

## **BAB II**

### **TINJUAN PUSTAKA**

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

##### **2.1.1 Umum**

Perencanaan geometrik jalan dititik beratkan pada perencanaan fisik sehingga memenuhi fungsi dasar dari pada jalan, yaitu memberikan pelayanan yang optimum pada lalu lintas dan sebagai akses dari suatu tempat ke tempat lainnya. Dengan demikian, tujuan dari pada perencanaan geometrik jalan adalah menghasilkan infrastruktur yang aman, efisiensi pelayanan arus lalu lintas, dan memaksimalkan ratio tingkat penggunaan dengan biaya pelaksanaan. ruang, bentuk dan ukuran jalan dikatakan baik jika dapat memberikan rasa aman dan nyaman pada pengguna jalan.

Yang menjadi dasar perencanaan geometrik adlaah sifat gerakan dan ukuran kendaraan, sifat pengemudi dalam mengendalikan gerakan kendaraanya, dan karakteristik lalu lintas.

Elemen dari perencanaan geometrik jalan adalah :

- Alinyemen Horizontal / Trase jalan, terutama dititik beratkan pada perencanaan sumbu jalan.
- Alinyemen vertikal / penambang memanjang jalan.
- Penampang melintang jalan.

#### **2.2 Klasifikasi Jalan**

Klasifikasi jalan merupakan aspek penting yang pertama kali harus di identifikasikan sebelum melakukan perancangn jalan. Karena kriteria desain suatu rencana jalan yan ditentukan dari standar desain ditentukan oleh klasifikasi jalan rencana. Pada prinsipnya klasifikasi jalan dalam standar desain (baik untuk

jalan dalam kota maupun jalan luar kota) didasarkan pada klasifikasi jalan menurut undang-undang dan peraturan pemerintah yang berlaku.

### **2.2.1 Klasifikasi menurut fungsi jalan**

Klasifikasi menurut fungsi jalan berdasarkan Tata Cara Perencanaan Geometrik Antar Kota terbagi atas :

a. Jalan arteri

Merupakan jalan yang melayani angkutan umum dengan ciri-ciri perjalanan jarak jauh, kecepatan rata-rata tinggi, dan jumlah jalan masuk dibatasi secara efisien.

b. Jalan kolektor

Merupakan jalan yang melayani angkutan pengumpul atau pembagi dengan ciri-ciri perjalanan jarak sedang, kecepatan rata-rata sedang, dan jumlah jalan masuk dibatasi.

c. Jalan lokal

Merupakan jalan yang melayani angkutan setempat dengan ciri-ciri perjalanan jarak dekat, kecepatan rata-rata rendah, dan jumlah jalan masuk tidak dibatasi.

d. Jalan Lingkungan

Merupakan jalan yang melayani angkutan lingkungan dengan ciri-ciri memiliki perjalanan jarak yang pendek dan kecepatan yang rendah. Serta jumlah jalan masuk yang dibatasi.

### 2.2.2 Klasifikasi menurut kelas jalan

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

Tabel 2.1 Klasifikasi menurut kelas jalan

No.	Fungsi	Kelas	Muatan Sumbu Terberat MST (ton)
1.	Jalan Arteri	I	>10
		II	10
		IIIA	8
2.	Jalan Kolektor	IIIA	8
		IIIB	

Sumber :TPGJAK, 1997

### 2.2.3 Klasifikasi jalan di Indonesia menurut Peraturan Perencanaan Geometrik

Jalan Raya ( PPGJR, 1970) dapat dikelompokkan berdasarkan kapasitas lalu lintas harian rata-rata (LHR) yang dilayani dalam satuan smp. Klasifikasi jalan berdasarkan lalu lintas harian rata-rata dapat dilihat pada tabel 2.2

Tabel 2.2 Klasifikasi Jalan Berdasarkan LHR

No	Fungsi	Kelas	Lalu Lintas Harian Rata-rata (smp)
1.	Jalan Arteri	I	>20.000
2.	Jalan Kolektor	IIA	6.000 – 20.000
		IIB	1500 – 8000
		IIC	<2000
3.	Jalan Lokal	III	-

Sumber : (pasal 11, PP No. 43/1993).

#### 2.2.4 Klasifikasi menurut medan jalan

Medan jalan diklasifikasikan berdasarkan kondisi sebagian besar kemiringan medan yang diukur tegak lurus garis kontur.

Tabel 2.3 Klasifikasi jalan menurut medan jalan

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

Sumber :TPGJAK, 1997

#### 2.2.5 Kalsifikasi jalan berdasarkan wewenang dan pembinaan jalan

Pada klasifikasi jenis ini, suatu rua jalan dapat dibedakan menjadi beberapa golongan yaitu :

- a. Jalan negara, yaitu : jalan yang menghubungkan ibukota provinsi
- b. Jalan provinsi, yaitu : jalan yang menghubungkan antar kota didalam suatu provinsi
- c. Jalan Kabupaten atau kotamadya, yaitu : jalan yang meliputi lingkungan kabupaten maupun kotamadya
- d. Jalan desa, yaitu : jalan yang ada pada lingkungan suatu desa

Selain jalan negara, yang pendanaanya dibiayai oleh pemerintah pusat, jalan-jalan tersebut juga dibiayai oleh pemerintah daerah setenpat, baik pemerintah daerah tingkat I maupun pemerinyah tingkat II.

### 2.3 Kriteria Perencanaan

Dalam perancangan jalan, bentuk geometrik jalan harus ditetapkan sedemikian rupa sehingga jalan yang dibuat dapat memberikan pelayan yang optimal kepada lalu lintas sesuai fungsinya. Dalam perencanaan geometrik jalan terdapat tiga tujuan utama yaitu :

- a. Memberikan keamanan dan kenyamanan, seperti jarak pandang, ruang yang cukup untuk manuver kendaraan dan koefisien gesek permukaan jalan yang cukup.
- b. Menjamin suatu perancangan ekonomis
- c. Memberikan suatu keseragaman geometrik jalan sehubungan dengan jenis medan (*terrain*)

Berikut adalah parameter yang digunakan dalam perencanaan geometrik jalan raya antar lain :

### 2.3.1 Kendaraan rencana

merupakan kendaraan yang dimensi dan radius putarnya dipakai sebagai acuan dalam perencanaan geometrik. Dilihat dari bentuk, daya dan ukuran dari kendaraan yang mempergunakan jalan, kendaraan rencana dikelompokkan dalam 3 kategori yaitu :

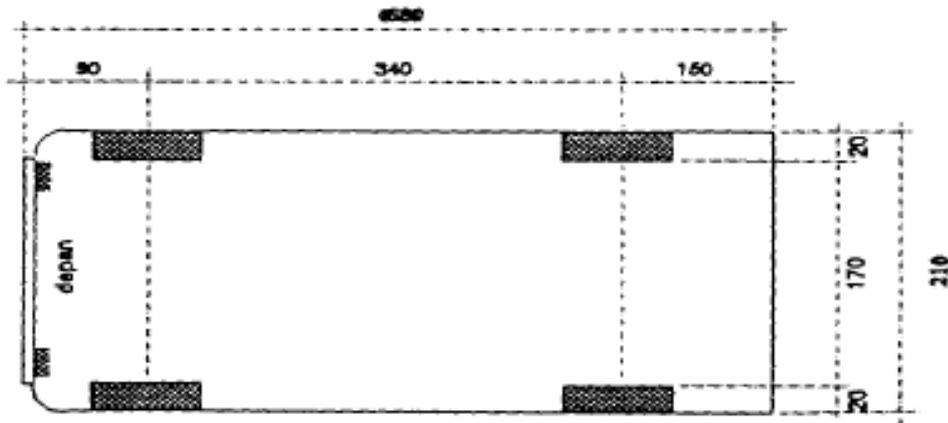
- a. Kendaraan kecil yang diwakili mobil penumpang
- b. Kendaraan sedang yang diwakili oleh truk 3 as tandem atau bus besar 2 as
- c. Kendaraan besar yang diwakili oleh truk-semi-trailer.

