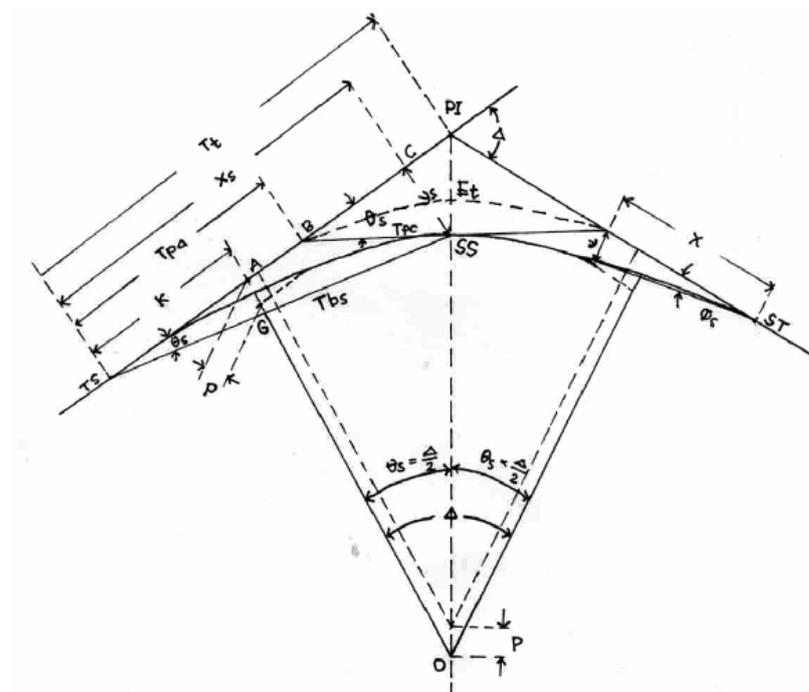
$\theta_s$  = Sudut spiral

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

ST = Spiral tangent, titik perubahan dari spiral ke tangent

Rc = Jari-jari *circle* (m)

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



## Gambar 2.6

### Bentuk Tikungan *Spiral - Spiral*

#### c. Lengkung peralihan

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

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

Untuk  $VR < 70\text{km/jam}$ ,  $r_{e-max} = 0,035 \text{ m/m/detik}$ , untuk  
 $VR.80\text{km/jam}$ ,  $r_{e-mak} = 0,025 \text{ m/m/detik}$

LS ditentukan dari 3 rumus di bawah ini dan diambil nilai yang terbesar:

1. Berdasarkan waktu tempuh maksimum di lengkung peralihan,

$$LS = \frac{VR}{3,6} T$$

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

VR = kecepatan rencana (km/jam).

2. Berdasarkan antisipasi gaya sentrifugal,

$$L_s = 0,022 \cdot \frac{V^3}{R_e} - 2,727 \cdot \frac{V \cdot e}{c}$$

3. Berdasarkan tingkat pencapaian perubahan kelandaian,

$$\frac{e_m - e_n}{3.6 r_e}$$

di mana: VR = kecepatan rencana (km/jam), em = superelevasi maximum,

en = superelevasi normal,

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

#### d. Pencapaian superelevasi

Ada lima pencapaian superelevasi, yaitu :

- 1) Superelevasi dicapai secara bertahap dari kemiringan melintang normal pada bagian jalan yang lurus sampai ke kemiringan penuh (superelevasi) pada bagian lengkung.
- 2) Pada tikungan SCS, pencapaian superelevasi dilakukan secara linear diawali dari bentuk normal sampai awal lengkung peralihan (TS) pada bagian lurus jalan lalu dilanjutkan sampai superelevasi penuh pada akhir bagian lengkung peralihan (SC).
- 3) Pada tikungan FC, pencapaian superelevasi dilakukan secara linear. Diawali dari bagian lurus sepanjang  $\frac{2}{3} L_s$  sampai dengan bagian lingkaran penuh sepanjang  $\frac{1}{3} L_s$ .
- 4) Pada tikungan SS, pencapaian superelevasi seluruhnya dilakukan pada bagian spiral.
- 5) Superelevasi tidak diperlukan jika radius (R) cukup besar, untuk itu cukup lereng luar diputar sebesar lereng normal (LP) atau bahkan tetap lereng normal (LN).

#### e. Landai relatif

Kemiringan melintang atau kelandaian pada penampang jalan di antara tepi perkerasan luar dan sumbu jalan sepanjang lengkung peralihan disebut landai relatif. Persentase kelandaian ini disesuaikan dengan kecepatan rencana dan jumlah lajur yang ada.

Kemiringan maksimum didapat dengan rumus :

$$\frac{1}{m} = \frac{(e+en)B}{Ls}$$

Dimana :

$\frac{1}{m}$  = landai relatif (m)

e = superelevasi (m/ m')

en = kemiringan melintang normal (m /m') B = lebar lajur (m)

Besarnya landai relatif maksimum dipengaruhi oleh kecepatan dan tingkah laku pengemudi. Tabel 2.18 dan grafik III memberi beberapa nilai kelandaian relatif maksimum berdasarkan empiris, sesuai diberikan Bina Marga (luar kota).

Pada jalan berlajur banyak maka pencapaian kemiringan tidak dapat mempergunakan data di atas dengan begitu saja. Dari pengamatan secara empiris diperoleh bahwa pencapaian kemiringan untuk jalan 3 lajur adalah 1,2 kali dari panjang pencapaian kemiringan untuk jalan 2 lajur, jalan dengan 4 lajur memerlukan panjang pencapaian 1,5 kali panjang pencapaian untuk jalan 2 jalur, dan untuk jalan 6 lajur panjang pencapaian yang diperlukan adalah 2 kali panjang pencapaian untuk jalan 2 lajur.

**Tabel 2.18**

Landai relatif maksimum

Kecepatan rencana km/ jam	Kelandaian relatif maksimum
	Bina Marga (luar kota)
20	1/50
30	1/75
40	1/100
50	1/115
60	1/125
80	1/150
100	

Sumber : TPGJAK No 038/T/BM/1997

Dari batas landai relatif maksimum dapat ditentukan panjang lengkung peralihan minimum yang dibutuhkan.

Menurut Bina Marga :