Dimensi dasar untuk masing-masing kategori kendaraan rencana ditunjukkan dalam tabel 2.4, dan sketsa dimensi kendaraan rencana dapat dilihat pada gambar 2.1, 2.2, 2.3,

Tabel 2.4 Dimensi kendaraan rencana

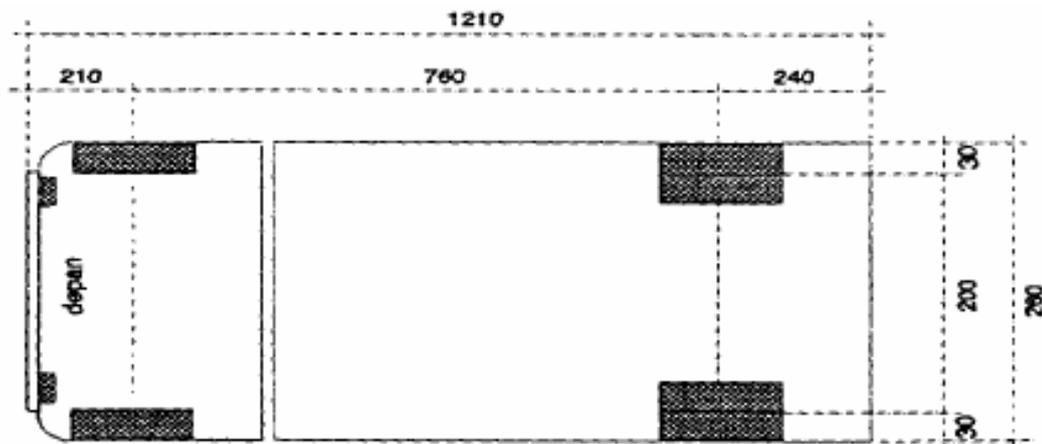
Kategori Kendaraan Rencana	Dimensi Kendaraan (cm)			Tonjolan (cm)		Radius Putar (cm)		Radius Tonjolan (cm)
	Tinggi	Lebar	Panj	Depan	Belakang	Min	Mak	
Kecil	130	210	580	90	150	420	730	780
Sedang	410	260	1210	210	240	740	1280	1410
Besar	410	260	2100	120	90	290	1400	1370

Sumber : TPGJAK, 1997



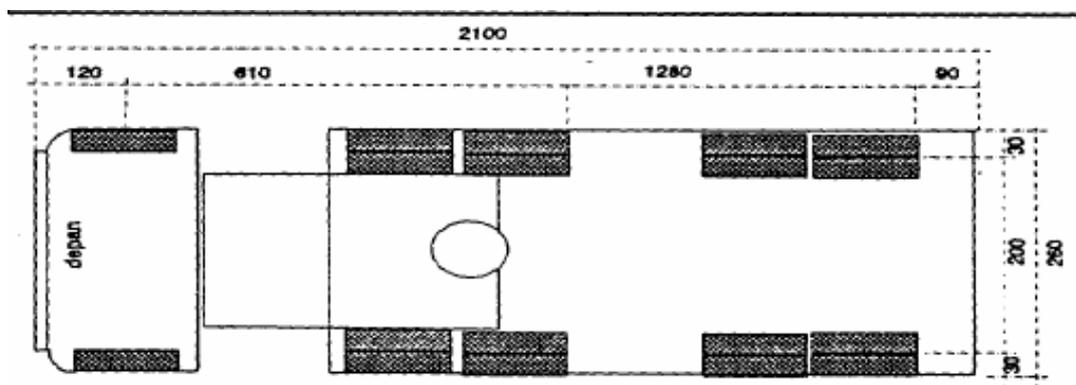
Gambar 2.1 Dimensi Kendaraan Kecil

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



Gambar 2.2 Dimensi Kendaraan sedang

(Sumber: Tata Cara Perencanaan Geometrik Jalan Antar Kota, 2004)



Gambar 2.3 Dimensi Kendaraan besar

(Sumber: TPGJK Kota, 1997)

### 2.3.2 Kecepatan rencana

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

Faktor-faktor yang mempengaruhi kecepatan rencana adalah :

- a. Kondisi pengemudi dan kendaraan yang bersangkutan
- b. Sifat fisik jalan dan keadaan medan disekitarnya
- c. Cuaca
- d. Adanya gangguan dari kendaraan lain
- e. Batasan kecepatan yang diijinkan

Kecepatan rencana inilah yang menjadi dasar perencanaan geometrik (alinyemen). Kecepatan rencana dari masing-masing kendaraan dapat ditetapkan pada tabel 2.7

Tabel 2.5 Kecepatan rencana ( $V_R$ ) Sesuai Klasifikasi Fungsi dan Kelas Jalan

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

Sumber TPGJAK, 1997

### 2.3.3 Satuan Mobil Penumpang (SMP)

Satuan Mobil Penumpang (smp) adalah angka satuan kendaraan dalam hal ini kapasitas jalan, dimana mobil penumpang ditetapkan memiliki satu smp atau satuan arus lalu lintas dimana arus dari berbagai tipe kendaraan telah diubah

menjadi kendaraan ringan termasuk mobil penumpang dengan menggunakan smp (Hendarsin, 2000).

Tabel 2.6 Satuan Mobil Penumpang (smp)

Jenis Kendaraan	Nilai SMP
Sepeda	0,5
Mobil Penumpang/Sepeda Motor	1,0
Truk ringan (< 5 ton)	2,0
Truk ringan (> 5 ton)	2,5
Truk berat (> 10 ton)	3,0
Bus	3,0
Kendaraan Tak Bermotor	7,0

Sumber : TPGJAK, 1997

#### 1) Ekuivalen Mobil Penumpang (EMP)

Faktor konversi sebagai jenis kendaraan dibandingkan dengan mobil penumpang atau kendaraan lainnya sehubungan dengan dampaknya pada perilaku lalu lintas (emp mobil penumpang = 1,0)

Tabel 2.7 Ekuivalen Mobil Penumpang (EMP)

No	Jenis Kendaraan	Datar/Bukit	Gunung
1.	Sedan, Jeep Station wagon	1,0	1,0
2.	Pick up, Bus kecil, Truk kecil	1,2 – 2,4	1,9 – 3,5
3.	Bus dan Truk besar	1,2 – 5,0	2,2 – 6,0

Sumber: TPGJAK, 1997

Satuan volume lalu lintas yang umum digunakan sehubungan dengan jumlah dan lebar lajur adalah:

##### a) Lalu Lintas Harian Rata-rata Tahunan (LHRT)

Lalu Lintas Harian Rata-rata Tahunan (LHRT) adalah jumlah lalu lintas kendaraan rata-rata yang melewati satu jalur jalan selama 24 jam dan diperoleh dari data satu tahun penuh.

$$\text{LHRT} = \frac{\text{jumlah lalu lintas dalam satu tahun}}{365 \text{ hari}} \dots\dots\dots (2.1)$$

b) Lalu Lintas Harian Rata-rata (LHR)

Lalu Lintas Harian Rata-rata (LHR) adalah hasil bagi jumlah kendaraan yang diperoleh selama pengamatan dengan lamanya pengamatan.

$$\text{LHR} = \frac{\text{jumlah lalu lintas selama pengamatan}}{\text{lama pengamatan}} \dots\dots\dots (2.2)$$

### 2.3.4 Volume Lalu Lintas Rencana

Volume Lalu Lintas Harian Rencana (VLHR) adalah perkiraan volume lalu lintas harian pada akhir tahun rencana lalu lintas dinyatakan dalam smp/hari

### 2.3.5 Bagian – Bagian Jalan dan Penentuan Trase Jalan

Suatu jalan raya terdiri dari bagian-bagian jalan, dimana bagian-bagian jalan tersebut, dibedakan berdasarkan :

#### 1. Daerah Manfaat Jalan (Damaja)

Daerah Manfaat Jalan (Damaja) yaitu daerah yang meliputi seluruh badan jalan, saluran tepi jalan, dan ambang pengaman. Daerah Manfaat Jalan (Damaja) dibatasi antara lain :

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

#### 2. Daerah Milik Jalan (Damija)

Daerah Milik Jalan (Damija) adalah ruang yang dibatasi oleh lebar yang sama dengan Damaja ditambah ambang pengaman konstruksi jalan dengan setinggi 5 eter dan kedalaman 1,5 meter.

### 3. Daerah Pengawasan Jalan (Dawasja)

Daerah pengawasan jalan (Dawasja) adalah ruang sepanjang jalan diluar Damaja yang dibatasi oleh tinggi dan lebar tertentu, dengan ketentuan sebagai berikut :

- Jalan arteri minimum 20 meter
- Jalan kolektor minimum 15 meter
- Jalan lokal minimum 10 meter

Untuk keselamatan pengguna jalan Dawasja di daerah tikungan ditentukan oleh jarak pandang bebas.

Gambar bagian-bagian jalan seperti yang dijelaskan diatas dapat dilihat pada gambar 2.4



Gambar 2.4 Damaja, Damija, dan Dawasja di lingkungan jalan antar kota

Dalam pembuatan jalan harus ditentukan juga trase jalan yang harus ditetapkan sedemikian rupa, agar dapat memberikan pelayanan yang baik sesuai dengan fungsinya serta keamanan dan kenyamanan pemakainya. Untuk membuat trase jalan yang baik dan ideal maka harus memenuhi syarat-syarat berikut ini :

a. Syarat ekonomis

Di dalam perencanaan yang menyangkut syarat-syarat ekonomis sebagai berikut :

1. Penarikan trase jalan yang tidak terlalu banyak memotong kontur, sehingga tidak memakan biaya yang banyak dalam pelaksanaan pekerjaan galian dan timbunan nantinya.
2. Penyediaan material dan tenaga kerja yang diharapkan tidak terlalu dari lokasi proyek, sehingga dapat menekan biaya.

b. Syarat teknis

Tujuan dari syarat teknis ini adalah untuk mendapatkan jalan yang memberikan rasa keamanan dan kenyamanan bagi pemakai jalan tersebut, oleh karena itu, perlu diperhatikan keadaan topografi daerah tersebut, sehingga dapat dicapai perencanaan yang baik sesuai dengan keadaan daerah setempat.

## 2.4 Penampang Melintang

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

### 2.4.1 Jalur lalu lintas

Jalur lalu lintas adalah bagian jalan yang dipergunakan untuk lalu lintas kendaraan yang secara fisik berupa perkerasan jalan. Lebar jalur lalu lintas sangat ditentukan oleh jumlah dan lebar lajur peruntukannya, lebar jalur minimum adalah 4,5 meter, dengan lebar tersebut akan memungkinkan dua kendaraan kecil dapat saling berpapasan. Papasan dua kendaraan besar yang terjadi sewaktu-waktu dapat menggunakan bahu jalan.

Jalur lalu lintas dapat terdiri atas beberapa tipe yaitu :

- a. 1 jalur - 2 lajur - 2 arah (2/2 TB)
- b. 1 jalur - 2 lajur - 1 arah (2/1 TB)
- c. 2 jalur - 4 lajur - 2 arah (4/2 B)
- d. 2 jalur - n lajur - 2 arah (n1/2 B)

Pada jalur lalu lintas terdiri dari beberapa lajur yang terletak memanjang, dibatasi oleh marka lajur jalan dan memiliki lebar yang cukup untuk dilewati suatu kendaraan bermotor sesuai kendaraan rencana. Untuk kelancaran drainase permukaan, lajur lalu lintas pada alinyemen lurus memerlukan kemiringan melintang normal sebagai berikut :

- a. 2 – 3% untuk perkerasan aspal dan perkerasan beton
- b. 4 – 5% untuk perkerasan kerikil

Lebar lajur tergantung pada kecepatan dari kendaraan rencana, yang dalam hal ini dinyatakan dengan fungsi dan kelas jalan seperti ditetapkan dengan fungsi dan kelas jalan seperti ditetapkan pada tabel 2.9

Tabel 2.8 Lebar Lajur Jalan Ideal

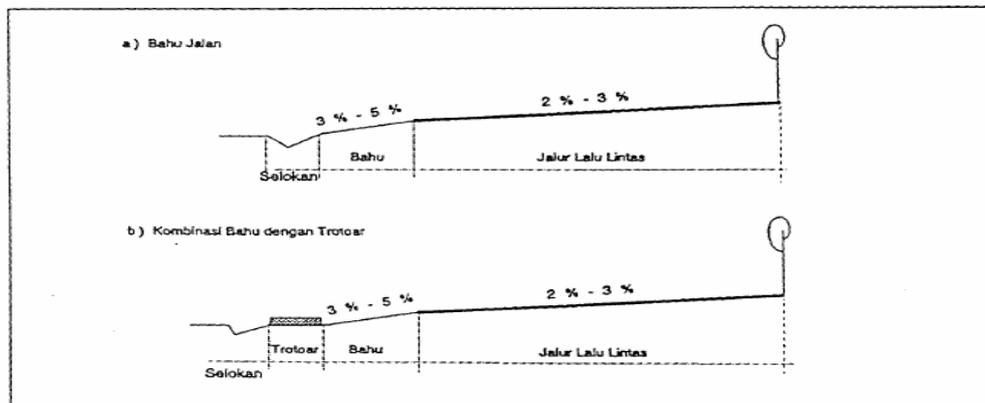
Fungsi	Kelas	Lebar Lajur Ideal (m)
Arteri	I	3,75
	II, III A	3,50
Kolektor	III A, III B	3,00
lokal	III C	3,00

Sumber : TPGJAK, 1997

#### 2.4.2 Bahu jalan

Bahu jalan adalah bagian daerah manfaat jalan yang terletak ditepi jalur lalu lintas dan harus diperkeras yang berdampingan dengan jalur lalu lintas untuk menampung kendaraan yang berhenti, keperluan darurat, dan untuk pendukung samping bagi lapis pondasi bawah, lapis pondasi, dan lapis permukaan dengan kemiringan normal 3–5 %.

Lebar bahu jalan dapat dilihat dalam gambar berikut :



Gambar 2.5 Bahu jalan

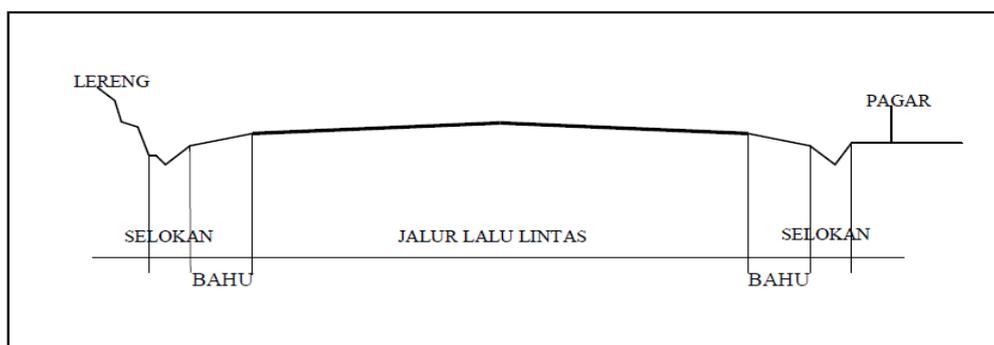
### 2.4.3 Selokan

Selokan dibuat untuk mengendalikan air (limpasan) permukaan akibat air hujan dan bertujuan untuk memelihara agar jalan tidak tergenang air hujan dalam waktu yang cukup lama (yang akan mengakibatkan kerusakan konstruksi jalan).