$$\text{Landai relative } \frac{1}{m} = \frac{h}{L_s}$$

$$m \geq m_{maks} \text{ (grafik III)}$$

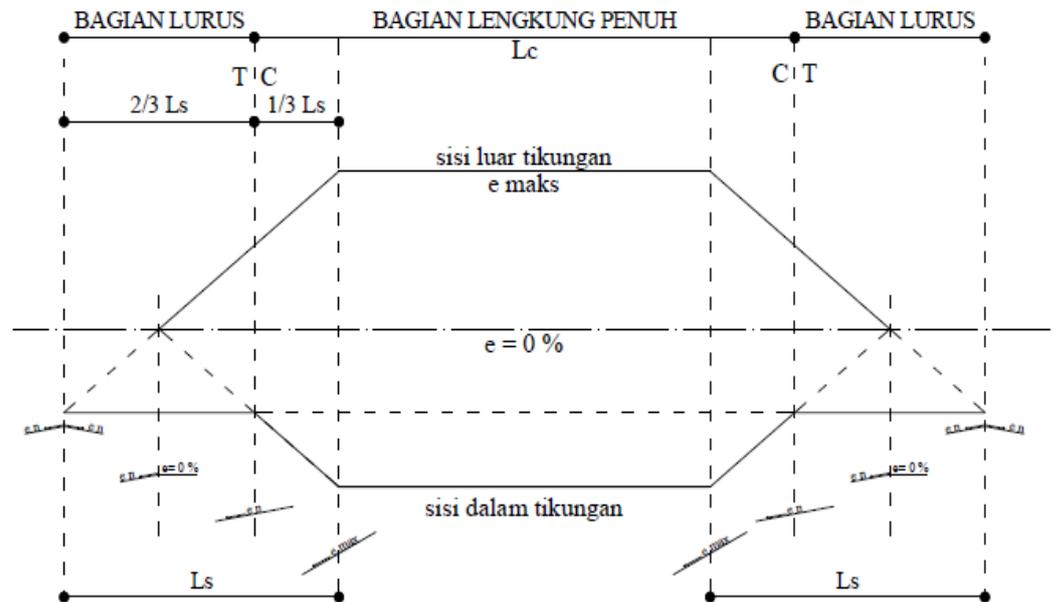
$$\frac{(e+e_n)B}{L_s} \leq \frac{1}{m_{maks}}$$

$$L_s \geq (e + e_n)B \cdot m_{maks}$$

#### f. Diagram superelevasi

Super elevasi adalah kemiringan melintang jalan pada daerah tikungan. Untuk bagian jalan lurus, jalan mempunyai kemiringan melintang yang biasa disebut lereng normal atau *Normal Trawn* 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 (-).

Sedangkan yang dimaksud diagram superelevasi adalah suatu cara untuk menggambarkan pencapaian super elevasi dan lereng normal ke kemiringan melintang (Super Elevasi).

1) Diagram superelevasi pada *Full – Circle*

Sumber : Tata Cara Perencanaan Geometrik Jalan Antar Kota, 1997

**Gambar 2. 7**

Diagram superelevasi pada F – C

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

$$L_s = \frac{W}{2} \times m \times e_n + e_d$$

Keterangan:  $L_s$  = Lengkung peralihan.

$W$  = Lebar perkerasan.  $m$  = Jarak pandang.

$e_n$  = Kemiringan normal.

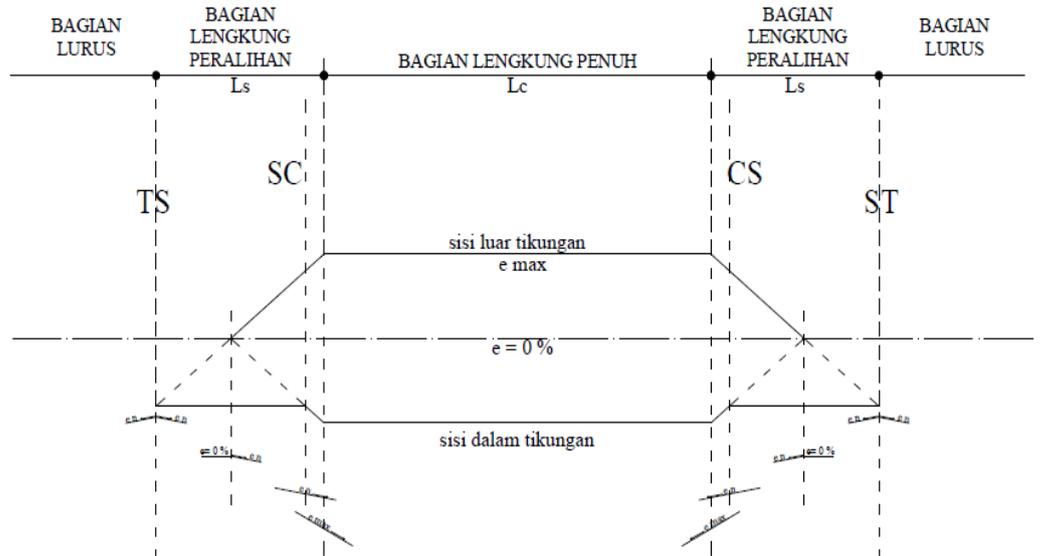
$e_d$  = Kemiringan maksimum

Kemiringan lengkung di role, pada daerah tangen tidak mengalami kemiringan

- Jarak  $\frac{TC}{CT}$  kemiringan  $\frac{maks}{min} = \frac{2}{3L_s}$

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

2) Diagram superelevasi pada *Spiral – Circle – Spiral*

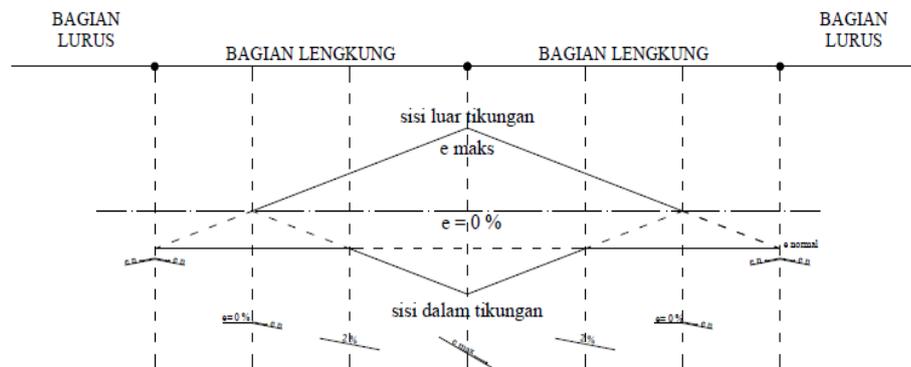


Sumber : Tata Cara Perencanaan Geometrik Jalan Antar Kota, 1997

**Gambar 2. 8**

Diagram superelevasi pada S – C – S

3) Diagram superelevasi pada *Spiral – Spiral*



Sumber : Tata Cara Perencanaan Geometrik Jalan Antar Kota, 1997

**Gambar 2. 9**

Diagram Superelevasi pada S – S

g. Pelebaran di tikungan

Pelebaran perkerasan dilakukan pada tikungan-tikungan yang tajam, agar kendaraan tetap dapat mempertahankan lintasannya pada jalur yang telah disediakan.

Kendaraan yang bergerak dari jalan harus menuju ke tikungan sering kali tidak dapat mempertahankan lintasannya pada jalan yang disediakan, hal ini disebabkan:

- 1) Pada waktu membelok yang diberi belokan pertama kali adalah roda depan, sehingga lintasan roda belakang akan keluar lajur (*off tracking*).
- 2) Sejak lintasan kendaraan tidak lagi berimpit, karena bumper depan dan belakang kendaraan akan mempunyai lintasan yang berbeda dengan lintasan roda depan atau belakang kendaraan.
- 3) Pengemudi akan mengalami kesukaran dalam mempertahankan lintasannya pada lajur jalannya terutama pada tikungan-tikungan tajam dan pada kecepatan tinggi. Untuk menghindari hal diatas maka pada tikungan- tikungan tajam perlu perkerasan jalan dipertebal pada tikungan.