### 2.4.4 Lereng

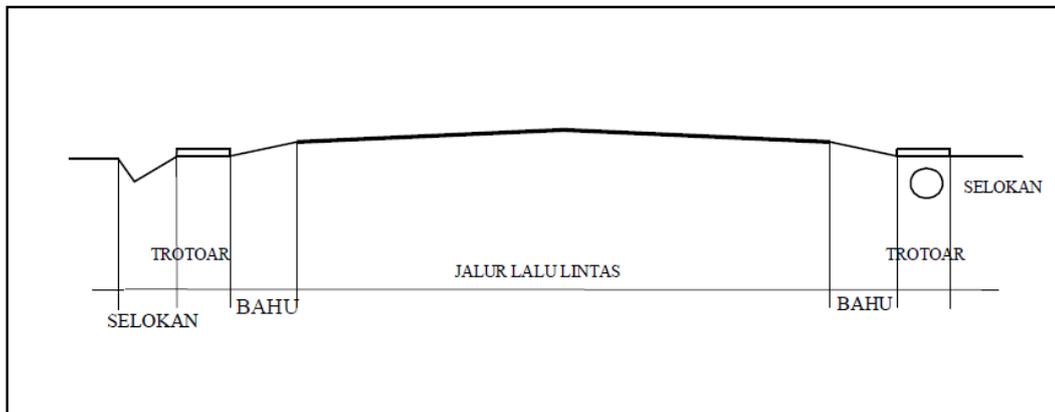
Lereng merupakan bagian dari kondisi alam yang tidak terkena pengaruh dari perencanaan suatu ruas jalan. Lereng alam ini biasanya berupa bukit yang harus diperkuat untuk melindungi lereng timbunan atau galian dan menahan gerusan air.

Gambar penampang melintang jalan dengan tipikal-tipikal diatas dapat dilihat pada gambar 2.6, 2.7, dan 2.8



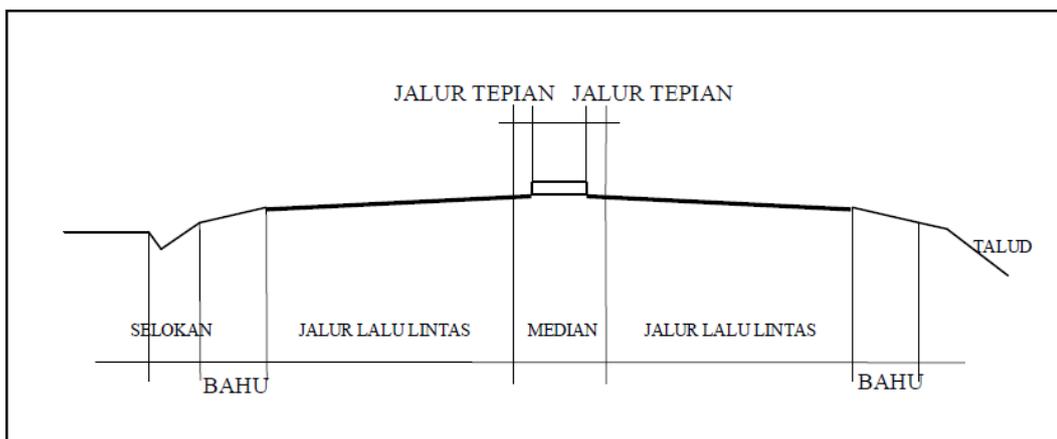
(Sumber : Ditjen Bina Marga, 1997)

Gambar 2.6 tipikal penampang melintang jalan



(Sumber : Ditjen Bina Marga, 1997)

Gambar 2.7 Tipikal penampang melintang jalan yang dilengkapi trotoar



(Sumber : Ditjen Bina Marga, 1997)

Gambar 2.8 Tipikal penampang melintang jalan yang dilengkapi median

## 2.5 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, pengemudi dapat melakukan sesuatu (antisipasi) untuk menghindari bahaya tersebut dengan aman.

Jarak pandang terdiri dari :

a. Jarak Pandang Henti (Jh)

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

Jarak pandang henti terdiri atas 2 elemen jarak, yaitu :

1. Jarak tanggap (Jht) adalah jarak yang ditempuh oleh kendraan sejak pengemudi melihat suatu halangan yang menyebabkan ia harus sampai saat pengemudi menginjak rem.
2. Jarak pengereman (Jhr) adalah jarak yang dibutuhkan untuk menghentikan kendaraan sejak pengemudi rem menginjak sampai kendraan berhenti.
3.  $J_h'$  dalam satuan meter, dapat dihitung dengan rumus :

$$J_h = \frac{V_R}{3,6} T + \frac{(\frac{V_R}{3,6})^2}{2 \cdot g f} \dots\dots\dots(2.3)$$

dimana :

$V_R$  = Kecepatan rencana (Km/jam)

T = Waktu tanggap, ditetapkan 2,5 detik

g = Percepatan gravitasi, ditetapkan 9,8 m/det<sup>2</sup>

f = Koefisien gesek memanjang perkerasan jalan aspal, ditetapkan 0,35-0,55 (menurut Bina Marga)

Persamaan diatas dapat di sederhanakan menjdi :

$$J_{hB} = 0,694 \cdot V_{RB} + 0,004 \frac{V_{R^2}}{F} \dots\dots\dots(2.4)$$

Syarat untuk menentukan jarak pandang henti minimum dapat dilihat pada tabel 2.9

Tabel 2.9 Jarak Pandang Henti (Jh) Minimum

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

Sumber :TPGJAK, 1997

b. Jarak pandang mendahului (Jd)

Jarak pandang mendahului (Jd) adalah jarak yang memungkinkan suatu kendaraan mendahului kendaraan lain didepannya dengan aman sampai kendaraan tersebut kembali kelajur semula.

Jarak pandang mendahului diukur berdasarkan asumsi bahwa tinggi mata pengemudi adalah 105 cm dan tinggi halangan mendahului adalah 105 cm. Syarat untuk menentukan jarak pandang mendahului minimum dapat dilihat pada tabel 2.10

Tabel 2.10 Jarak Pandang Mendahului

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

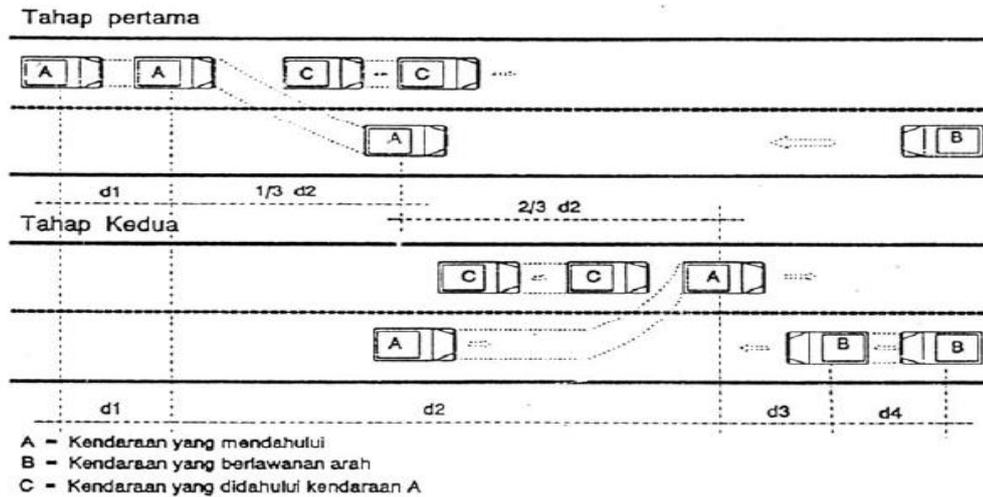
Sumber :TPGJAK, 1997

Daerah yang mendahului harus disebar disepanjang jalan dengan jumlah panjang minimum 30% dari panjang total ruas jalan tersebut.

Adapun asumsi yang diambil dalam perhitungan adalah :

- a. Kendaraan yang disalip berjalan dengan kecepatan tetap
- b. Sebelum penyiap berada dijalur lawan, ia telah mengurangi kecepatannya selama mengikuti kendaraan yang akan disalip.
- c. Bila saat penyiap tiba, penyiap memerlukan waktu berpikir mengenai amannya daerah penyiapan.
- d. Penyiapan dilakukan dengan “*Start* terlambat” dan bersegera untuk kembali ke jalur semula dengan kecepatan rata-rata 10 mph lebih tinggi dari kendaraan yang disiap.
- e. Pada waktu kendaraan penyiap telah kembali ke jalur asal, masih ada jarak dengan kendaraan lawan.

Gambar proses pergerakan mendahului untuk jarak pandang mendahului dapat dilihat pada gambar 2.9



Gambar 2.9 Proses Gerakan Mendahului

Jarak pandang mendahului, dalam satuan meter ditentukan sebagai berikut :

$$Jd = d_1 + d_2 + d_3 + d_4 \dots\dots\dots(2.5)$$

Dimana :

$d_1$  = Jarak yang ditempuh selama waktu tanggap (m),

$d_2$  = Jarak yang ditempuh selama mendahului sampai dengan kembali kelajur semula.

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

$d_4$  = Jarak yang ditempuh oleh kendaraan yang datang dari arah berlawanan

Rumus yang digunakan adalah

$$d_1 = 0,278 T_1 ((V_r - m + (a \cdot T_1)/2) \dots\dots\dots(2.6)$$

$$d_2 = 0,278 V_r T_2 \dots\dots\dots(2.7)$$

$$d_3 = \text{antara } 30 - 100 \text{ m} \dots\dots\dots(2.8)$$

Tabel 2.11 Nilai d3 dilihat dari nilai Vr

Vr Km/jam	50 – 65	65 – 80	80 – 95	95 – 110
d3 (m)	30	55	75	90

Sumber : (Hendarsin), 2000

$$d4 = 2/3 d2 \dots\dots\dots(2.9)$$

dimana :

T1 = Waktu dalam detik,  $(2,12 + 0,026 Vr)$

T2 = Waktu kendaraan berada dijalur lawan (detik),  $(6,56+0,048 Vr)$

a = Percepatan rata-rata km/jam/detik,  $(2,052+0,0036 Vr)$

m = Perbedaan kecepatan dari kendaraan yang menyiap dan kendaraan yang disiap, (biasanya diambil 10-15 km/jam)

## 2.6 Alinyemen horizontal

Alinyemen horizontal atau trase jalan merupakan gambaran badan jalan yang tegak lurus bidang. Pada gambar tersebut akan terlihat apakah jalan tersebut akan merupakan jalan lurus, berbelok kekiri atau ke kanan. Pada perencanaan alinyemen horizontal, umumnya akan ditemui dua jenis bagian jalan, yaitu : bagian lurus, dan bagian lengkung yang disebut tikungan.

Adapun bagian-bagian tersebut antara lain :

### a. 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

### b. Tikungan

Dalam merencanakan sebuah tikungan, haruslah memenuhi beberapa kriteria, antara lain :

## 1. Jari-jari lengkung minimum

Kendaraan pada saat melalui tikungan dengan kecepatan ( $V$ ) akan menerima gaya sentrifugal yang menyebabkan kendaraan tidak stabil. Untuk mengimbangi gaya sentrifugal tersebut, perlu dibuat suatu kemiringan melintang jalan pada tikungan yang disebut superelevasi ( $e$ ). Pada saat kendaraan melalui daerah superelevasi, akan terjadi gesekan arah melintang jalan antara ban kendaraan dengan permukaan aspal yang menimbulkan gaya gesekan melintang.

Untuk pertimbangan perencanaan, panjang jari-jari minimum untuk berbagai variasi kecepatan dapat dilihat pada tabel 2.12

Tabel 2.12 Panjang jari-jari minimum (dibulatkan) untuk  $e_{\text{mak}} = 10\%$

$V_R$ (km/jam)	120	100	90	80	60	50	40	30	20
Rmin (m)	600	370	280	210	115	80	50	30	15

Sumber : TPGJAK, 1997

### 2.6.1 Jenis-jenis Tikungan

Jenis tikungan yang umumnya digunakan dalam perencanaan suatu jalan raya antara lain :

a. Bentuk Lingkaran (*Full Circle = FC*)

*Full Circle* adalah jenis tikungan yang hanya terdiri dari bagian suatu lingkaran saja. Tikungan *full circle* hanya digunakan untuk R (jari-jari tikungan) yang besar agar tidak terjadi patahan, karena dengan R kecil maka diperlukan superelevasi yang besar. Jari-jari tikungan untuk tikungan jenis *full circle* ditunjukkan pada tabel 2.13

Tabel 2.13 Jari-jari tikungan yang tidak memerlukan lengkung peralihan

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

Sumber : TPGJAK, 1997

Rumus yang digunakan pada tikungan *full circle* yaitu :

$$Tc = Rc \tan^{1/2} \Delta \dots\dots\dots(2.10)$$

$$Ec = Tc \tan^{1/4} \Delta \dots\dots\dots(2.11)$$

$$Lc = \frac{\pi}{180} \Delta Rc \dots\dots\dots(2.12)$$

Dimana

$\Delta$  = sudut tangen

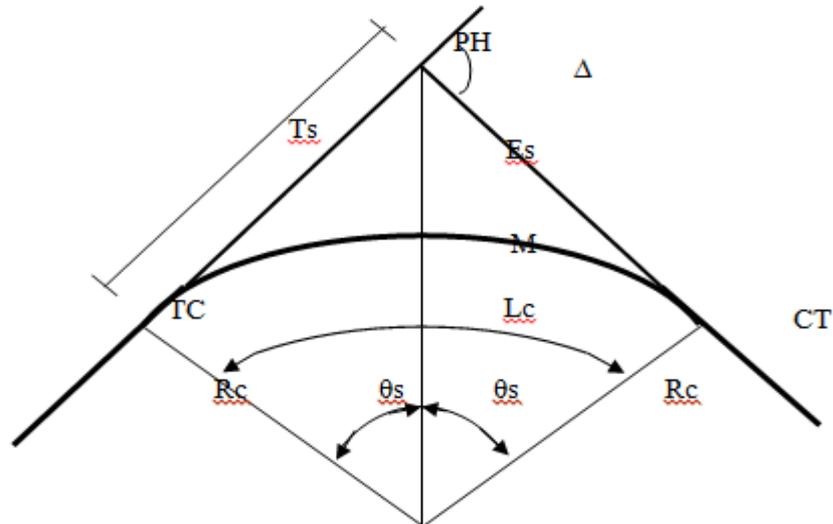
Tc = Panjang tangen jarak dari TC ke P1 atau P1 ke CT

Rc = Jari-jari Lingkaran

Ec = Jarak luar dari PI ke busur lingkaran

Lc = Panjang busur lingkaran

Komponen-komponen untuk tikungan *full circle* dapat dilihat pada gambar 2.10



Gambar 2.10 Komponen *full circle*

b. Lengkung peralihan (*Spiral – Circle – Spiral = S – C – S*)

Lengkung peralihan dibuat untuk menghindari terjadinya perubahan alinyemen yang tiba-tiba dari bentuk lurus ke bentuk lingkaran, jadi lengkung peralihan ini diletakkan antara bagian lurus dan bagian lingkaran (*circle*), yaitu pada sebelum dan sesudah tikungan berbentuk busur lingkaran. Lengkung peralihan dengan bentuk spiral (*clothoid*) banyak digunakan juga oleh Bina Marga. Dengan adanya lengkung peralihan, maka tikungan menggunakan S – C – S. Panjang lengkung peralihan ( $L_s$ ), menurut Tata Cara Perencanaan Geometrik Jalan Antar Kota 1997, diambil nilai terbesar dari tiga persamaan dibawah ini :