Pelebaran perkerasan ini merupakan faktor dari:

- Jari-jari tikungan
- Kecepatan kendaraan
- Jenis dan ukuran kendaraan rencana (*truck*)

Rumus yang digunakan: Lebar perkerasan pada tikungan

$$B = n (b' + c) + (n - 1) Td + Z$$

B = lebar perkerasan pada tikungan (m)

n = Jumlah lajur lalu lintas

b' = lebar lintasan truck pada tikungan (*off tracking*)

c = kebebasan samping (0,8 m)

Td = lebar tambahan pengaruh dari tonjolan depan kendaraan

Z = lebar tambahan akibat kesukaran pengemudi

Lebar tambahan perkerasan untuk mengimbangi *off tracking*

$$b' = b + R - \sqrt{R^2 + P^2}$$

dimana:

$b$  = lebar kendaraan (2,5 m)  $R$  = jari-jari tikungan (... m)

$P$  = jarak antara garden kendaraan (6,5 m)

Lebar tambahan akibat tonjolan depan kendaraan

$$Td = \sqrt{R^2 + A(2P + A)} - R$$

Dimana:

$A$  = panjang bagian depan kendaraan diukur dari as depan (1,5 m)

Untuk mengimbangi gesekan yang timbul perlu pelebaran perkerasan pada tikungan (kesukaran pengemudi)

$$Z = 0,105 \frac{V}{\sqrt{R}}$$

dimana:

$V$  = kecepatan rencana

$R$  = jari-jari tikungan

#### h. Tikungan gabungan

Ada dua macam tikungan gabungan, sebagai berikut:

- 1) tikungan gabungan searah, yaitu gabungan dua atau lebih tikungan dengan arah putaran yang sama tetapi dengan jari jari yang berbeda
- 2) tikungan gabungan balik arah, yaitu gabungan dua tikungan dengan arah putaran yang berbeda

Penggunaan tikungan gabungan tergantung perbandingan  $R_1$  dan  $R_2$ :

$\frac{R_1}{R_2} > \frac{2}{3}$  tikungan gabungan searah harus dihindarkan

$\frac{R_1}{R_2} > \frac{2}{3}$  Tikungan gabungan harus dilengkapi bagian lurus

sepanjang tidak kurang dari 20m

Setiap tikungan gabungan balik arah harus dilengkapi dengan bagian lurus di antara kedua tikungan tersebut sepanjang paling tidak 30 m.

#### i. Stasioning

Stasioning adalah dimulai dari awal proyek dengan nomor station angka sebelah kiri tanda (+) menunjukkan (meter). Angka stasioning bergerak ke kanan dari titik awal proyek menuju titik akhir proyek. Stasioning mempunyai kode 0+000. Angka sebelah kiri tanda positif (+) menunjukkan kilometer berawal dari angka kecil terus membesar dan angka sebelah kanan tanda negative (-) menunjukkan perubahan tiap 100 meter.

### 2.2.5 Alinyemen vertikal

Alinyemen vertikal adalah perpotongan antara bidang vertikal dengan sumbu jalan yang terdiri atas bagian landai vertikal dan bagian lengkung vertikal. Profil ini menggambarkan tinggi rendahnya jalan terhadap muka tanah asli sehingga memberikan gambaran terhadap kemampuan kendaraan dalam keadaan dalam keadaan naik dan bermuatan penuh.

Di dalam perencanaan alinyemen vertikal diusahakan agar mendekati permukaan tanah asli yang secara teknis baik berfungsi sebagai tanah dasar, untuk mengurangi perkerasan tanah. Agar tidak terjadi kesulitan dalam masalah pengaliran air drainase permukaan jalan, sedapat mungkin diusahakan agar permukaan jalan berada di atas permukaan tanah asli.

Kalau pada alinyemen horizontal bagian yang kritis adalah pada tikungan maka pada alinyemen vertikal bagian kritis justru pada bagian yang lurus. Kemampuan pendakian dari kendaraan truk dipengaruhi oleh panjang pendakian (panjang kritis landai) dan juga besarnya landai. Beberapa faktor yg perlu dipertimbangkan dalam perencanaan alinyemen vertikal yaitu :

- Kelandaian
- Panjang landai kritis
- Lengkung vertikal

Pada daerah yang sering banjir sebaiknya penampang memanjang jalan di

atas elevasi muka banjir. Maka dalam perencanaan alinyemen vertikal harus diperhatikan keadaan tanah dasar, topografi, persyaratan jalan sesuai fungsi serta klasifikasinya, permukaan genangan air, permukaan air tanah dan kelandaian jalan yang masih memungkinkan (Tata Cara Perencanaan Geometrik Jalan Antar Kota, 1997).

a. Kelandaian

Suatu besaran yang menunjukkan besarnya kenaikan atau penurunan vertikal dalam suatu jarak horizontal mendatar disebut sebagai landai jalan dan dinyatakan dalam persen (%). Kelandaian jalan akan sangat berpengaruh pada kecepatan kendaraan dan penggunaan perseneling untuk dapat melewati suatu tanjakan.

**Tabel 2.19**

Kelandaian maksimum yang diizinkan

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

Sumber : Tata Cara Perencanaan Geometrik Jalan Antar Kota, Ditjen Bina Marga 1997.

Kelandaian maksimum dimaksudkan untuk memungkinkan kendaraan bergerak terus tanpa kehilangan kecepatan henti. Landai maksimum hanya digunakan bila pertimbangan biaya yang sangat memaksa dan hanya untuk jarak pendek

b. Panjang landai kritis

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

**Tabel 2.20**  
Panjang landai kritis

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

Sumber : Tata Cara Perencanaan Geometrik Jalan Antar Kota, Ditjen Bina Marga 1997.

### c. Lengkung vertikal

Lengkung vertikal harus disediakan pada setiap lokasi yang mengalami perubahan kelandaian dengan tujuan :

- 1) mengurangi goncangan akibat perubahan kelandaian; dan
- 2) menyediakan jarak pandang henti.

Lengkung vertikal dalam tata cara ini ditetapkan berbentuk parabola sederhana, yaitu :

- 1) jika jarak pandang henti lebih kecil dari panjang lengkung vertikal cembung, panjangnya ditetapkan dengan rumus:

$$L = \frac{As^2}{405}$$

- 2) jika jarak pandang henti lebih besar dari panjang lengkung vertikal cekung, panjangnya ditetapkan dengan rumus:

$$L = As - \frac{405}{A}$$

Panjang minimum lengkung vertikal ditentukan dengan rumus:

$$L = A \cdot Y$$

$$L = \frac{S^2}{405}$$

di mana :

$L$  = Panjang lengkung vertikal (m),  $A$  = Perbedaan grade (m),

$J_h$  = Jarak pandangan henti (m),

$Y$  = Faktor penampilan kenyamanan, didasarkan pada tinggi obyek 10 cm dan tinggi mata 120 cm.

$Y$  dipengaruhi oleh jarak pandang di malam hari, kenyamanan, dan

penampilan.  $Y$  ditentukan sesuai Tabel 2.21.

**Tabel 2.21**

Penentuan Faktor penampilan kenyamanan,  $Y$

Kecepatan Rencana (km/ jam)	Faktor penampilan kenyamanan, $Y$
< 40	1,5
40 – 60	3

Sumber : *Tata Cara Perencanaan Geometrik Jalan Antar Kota, Ditjen Bina Marga 1997.*

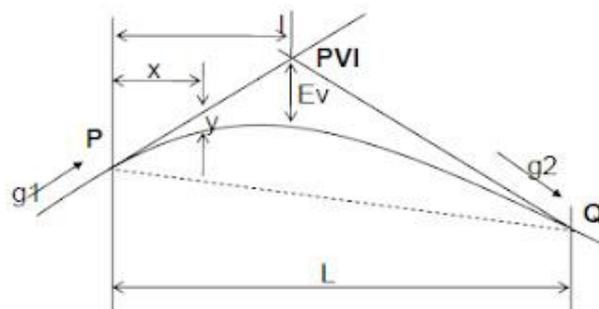
Panjang lengkung vertikal bisa ditentukan langsung sesuai Tabel 2.22 yang didasarkan pada penampilan, kenyamanan, dan jarak pandang.