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

$$L_s = \frac{V_R}{3,6} T \dots\dots\dots (2.13)$$

2. Berdasarkan antisipasi gaya sentrifugal, digunakan rumus modifikasi shortt, sebagai berikut :

$$L_s = 0,022 \frac{V_R^3}{R_c \cdot C} - 2,727 \frac{V_R \cdot e}{C} \dots\dots\dots (2.14)$$

3. Berdasarkan tingkat kelandaian :

$$L_s = \frac{(e_m - e_n)}{3,6 \cdot r_e} \times V_R \dots\dots\dots (2.15)$$

Dimana :

T = Waktu tempuh (3 detik)

$V_R$  = Kecepatan rencana (km/jam)

$R_c$  = Jari-jari lingkaran (m)

C = Perubahan percepatan (0,3 – 1,0) disarankan 0,4 m/det<sup>3</sup>

e = Super elevasi (%)

$e_m$  = Superelevasi Maksimum (%)

$e_n$  = Superelevasi normal (%)

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

- Untuk  $V_R \leq 70$  km/jam nilai  $r_e \text{ mak} = 0,035$  m/m/det
- Untuk  $V_R \geq 80$  km/jam nilai  $r_e \text{ mak} = 0,025$  m/m/det

Adapun rumus yang digunakan untuk menentukan tikungan *spiral – circle – spiral* yaitu :

$$X_s = L_s \left( 1 - \frac{L_s^2}{40R_c^2} \right) \dots\dots\dots(2.16)$$

$$Y_s = \frac{L_s^2}{6R_c} \dots\dots\dots(2.17)$$

$$\theta_s = \frac{90 L_s}{\pi R_c} \dots\dots\dots(2.18)$$

$$p = \frac{L_s^2}{6R_c} - R_c (1 - \cos \theta_s) \dots\dots\dots(2.19)$$

$$K = L_s \left( 1 - \frac{L_s^2}{40R_c^2} \right) - R_c \sin \theta_s \dots\dots\dots(2.20)$$

$$T_s = (R_c + p) \tan \frac{1}{2} \Delta + k \dots\dots\dots(2.21)$$

$$E_s = \frac{(R_c + p)}{\cos \frac{1}{2}(\Delta)} - R_c \dots\dots\dots(2.22)$$

$$L_c = \frac{(\Delta - 2\theta_s)}{180} \times \pi \times R_c \dots\dots\dots(2.23)$$

$$L_{total} = L_c + 2 L_s \dots\dots\dots(2.24)$$

$$Kontrol : L_{total} \leq 2 . T_s$$

Dimana :

$L_s$  = Panjang Lengkung Peralihan

$X_s$  = absis titik  $S_c$  pada garis tangen, jarak dari titik  $T_s$  ke  $S_c$

$Y_s$  = ordinat titik  $S_c$  pada garis tegak lurus garis tangen

$L_c$  = panjang busur lingkaran

$T_s$  = panjang tangen dari titik  $PI$  ke titik  $T_s$  atau titik  $ST$

$E_s$  = Jarak dari  $PI$  ke busur lingkaran

$\theta_s$  = sudut lengkung spiral

$\Delta$  = sudut tangen

$R_c$  = jari-jari lingkaran

$P$  = pergeseran tangen terhadap spiral

$k$  = absis dari  $p$  pada garis tangen spiral





- d. Pada tikungan S – S, pencapaian superelevasi seluruhnya dilakukan pada bagian spiral.
- e. Superelevasi tidak diperlukan jika radius (R) cukup besar, untuk itu cukup lereng luar diputar sebesar lereng normal (LP), atau bahkan tetap lereng normal (LN).

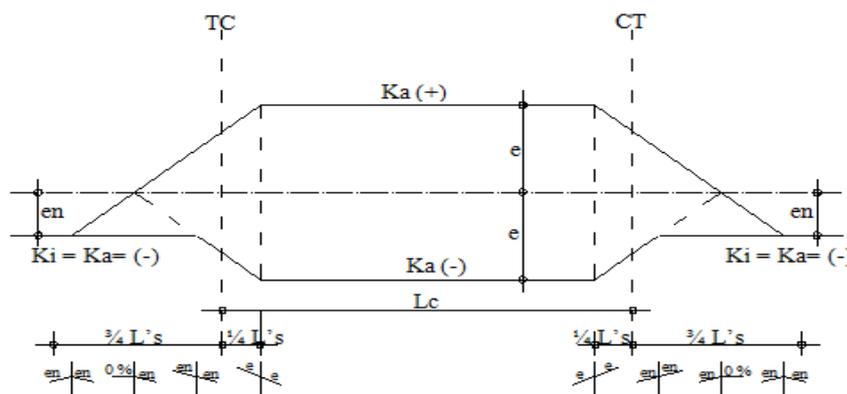
### 2.6.3 Diagram superelevasi

Metoda untuk melakukan superelevasi yaitu merubah lereng potongan melintang, dilakukan dengan bentuk profil dari tepi perkerasan yang dibundarkan, tetapi disarankan cukup untuk mengambil garis lurus saja.

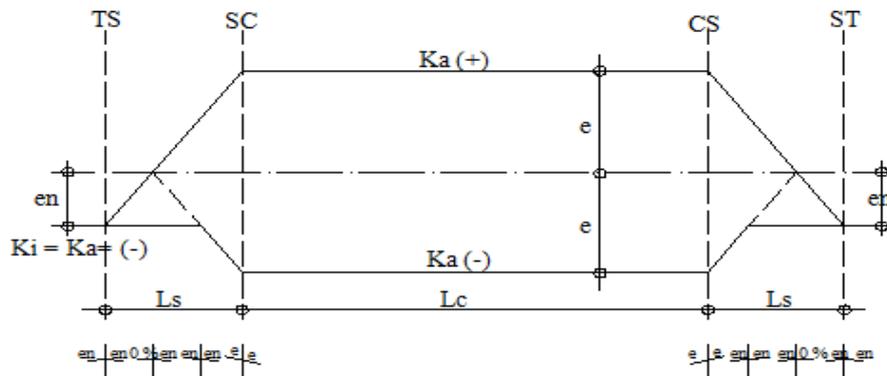
Ada tiga cara untuk superelevasi yaitu :

1. Memutar perkerasan jalan terhadap profil sumbu
2. Memutar perkerasan jalan terhadap tepi jalan sebelah dalam
3. Memutar perkerasan jalan terhadap tepi jalan sebelah luar

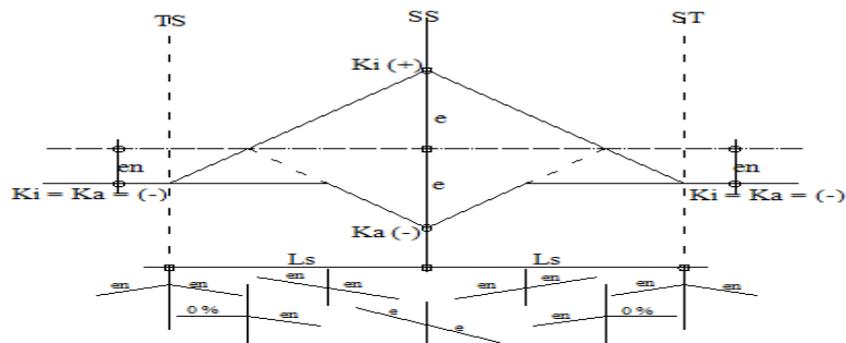
Adapun diagram pencapaian superelevasi pada tikungan *spiral – circle – spiral* dapat dilihat pada gambar dibawah ini :



Gambar 2.13 Diagram Superelevasi Full Circle



Gambar 2.14. Diagram Superelevasi Spiral – Circle - Spiral



Gambar 2.15 Diagram Superelevasi Spiral – Spiral

### 2.6.4 Landai relatif

Kemiringan melintang atau kelandaian pada penampang jalan diantara tepu perkerasan luar dan sumbu jalan sepanjang lengkung peralihan disebut landai relatif. Pencapaian tikungan jenis *full circle* untuk dapat menggambarkan pencapaian kemiringan dari lereng normal ke kemiringan penuh, kita harus hitung dulu lengkung peralihan fiktif ( $Ls'$ ), adapun  $Ls'$  dihitung berdasarkan landai relatif maksimum  $Ls'$  dapat dihitung dengan menggunakan rumus :

$$Ls' = (e + e_n)B.1/m \dots\dots\dots(2.27)$$

Dimana :

$\frac{1}{m}$  = Landai relatif, (%)

e = superelevasi, (m/m')

$e_n$  = kemiringan melintang normal, (m/m')

B = Lebar lajur, (m)

### 2.6.5 Pelebaran perkerasan di tikungan

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

Rumus yang digunakan :

$$B = \sqrt{\{\sqrt{Rc^2 - 64 + 1,25}\}^2 + 64 - \sqrt{Rc^2 - 64 + 1,25}} \dots\dots(2.28)$$

Rc = radius lajur sebelah dalam -  $\frac{1}{4}$  lebar perkerasan +  $\frac{1}{2}$  b.....(2.29)

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

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

$$\Delta b = B_t - B_n$$

Dimana :

b = Lebar kendaraan, (m)

Rc = radius lengkung untuk lintasan luar roda depan yang besarnya dipengaruhi oleh sudut  $\alpha$ , m

R = radius lajur sebelah dalam/jari-jari tikungan, (m)

V = kecepatan, (km/jam)

Z = lebar tambahan akibat kesukaran mengemudi di tikungan, (m)

B<sub>t</sub> = lebar total perkerasan di tikungan

B<sub>n</sub> = lebar total perkerasan pada bagian lurus, (m)

n = jumlah lajur

$B$  = lebar perkerasan yang ditempati satu kendaraan di tikungan pada lajur sebelah dalam, (m)

$C$  = kebebasan samping, (m)

0,5 untuk lebar lajur 6 m, 1,0 untuk lebar lajur 7 m, dan 1,25 untuk lebar lajur 7,5 m

$\Delta b$  = tambahan lebar perkerasan di tikungan, (m)

Tabel 2.14 Pelebaran di Tikungan per Lajur (m) untuk Lebar Jalur  
2 x (B) m, 2 Arah atau 1 Arah

R (m)	Kecepatan Rencana, VR (km/jam)														
	50		60		70		80		90		100		110		120
	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	2
1500	0.3	0.0	0.4	0.0	0.4	0.0	0.4	0.0	0.4	0.0	0.5	0.0	0.6	0.0	0.1
1000	0.4	0.0	0.4	0.0	0.4	0.1	0.5	0.1	0.5	0.1	0.5	0.1	0.6	0.2	0.2
750	0.6	0.0	0.6	0.0	0.7	0.1	0.7	0.1	0.7	0.1	0.8	0.2	0.8	0.3	0.3
500	0.8	0.2	0.9	0.3	0.9	0.3	1.0	0.4	1.0	0.4	1.1	0.5	1.0	0.5	
400	0.9	0.3	0.9	0.3	1.0	0.4	1.0	0.4	1.1	0.5	1.1	0.5			
300	0.9	0.3	1.0	0.4	1.0	0.4	1.1	0.5		0.5					
250	1.0	0.4	1.1	0.5	1.1	0.5	1.2	0.6							
200	1.2	0.6	1.3	0.7	1.3	0.8	1.4								
150	1.3	0.7	1.4	0.8											
140	1.3	0.7	1.4	0.8											
130	1.3	0.7	1.4	0.8											
120	1.3	0.7	1.4	0.8											
110	1.3	0.7	1.4	0.8											
100	1.4	0.8													
90	1.4	0.8													
80	1.6	1.0													
70	1.7	1.0													

(Sumber: Shirley L. Hendarsin, 2000)

### 2.6.6 Daerah bebas samping di tikungan

Daerah bebas samping di tikungan adalah ruang untuk menjamin kebebasan pandangan pengemudi dari halangan benda-benda disisi jalan (daerah bebas samping). Daerah bebas samping dimaksudkan untuk memberikan kemudahan pandangan di tikungna dengan membebaskan obyek-obyek penghalang sejauh M (m), diukur dari garis tengah lajur dalam sampai obyek penghalang pandangan sehingga persyaratan  $J_h$  dipenuhi.

Daerah bebas samping di tikungan dihitung berdasarkan rumus sebagai berikut :

- a. Berdasarkan jarak pandangan henti

$$M = R ( 1 - \cos \theta ) \dots\dots\dots(2.30)$$

- b. Berdasarkan jarak pandang mendahului

$$M = R ( 1 - \cos \theta ) + \frac{1}{2} ( S - L ) \sin \theta \dots\dots(2.31)$$

Dimana :

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

$\theta$  = Setengah sudut pusat sepanjang L, ( $^\circ$ )

R = Radius sumbu lajur sebelah dalam, (m)

S = Jarak Pandangan, (m)

L = Panjang Tikungan, (m)

### 2.7 Alinyemen Vertikal

Alinyemen vertikal merupakan garis potong bidang vertikal melalui sumbu jalan atau tepi dalam masing-masing perkerasan jalan yang bersangkutan. Pada pemilihan alinyemen ini juga berkaitan dengan adanya pekerjaan galian dan timbunan tanah.

Pada perencanaan alinyemen vertikal akan ditemui kelandaian positif (tanjakan) dan kelandaian negatif (turunan), sehingga kombinasinya berupa lengkung cembung dang lengkung cekung. Disamping kedua lengkung tersebut ditemui pula kelandaian = 0 (datar).

Adapun faktor-faktor yang harus dipertimbangkan dalam alinyemen vertikal sebagai berikut :

- a. Topografi
- b. Kecepatan rencana
- c. Fungsi Jalan
- d. Tebal perkerasan
- e. Tanah dasar
- f. Kedudukan tinggi landai kendaraan

Pada alinyemen vertikal akan ditemui berbagai keadaan antar lain :

#### a. Kelandaian

Kelandaian pada alinyemen vertikal jalan dapat dibedakan atas :

##### 1. Kelandaian Maksimum

Kelandaian maksimum yang ditentukan untuk berbagai variasi kecepatan rencana, dimaksudkan agar kendaraan dapat bergerak terus tanpa kehilangan kecepatan. Kelandaian maksimum didasarkan pada kecepatan. Kelandaian maksimum didasarkan pada kecepatan truk yang bermuatan mampu bergerak dengan kecepatan tidak kurang dari separuh kecepatan semual tanpa harus menggunakan gigi rendah.

Kelandaian maksimum untuk berbagai kecepatan rencana dapat dilihat pada tabel 2.15 :

Tabel 2.15 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 : TPGJAK, 1997

Panjang maksimum landai yang masih dapat diterima tanpa mengakibatkan gangguan jalannya arus lalu lintas yang berarti, atau biasa disebut dengan istilah panjang kritis landai, adalah panjang yang mengakibatkan pengurangan kecepatan

maksimum sebesar 25km/jam. Panjang kritis ini diperlukan sebagai batasan sebagai batasan panjang kelandaian maksimum agar pengurangan kecepatan kendaraan tidak lebih dari separuh  $V_r$ . Panjang kritisi landai tersebut ditunjukkan tabel 2.16

Tabel 2.16 Panjang Kritis Landai

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

Sumber : TPGJAK, 1997

## 2. Kelandaian Minimum

Berdasarkan kepentingan arus lalu lintas, landai ideal adalah landai datar (0%). Sebaliknya ditinjau dari kepentingan drainase jala, jalan berlandailah yang ideal. Dalam perencanaan disarankan menggunakan :

- a. Landai datar untuk jalan-jalan diatas tanah timbunan yang tidak mempunyai kerb
- b. Landai 0,15% dianjurkan untuk jalan-jalan diatas tanah timbunan dengan medan datar dan mempergunakan kerb
- c. Landai minimum sebesar 0,3-0,5% dianjurkan dipergunakan untuk jalan-jalan di daerah galian atau jalan yang memakai kerb.