**Tabel 2.22**

Panjang Minimum Lengkung Vertikal

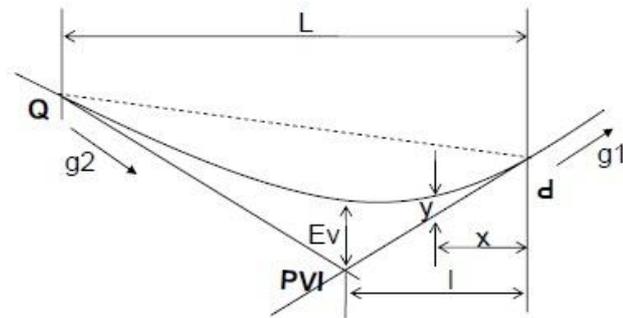
Kecepatan Rencana (km/jam)	Perbedaan kelandaian memanjang (%)	Panjang lengkung (m)
< 40	1	20 – 30
40 – 60	0.6	40 – 80

Sumber : *Tata Cara Perencanaan Geometrik Jalan Antar Kota, Ditjen Bina Marga 1997.*



**Gambar 2.10**

Lengkung vertikal cembung



**Gambar 2.11**

Lengkung vertikal cekung

### 2.2.5 Koordinasi alinyemen

Alinemen vertikal, alinemen horizontal, dan potongan melintang jalan adalah elemen elemen jalan sebagai keluaran perencanaan harus dikoordinasikan sedemikian sehingga menghasilkan suatu bentuk jalan yang baik dalam arti memudahkan pengemudi mengemudikan kendaraannya dengan aman dan nyaman. Bentuk kesatuan ketiga elemen jalan tersebut diharapkan dapat memberikan kesan atau petunjuk kepada pengemudi akan bentuk jalan yang akan dilalui di depannya sehingga pengemudi dapat melakukan antisipasi lebih awal.

Koordinasi alinemen vertikal dan alinemen horizontal harus memenuhi ketentuan sebagai berikut:

- a) alinemen horizontal sebaiknya berimpit dengan alinemen vertikal, dan secara ideal alinemen horizontal lebih panjang sedikit melingkupi alinemen vertikal;
- b) tikungan yang tajam pada bagian bawah lengkung vertikal cekung atau pada bagian atas lengkung vertikal cembung harus dihindarkan;
- c) lengkung vertikal cekung pada kelandaian jalan yang lurus dan panjang harus dihindarkan;
- d) dua atau lebih lengkung vertikal dalam satu lengkung horizontal harus dihindarkan; dan
- e) tikungan yang tajam di antara 2 bagian jalan yang lurus dan panjang harus dihindarkan.

## **2.3 Perencanaan Tebal Perkerasan**

Dalam merencanakan tebal perkerasan jalan, harus melihat jenis-jenis tanah dan harus menghitung data-data apa saja yang dibutuhkan. Perencana harus melihat pedoman-pedoman yang ditentukan oleh Bina Marga.

### **2.3.1 Dasar-dasar perencanaan perkerasan**

Tanah saja biasanya tidak cukup kuat dan tahan tanpa adanya deformasi yang berarti terhadap beban berulang roda kendaraan. Untuk itu perlu lapisan tambahan yang terletak antara tanah dan roda atau lapisan paling atas dari badan jalan. Lapisan tambahan ini dibuat dari bahan khusus yang terpilih, selanjutnya disebut lapis keras/ perkerasan.

Lapis perkerasan jalan adalah suatu struktur konstruksi yang terdiri dari lapisan-lapisan yang diletakkan diatas tanah dasar yang telah dipadatkan. Lapisan-lapisan tersebut berfungsi untuk menerima beban lalu lintas yang berada diatasnya dan menyebar kelapisan dibawahnya. Beban lalu lintas yang bekerja diatas konstruksi meliputi:

- a. Beban/ gaya vertikal (berat kendaraan dan berat muatannya)
- b. Beban/ gaya horizontal (gaya rem maupun konstruksi kendaraan)
- b. Getaran-getaran roda kendaraan

Pelaksanaan perkerasan suatu jalan sudah dapat dilaksanakan jika kondisi dari geometrik jalan yang bersangkutan sera analisa perencanaan perkerasan pada suatu jalan yang akan direncanakan sesuai dengan standar perencanaan yang telah ditetapkan oleh Bina Marga.

### **2.3.2 Jenis konstruksi perkerasan**

Berdasarkan bahan pengikatnya, konstruksi perkerasan jalan dapat dibedakan atas (Silvia Sukiman, 1994):

- a. Perkerasan lentur (*flexible pavement*)

Perkerasan lentur adalah perkerasan yang menggunakan aspal sebagai bahan pengikat. Lapisan-lapisan perkerasannya bersifat memikul dan menyebarkan beban lalu lintas ke tanah dasar yang telah dipadatkan.

b. Perkerasan kaku (*rigid pavement*)

Perkerasan yang menggunakan bahan ikat semen portland, pelat beton dengan atau tanpa tulangan diletakkan di atas tanah dasar dengan atau tanpa pondasi bawah. Beban lalulintas sebagian besar dipikul oleh pelat beton.

c. Perkerasan komposit (*composite pavement*)

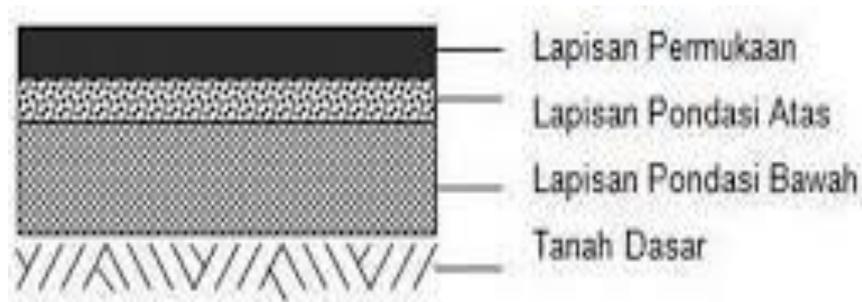
Yaitu perkerasan kaku dengan pelat beton semen sebagai lapis pondasi dan aspal beton sebagai lapis permukaan. Perkerasan kaku ini sering digunakan sebagai *runway* lapangan terbang.

### 2.3.3 Susunan lapisan perkerasan lentur

Konstruksi jalan terdiri dari tanah dan perkerasan jalan. Penempatan besaran rencana tanah dasar dan material- material yang akan menjadi bagian dari konstruksi perkerasan, harus didasarkan atas penilaian hasil survey dan penyelidikan laboratorium oleh seorang ahli.

Bagian perkerasan jalan umumnya meliputi :

- Lapis pondasi bawah ( *sub base* )
- Lapis Pondasi ( *base* )
- Lapis permukaan ( *surface course* )



Sumber : Pedoman Penentuan Tebal Perkerasan, Dept. PU

**Gambar 2. 12**

Bagian- bagian perkerasan jalan

a. Lapisan tanah dasar

Tanah dasar adalah permukaan tanah semula atau permukaan tanah galian atau permukaan tanah timbunan yang dipadatkan dan

merupakan permukaan dasar untuk perletakan bagian-bagian perkerasan lainnya. Kekuatan dan keawetan konstruksi perkerasan jalan tergantung dari sifat- sifat daya dukung tanah dasar.

Persoalan yang menyangkut tanah dasar adalah

1. perubahan bentuk tetap (deformasi permanen) dan macam tanah tertentu akibat beban lalu lintas
2. Sifat kembang susut dari tanah tertentu akibat perubahan kadar air.
3. Daya dukung tanah yang tidak merata, sukar ditentukan secara pasti ragam tanah yang sangat berbeda sifat dan kelembabannya.
4. Lendutan atau lendutan balik.

b. Lapis pondasi bawah (*subbase course*)

Lapis perkerasan yang terletak antara lapis pondasi atas dengan tanah dasar. Fungsi lapis pondasi bawah adalah Menyebarkan beban roda ke tanah dasar.

Efisiensi penggunaan material. Materi pondasi bawah lebih murah daripada lapisan di atasnya. Lapis peresapan agar air tanah tidak berkumpul di pondasi. Lapisan partikel-partikel halus dan tanah dasar naik ke lapisan pondasi atas. Bahannya dan bermacam-macam bahan setempat (CB R >20 %, PI < 10%) yang relative jauh lebih baik dengan tanah dasar dapat digunakan sebagai bahan pondasi bawah.

Campuran-campuran tanah setempat dengan kapur atau semen potrlan dalam beberapa hal sangat dianjurkan agar didapat bantuan yang efektif terhadap kestabilan konstruksi perkerasan.

c. Lapis pondasi (*base course*)

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

Fungsi lapis pondasi adalah:

1. Bagian perkerasan yang menahan gaya lintang dan beban roda dan menyebarkan beban ke lapisan dibawahnya

2. Lapisan pereseapan untuk lapisan pondasi bawah.
3. Bantalan terhadap lapisan permukaan.

Bahan untuk lapis pondasi 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 teknis. Berbagai-bagai bahan alam/bahan setempat (CBR >50, %, PI < 4 %) dapat digunakan sebagai bahan lapisan pondasi atas, antara lain bathtmerah, kerikil, dan stabilisasi tanah dengan semen atau kapur.

#### d. Lapis permukaan (*surface*)

Lapisan permukaan adalah bagian perkerasan jalan yang paling atas. Lapisan tersebut berfungsi sebagai berikut:

1. Lapis perkerasan penahan beban roda, yang mempunyai stabilitas tinggi untuk menahan roda selama pelayanan
2. Lapisan kedap air.  
Air hujan yang jatuh di atasnya tidak meresap ke lapisan bawahnya dan melemahkan lapisan-lapisan tersebut.
3. Lapisan aus  
Lapisan ulang yang langsung menderita gesekan akibat roda kendaraan.
4. Lapis-lapis yang menyebabkan beban ke lapisan dibawahnya sehingga dapat dipukul oleh lapisan lain dengan daya dukung yang lebih jelek.

Lapis permukaan berdasarkan fungsinya:

1. Lapis non struktural, sebagai lapis aus dan kedap air.
2. Lapis struktural, sebagai lapis yang menahan dan menyebarkan beban roda.

Bahan-bahannya terdiri dari batu pecah, kerikil, dan stabilisasi tanah dengan semen atau kapur. Penggunaan bahan aspal diperlukan agar lapisan dapat bersifat kedap air dan memberikan bantuan tegangan tarik yang berarti

mempertinggi daya dukung lapisan terhadap beban roda lalu lintas. Pemilihan bahan lapis permukaan perlu dipertimbangkan kegunaan, umur rencana, serta pentahapankonstruksi agar dicapai manfaat yang sebesar-besarnya dan biaya yang dikeluarkan. (Silvia Sukirman, 1994)

#### 2.3.4 Penentuan besaran rencana perkerasan

Penentuan tebal perkerasan jalan merupakan dasar dalam menentukan tebal perkerasan yang dibutuhkan suatu jalan raya. Interpretasi, evaluasi dan kesimpulan yang akan dikembangkan harus juga diperhitungkan secara ekonomis sesuai dengan kondisi setempat.

Hal-hal pokok yang perlu diperhatikan dalam menentukan perkerasan adalah:

- a. Jumlah lajur dan koefisien distribusi kendaraan (c)

Jalur rencana merupakan salah satu jalur lalu lintas dari suatu ruas jalan raya, yang menampung lalu lintas terbesar. Jika jalan tidak memiliki tanda batas jalur, maka jumlah jalur di tentukan dari lebar perkerasan menurut tabel 2.23 dibawah ini.

**Tabel 2.23**

Jumlah Jalur Berdasarkan Lebar Perkerasan

Lebar Perkerasan (L)	Jumlah Jalur (n)
$L < 5,50 \text{ m}$	1 Jalur
$5,50 \text{ m} \leq L < 8,25 \text{ m}$	2 Jalur
$8,25 \text{ m} \leq L < 11,25 \text{ m}$	3 Jalur
$11,25 \text{ m} \leq L < 15,00 \text{ m}$	4 Jalur

(Sumber : SKB I-2.3.26, 1987)

Koefisien distribusi kendaraan (C) untuk kendaraan ringan dan berat yang lewat pada jalur rencana ditentukan menurut tabel 2.24 dibawah ini :

**Tabel 2.24**

Koefisien Distribusi ke Lajur Rencana

Jumlah Jalur	Kendaraan Ringan		Kendaraan Berat	
	1 arah	2 arah	3 arah	4 arah
1 Jalur	1,00	1,00	1,00	1,00
2 Jalur	0,60	0,50	0,70	0,50
3 Jalur	0,40	0,40	0,50	0,475
4 Jalur	-	0,30	-	0,45

(Sumber : SKB I-2.3.26,1987)

Berat total &lt; 5 ton, misalnya : Mobil penumpang, pick up

Berat total  $\geq$  5 ton, misalnya : bus, truk, traktor, semi trailer, trailer.

## b. Angka ekivalen (E) beban sumbu terberat

Berat kendaraan dilimpahkan keperkerasan jalan melalui roda kendaraan yang terletak diujung-ujung sumbu kendaraan. Setiap jenis kendaraan mempunyai konfigurasi sumbu yang berbeda-beda. Sumbu depan merupakan sumbu tunggal roda tunggal, sumbu belakang dapat merupakan sumbu tunggal ataupun ganda. Beban masing-masing sumbu dipengaruhi oleh titik berat kendaraan bervariasi sesuai dengan muatan dari kendaraan tersebut.

Angka ekivalen kendaraan dapat dihitung sebagai berikut:

Angka ekivalen sumbu tunggal

$$= \left( \frac{\text{Beban Sumbu Tunggal (kg)}}{8160} \right)^4$$

Angka ekivalen sumbu tunggal

$$= 0,086 \left( \frac{\text{Beban Sumbu Tunggal (kg)}}{8160} \right)^4$$

**Tabel 2.25**

## Angka Ekuivalen Beban Sumbu Kendaraan

Beban Kendaraan		Angka Ekuivalen	
Kg	Lb	Sumbu Tunggal	Sumbu Ganda
1000	2205	0,0002	-
2000	4409	0,0036	0,0003
3000	6614	0,0183	0,0016
4000	8818	0,0527	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
9000	18000	1,0000	0,0860
10000	19841	1,4798	0,1273
11000	22046	2,2555	0,1940
12000	24251	3,3022	0,1840
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 : SKB I-2.3.26, 1987)

c. Faktor pertumbuhan lalu lintas

Jumlah kendaraan yang hendak memakai jalan dinyatakan dalam volume lalu lintas. Volume lalu lintas didefinisikan sebagai jumlah kendaraan yang melewati satu titik pengamatan selama satu satuan. Untuk perencanaan tebal lapis perkerasan, volume lalu lintas dinyatakan dalam kendaraan/ hari/ 1 arah untuk jalan satu arah atau dua arah terpisah. Data-data lalu lintas dapat diperoleh dari pos-pos rutin yang ada disekitar lokasi. Dari pos-pos rutin tersebut untuk kebutuhan perencanaan tebal lapis perencanaan tebal lapis dapat diperoleh data- data sebagai berikut:

- LHR rata-rata

- Distribusi arah untuk 2 jalur tanpa median
- Komposisi alat lalu lintas terhadap berbagai kelompok jenis kendaraan

d. Lintasan ekivalen

Kerusakan perkerasan jalan pada umumnya disebabkan oleh terkumpulnya air dibagian perkerasan jalan dan arena repetisi dari lintasan kendaraan. Oleh karena itu perlulah ditentukan berapa jumlah repetisi beban yang akan memakai jalan tersebut. Repetisi beban dinyatakan dalam lintasan sumbu standar, dikenal dengan nama lintasan ekivalen.

Lintasan ekivalen dapat dibedakan atas:

- 1) Lintasan Ekivalen Permulaan (LEP), dihitung dengan rumus

$$LEP = \sum_{Mobil\ penumpang}^{Trailer} LHRC.F$$

- 2) Lintasan Ekivalen Akhir (LEA) dihitung dengan rumus

$$LEA = \sum_{Mobil\ penumpang}^{Trailer} LHR(11)^{UR}C.F.$$

- 3) Lintasan Ekivalen Tengah (LET), dihitung dengan rumus:

$$LET = \frac{1}{2(LEP+LEA)}$$

- 4) Lintasan Ekivalen Rencana (LER), dihitung dengan rumus:

$$LER = (LET \times FP)$$

$$FP = \frac{UR}{10}$$

e. Daya dukung tanah (DDT) dan CBR

Daya dukung tanah ditetapkan berdasarkan grafik kolerasi. Daya dukung tanah dasar diperoleh dari nilai CBR atau *California Bearing Ratio*. Dari nilai CBR yang merupakan nilai CBR rata-rata untuk suatu jalur tertentu.

f. Faktor regional

Faktor regional (FR) adalah faktor koreksi sehubungan dengan adanya perbedaan kondisi dengan percobaan AASHTO *Road Test* dan sesuaikan dengan iklim di Indonesia. Faktor regional ini dipengaruhi oleh bentuk alinyemen, persentase berat dan iklim berdasarkan tabel 2.26 dibawah ini:

**Tabel 2.26**  
Faktor Regional (FR)

	Kelandaian I ( < 6 % )		Kelandaian II ( 6 – 10 % )		Kelandaian III ( > 10 % )	
	% Kendaraan Berat		% Kendaraan Berat		% Kendaraan Berat	
	≤ 30 %	> 30 %	≤ 30 %	> 30 %	≤ 30 %	> 30 %
Iklm I < 900 mm/th	0,5	1,0 – 1,5	1,0	1,5 – 2,0	1,5	2,0 – 2,5
Iklm II > 900 mm/th	1,5	2,0 – 2,5	2,0	2,5 – 3,0	2,5	3,0 – 3,5

(Sumber: SKB I-2.3.26, 1987)

Catatan: Pada bagian-bagian jalan tertentu, seperti persimpangan, pemberhentian atau tikungan tajam (jari-jari 30m) FR ditambah dengan 0,5. Pada daerah rawa-rawa FR ditambah dengan 1,0.

g. Indeks permukaan

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 seperti yang tersebut di bawah ini:

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

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

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

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

## 1) Indeks permukaan awal

Dalam menentukan indeks permukaan awal umur rencana (IPo) perlu diperhatikan jenis lapis permukaan jalan (kerataan/kehalusan serta kekokohan) pada awal umur rencana, menurut tabel 2.27 dibawah ini:

**Tabel 2.27**

Indeks Permukaan Pada Awal Umur Rencana (IPo)

Jenis Lapis Perkerasan	IPo	Roughness (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	$\leq 2000$
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 : SKB I-2.3.26, 1987)

## 2) Indeks permukaan akhir

Dalam menentukan Indeks Permukaan (IP) pada akhir umur rencana, perlu dipertimbangkan factor-faktor klasifikasi fungsional jalan dan jumlah lintas ekivalen rencana (LER), menurut tabel 2.28 dibawah ini:

**Tabel 2.28**

Indeks Permukaan Pada Akhir Umur Rencana (IP)

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: SKB I-2.3.26, 1987)

#### h. Koefisien kekuatan relatif (a)

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

**Tabel 2.29**

Koefisien kekuatan relatif (a)

Koefisien Kekuatan Relatif			Kekuatan Bahan			Jenis Bahan
a1	a2	a3	MS (kg)	Kt(kg/cm)	CBR %	
0,40	-	-	744	-	-	LASTON
0,35	-	-	590	-	-	
0,32	-	-	454	-	-	
0,30	-	-	340	-	-	
0,35	-	-	744	-	-	LASBUTAG
0,32	-	-	590	-	-	
0,28	-	-	454	-	-	
0,26	-	-	340	-	-	
0,30	-	-	340	-	-	HRA MACADAM LAPEN (MEKANIS) LAPEN (MANUAL)
0,26	-	-	340	-	-	
0,25	-	-	-	-	-	
0,20	-	-	-	-	-	
-	0,28	-	590	-	-	LASTON ATAS
-	0,26	-	454	-	-	
-	0,24	-	340	-	-	
-	0,23	-	-	-	-	LAPEN (MEKANIS) LAPEN (MANUAL)
-	0,19	-	-	-	-	
-	0,15	-	-	-	-	Stab tanah dengan semen
-	0,13	-	-	-	-	
-	0,15	-	-	22	-	Stab dengan kapur
-	0,13	-	-	18	-	
-	0,14	-	-	-	100	Batu pecah (Kelas A)
-	0,13	-	-	-	80	Batu pecah (Kelas B)
-	0,12	-	-	-	60	Batu pecah (Kelas C)
-	-	0,13	-	-	70	Sirtu/pitrun (Kelas A)
-	-	0,12	-	-	50	Sirtu/pitrun (Kelas B)
-	-	0,11	-	-	30	Sirtu/pitrun (Kelas C)
-	-	0,10	-	-	20	Tanah Lempung Kepasiran

(Sumber: SKBI- 2.3.26, 1987)

i. Batas-batas minimum tebal perkerasan

Berdasarkan pemakaian jalan maka dalam penentuan dimensi perkerasan mengacu kepada batas-batas yang diizinkan dalam menerima beban sesuai dengan tabel 2.30.

**Tabel 2.30**

Batas Minimum Tebal Lapisan Permukaan

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

(Sumber: SKBI-2.3.26, 1987)

j. Indeks Tebal Perkerasan ( ITP ) dinyatakan dengan rumus :

$$ITP = a_1D_1 + a_2D_2 + a_3D_3$$

$a_1a_2a_3$  = Koefisien kekuatan relatif bahan-bahan perkerasan

$D_1D_2D_3$  = tebal masing-masing perkerasan (cm)

Angka-angka 1,2,3 masing- masing berarti lapis permukaan, lapis pondasi atas, lapis pondasi bawah

**Tabel 2.31**

Batas Minimum Tebal Lapisan Pondasi

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
7,50 – 9,99	10	Laston Atas
	20	Batu pecah, stabilisasi tanah dengan semen, stabilisasi tanah dengan kapur, pondasi macadam
10 – 12,14	15	Laston Atas
	20	Batu pecah, stabilisasi tanah dengan semen, stabilisasi tanah dengan kapur, pondasi macadam, Lapen, Laston atas
≥12,25	25	Batu pecah, stabilisasi tanah dengan semen, stabilisasi tanah dengan kapur, pondasi macadam, Lapen, Laston atas

(Sumber: SKBI-2.3.26, 1987)

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

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

## **2.4 Galian dan Timbunan**

Pada perencanaan jalan raya, diusahakan agar volume galian dan timbunan sama. Dengan mengkombinasikan antara alinyemen vertikal dan horizontal, memungkinkan kita untuk menghitung banyaknya volume galian dan timbunan pada suatu pekerjaan konstruksi jalan raya.

Langkah- langkah dalam menghitung volume galian dan timbunan adalah sebagai berikut :

1. Penentuan station ( jarak patok ), sehingga diperoleh panjang orizontal jalan dari alinyemen horizontal.
2. Menggambarkan profil memanjang yang memperlihatkan perbedaan muka tinggi tanah asli dengan tinggi tanah asli dengan tinggi muka perkerasan yang akan direncanakan.
3. Menggambarkan profil melintang pada setiap titik station sehingga dapat dihitung luas penampang galian dan timbunan.
4. Menghitung volume galian dan timbunan dengan menggunakan cara koordinat. Masukkan koordinat x dan y yang selanjutnya dijumlahkan masing – masing titik. Dari hasil perkalian tersebut untuk mendapatkan luasnya dikalikan  $\frac{1}{2}$  hasil totalnya lalu dikalikan dengan jarak patok untuk mendapatkan volume pekerjaan.

## **2.5 Bangunan Pelengkap**

Untuk memenuhi persyaratan kelancaran lalu lintas dan menghindari kerusakan akibat air yang berdampak pada kenyamanan pemakai jalan, diperlukan adanya bangunan pelengkap jalan.

### **2.5.1 Drainase**

Drainase digunakan sebagai bangunan pelengkap jalan untuk mengalirkan

air pada permukaan jalan secepat mungkin agar lalu lintas tetap lancar. Ada dua jenis drainase yaitu:

a. Drainase permukaan

Drainase permukaan berfungsi mengalirkan air hujan yang ada dipermukaan agar tidak menghambat arus lalu lintas di jalan tersebut dan juga mencegah air agar tidak merusak lapisan perkerasan jalan.

Menurut fungsinya drainase permukaan dibedakan menjadi:

1) Saluran samping

Saluran samping adalah saluran yang berada di sisi jalan yang dapat langsung menampung air dari badan jalan dan mengalirkannya keluar dari badan jalan.

2) Saluran pembuang

Saluran pembuang berfungsi untuk mengalirkan air dari saluran samping ke tempat pembuang yang lebih rendah seperti sungai, rawa atau kolam.

3. Saluran penangkap

Saluran penangkap berfungsi untuk mengalirkan air permukaan dari daerah yang lebih tinggi, sebelum air mencapai badan jalan.

4. Gorong-gorong

Gorong-gorong adalah saluran melintang dan memotong badan jalan yang berada di bawah permukaan jalan yang berfungsi untuk mengalirkan air dari sisi jalan ke sisi jalan lainnya.

5. Drainase bawah

Drainase bawah harus dikerjakan terlebih dahulu sebelum pekerjaan badan jalan karna letaknya ada di bawah permukaan jalan yang biasa berfungsi sebagai penunjang utama dalam mengalirkan air.

### **2.5.2 Jembatan**

Jembatan adalah bangunan yang dibuat untuk memenuhi persyaratan kelancaran lalu lintas perhubungan dan kegunaannya adalah sebagai penyambung

badan jalan yang terputus karena adanya aliran sungai yang melintas badan jalan.

Pada jembatan, diperbedakan bangunan bawah ialah bagian-bagian yang menjadi penumpang dan dasar dari bangunan atas yaitu: kepala jembatan, tiang-tiang dan pemikul-pemikul jembatan. Beban-beban diteruskan oleh bangunan bawah ketanah bawah. Bangunan atas menerima beban dar lalu lintas, kadang-kadang dengan tambahan banting dan tekanan angin kemudian diteruskan pada bangunan bawah ditambah dengan berat konstruksinya (Ir. J Honing, 1996).

## **2.6 RAB dan Manajemen Proyek**

### **2.6.1 Daftar harga satuan bahan dan upah**

Daftar satuan bahan dan upah adalah harga yang dikeluarkan oleh Dinas Pekerjaan Umum Bina Marga, tempat proyek ini berada karena tidak setiap daerah memiliki standar yang sama. Penggunaan daftar upah ini juga merupakan pedoman untuk menghitung rancangan anggaran biaya pekerjaan dan upah yang dipakai kontraktor. Adapun harga satuan bahan dan upah adalah satuan harga yang termasuk pajak-pajak.

### **2.6.2 Analisa satuan harga pekerjaan**

Yang dimaksud dengan analisa satuan harga adalah perhitungan-perhitungan biaya yang berhubungan dengan pekerjaan-pekerjaan yang ada dalam satu proyek. Guna dari satuan harga ini agar kita dapat mengetahui harga-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. Adapun yang termasuk didalam analisa satuan harga ini adalah :

a. Analisa harga satuan pekerjaan

Analisa harga satuan pekerjaan adalah perhitungan-perhitungan biaya pada setiap pekerjaan yang ada pada suatu proyek. Dalam menghitung analisa satuan pekerjaan, sangatlah erat hubungan dengan daftar harga satuan bahan dan upah.

b. Analisa satuan alat berat

Perhitungan analisa satuan alat berat dilakukan dengan dua pendekatan yaitu:

1. Pendekatan *on the job*, yaitu pendekatan yang dimaksudkan untuk mendapatkan hasil perhitungan produksi berdasarkan data yang diperoleh dari data hasil lapangan dan data ini biasanya didapat dari pengamatan observasi lapangan.
2. Pendekatan *off the job*, yaitu pendekatan yang dipakai untuk memperoleh hasil perhitungan berdasarkan standar yang biasanya ditetapkan oleh pabrik pembuat.

### **2.6.3 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.

### **2.6.4 Perhitungan rencana anggaran biaya**

Rencana anggaran biaya adalah perhitungan banyaknya biaya yang diperlukan untuk bahan dan upah, serta biaya-biaya lain yang berhubungan dengan pelaksanaan bangunan atau proyek tersebut.

Anggaran biaya merupakan harga dari bangunan yang dihitung dengan teliti, cermat dan memenuhi syarat. Anggaran biaya pada bangunan yang sama akan berbeda-beda dimasing-masing daerah, disebabkan karena perbedaan harga bahan dan upah tenaga kerja.

Dalam menyusun anggaran biaya dapat dilakukan dengan 2 cara sebagai berikut :

1. Anggaran biaya kasar (taksiran)

Sebagai pedoman dalam menyusun anggaran biaya kasar digunakan harga satuan tiap meter persegi ( $m^2$ ) luas lantai. Anggaran biaya kasar dipakai sebagai pedoman terhadap anggaran biaya yang dihitung secara teliti.

## 2. Anggaran biaya teliti

Yang dimaksud dengan anggaran biaya teliti, ialah anggaran biaya bangunan atau proyek yang dihitung dengan teliti dan cermat, sesuai dengan ketentuan dan syarat-syarat penyusunan anggaran biaya. Pada anggaran biaya kasar sebagaimana diuraikan terdahulu, harga satuan dihitung berdasarkan harga taksiran setiap luas lantai  $m^2$ . Taksiran tersebut haruslah berdasarkan harga yang wajar, dan tidak terlalu jauh berbeda dengan harga yang dihitung secara teliti.

Sedangkan penyusunan anggaran biaya yang dihitung dengan teliti, didasarkan atau didukung oleh :

### a) Bestek

Gunanya untuk menentukan spesifikasi bahan dan syarat-syarat

### b) Gambar bestek

Gunanya untuk menentukan/menghitung/ besarnya masing-masing volume pekerjaan.

### c) Harga satuan pekerjaan

Didapat dari harga satuan bahan dan harga satuan upah berdasarkan perhitungan analisa BOW.

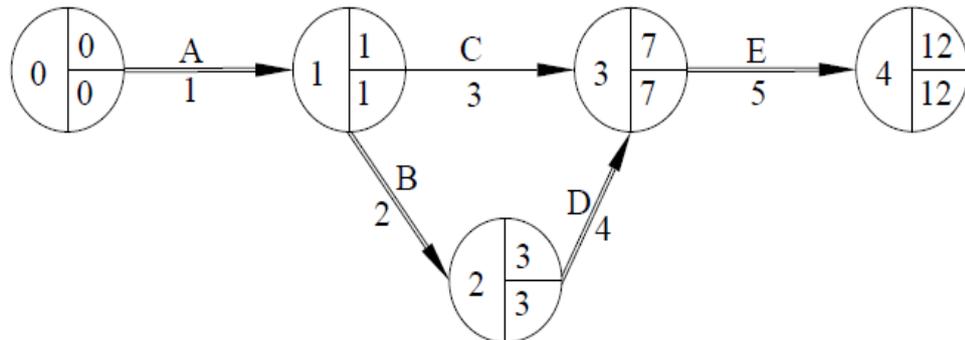
## 2.6.5 Rekapitulasi biaya

Rekapitulasi biaya adalah biaya total yang diperlukan setelah menghitung dan mengalikannya dengan harga satuan yang ada. Dalam rekapitulasi terlampir pokok-pokok pekerjaan beserta biayanya.

## 2.6.6 Manajemen proyek

Untuk menyelesaikan suatu pekerjaan konstruksi suatu perencanaan yang tepat untuk menyelesaikan tiap-tiap pekerjaan yang ada. Di dalam NWP 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 ke tempat lain.



**Gambar 2.13**

Sketsa *Network Planning*

Adapun kegunaan dari NWP ini adalah :

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

Adapun data-data yang diperlukan dalam menyusun NWP adalah :

1. Urutan pekerjaan yang logis.  
Harus disusun pekerjaan apa yang harus diselesaikan terlebih dahulu sebelum pekerjaan lain dimulai, dan pekerjaan apa yang kemudian mengikutinya.
2. Taksiran waktu penyelesaian setiap pekerjaan.  
Biasanya memakai waktu rata-rata berdasarkan pengalaman. Kalau proyek itu baru sama sekali biasanya diberi slack/kelonggaran waktu.
3. Biaya untuk mempercepat pekerjaan  
Ini berguna apabila pekerjaan-pekerjaan yang berhadapan di jalur kritis ingin dipercepat agar seluruh proyek segera selesai, misalnya : biaya-biaya lembur,

biaya menambah tenaga kerja dan sebagainya.

Sebelum menggambar diagram NWP ada beberapa hal yang perlu kita perhatikan, antara lain :

1. Panjang, pendek maupun kemiringan anak panah sama sekali tidak mempunyai arti, dalam pengertian letak pekerjaan, banyaknya *duration* maupun *resources* yang dibutuhkan.
2. Aktifitas-aktifitas apa yang mendahului dan aktifitas-aktifitas apa yang mengikuti.
3. Aktifitas-aktifitas apa yang dapat dilakukan bersama-sama.
4. Aktifitas-aktifitas itu di batasi mulai dan selesai.
5. Waktu, biaya dan *resources* yang dibutuhkan dari aktifitas-aktifitas itu.
6. Kepala anak panah menjadi arah pedoman dari setiap kegiatan.
7. Besar kecilnya lingkaran juga tidak mempunyai arti dalam pengertian penting tidaknya suatu peristiwa.

Simbol-simbol yang digunakan dalam penggambaran NWP :

- $\longrightarrow$  (*Arrow*), bentuk ini merupakan anak panah yang artinya aktifitas atau kegiatan. Ini adalah suatu pekerjaan atau tugas dimana penyelesaiannya membutuhkan jangka waktu tertentu dan *resources* tertentu. Anak panah selalu menghubungkan dua buah *nodes*, arah dari anak-anak panah menunjukkan urutan-urutan waktu.
- $\bigcirc$  (*Node/event*), bentuknya merupakan lingkaran bulat yang artinya saat, peristiwa atau kejadian. Ini adalah permulaan atau akhir dari suatu atau lebih kegiatan-kegiatan.
- $\Longrightarrow$  (*Double arrow*), anak panah sejajar merupakan kegiatan dilintasan kritis (*critical path*).
- $-----\blacktriangleright$  (*Dummy*), bentuknya merupakan anak panah terputus-putus yang artinya kegiatan semu atau aktifitas semu. Yang dimaksud dengan aktifitas semu adalah aktifitas yang tidak menekan waktu. Aktifitas semu hanya boleh dipakai bila tidak ada cara lain untuk

menggambarkan hubungan- hubungan aktifitas yang ada dalam suatu *network*.



**Gambar 2.14**

Simbol kejadian

### 2.6.7 Barchart

Diagram *barchart* mempunyai hubungan yang erat dengan *network planning*. *Barchart* ditunjukkan dengan diagram batang yang dapat menunjukkan lamanya waktu pelaksanaan. Disamping itu juga dapat menunjukkan lamanya pemakaian alat dan bahan-bahan yang diperlukan serta pengaturan hal-hal tersebut tidak saling mengganggu pelaksanaan pekerjaan.

### 2.6.8 Kurva S

Kurva S dibuat berdasarkan bobot setiap pekerjaan dan lama waktu yang diperlukan untuk setiap pekerjaan dari tahap pertama sampai berakhirnya pekerjaan tersebut. Bobot pekerjaan merupakan presentase yang didapat dari perbandingan antara harga pekerjaan dengan harga total keseluruhan dari jumlah harga penawaran.