## 3. Lajur Pendakian pada Kelandaian Khusus.

Pada jalur jalan dengan rencana volume lalu lintas yang tinggi, terutama untuk tipe 2/2 TB, maka kendaraan berat akan berjalan pada jalur pendakian dengan kecepatan dibawah  $V_r$ , seangkan kendaraan lain masih dapat bergerak dengan  $V_r$ , sebaiknya dipertimbangkan untuk dibuat lajur tambahan pada bagian kiri dengan ketentuan untuk jalan baru menurut MKJI didasarkan pada BSH (Biaya Siklus Hidup). Penempatan lajur pendakian harus dilakukan dengan ketentuan sebagi berikut :

a. Berdasarkan MKJI (1997)

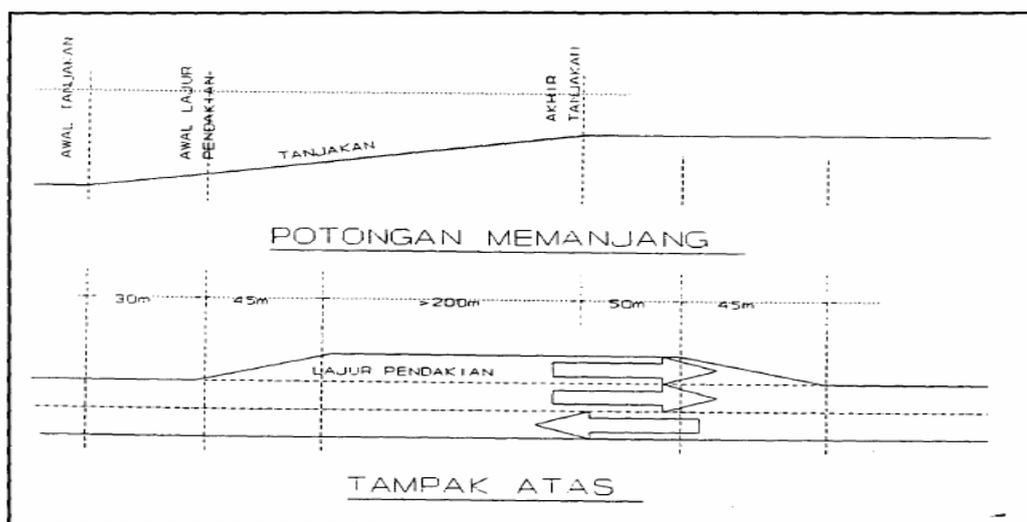
Penentuan lokasi lajur pendakian harus dapat dibenarkan secara ekonomis yang dibuat berdasarkan BSH, sebagaimana ditampilkan pada tabel 2.17

Tabel 2.17 Lajur pendakian pada kelandaian khusus jalan luar kota

Panjang	Ambang Arus Lalu Linta (kend/jam), tahun 1 jam puncak		
	Kelandaian		
	3%	5%	7%
0,5 km	500	400	300
$\geq 1 \text{ km}$	325	300	300

Sumber : MKJI 1997

berikut lajur pendakian tripikal sebagai berikut :



Gambar 2.16 Lajur Pendakian Tipikal

Dalam MKJI juga diterangkan bahwa jarak antara dua lajur pendakian minimal 1,5 km. Hal itu berarti jarak antara pendakian satu dan lainnya tidak boleh dibawah 1,5 km.

b. Berdasarkan Tata cara Perencanaan Geometrik Jalan Antar Kota (TPGJAK : 1997)

1. Disediakan pada jalan arteri atau kolektor
2. Apabila panjang kritis terlampaui, jalan memiliki VLHR > 15.000 smp/hari dan presentase truk > 15%

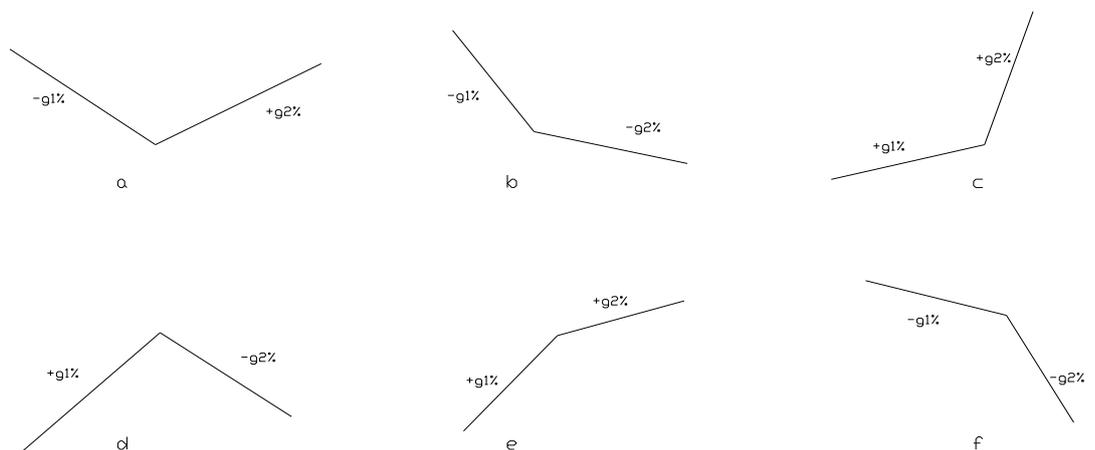
3. Lebar jalur pendakian sama dengan lebar lajur rencana
4. Lajur pendakian dimulai 30 meter dari awal perubahan kelandaian dengan serongan sepanjang 45 meter dan berakhir 50 meter sesudah puncak kelandaian dengan serongan 45 meter (Lihat gambar 2.15)
5. Jarak minimum antara 2 lajur pendakian adalah 1,5 km

### b. Lengkung Vertikal

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

Lengkung vertikal ada dua jenis, yaitu :

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



Gambar 2.17 Jenis Lengkung Vertikal dilihat dari PVI

Adapun rumus yang digunakan untuk lengkung vertikal adalah sebagai berikut :

$$y = \frac{A}{200L_v} x^2 \dots\dots\dots(2.32)$$

$$A = (g1 \pm g2) \dots\dots\dots(2.33)$$

$$EV = \frac{A.L_v}{800} \dots\dots\dots(2.34)$$

Dimana :

x = jarak dari titik A ke titik yang ditinjau dari Sta, (m)

y = Perbedaan elevasi antara titik A dan titik yang ditinjau pada Sta, (m)

L<sub>v</sub> = Panjang lengkung vertikal parabola, yang merupakan jarak proyeksi dari titik A dan titik B, (m)

g<sub>1</sub> = Kelandaian tangen dari titik A, (%)

g<sub>2</sub> = Kelandaian tangen dari titik B, (%)

A = Perbedaan aljabar untuk kelandaian (%)

Ev = Penyimpangan dari titik potong kedua tangen kelengkungan vertikal, (m)

Kelandaian menaik (pendakian) diberi tanda (+), sedangkan kelandaian menurun (penurunan) diberi tanda (-). Ketentuan pendakian atau penurunan ditinjau dari kiri.

### 2.7.1 Koordinasi Alinyemen

Koordinasi alinyemen pada perencanaan teknik jalan, diperlukan untuk menjamin suatu perencanaan teknik jalan raya yang baik dan menghasilkan keamanan serta rasa nyaman bagi pengemudi kendaraan ( selaku pengguna jalan ) yang melalui jalan tersebut.

Maksud koordinasi dalam hal ini yaitu penggabungan elemen dalam perencanaan geometrik jalan yang terdiri dari perencanaan geometrik jalan yang terdiri dari perencanaan alinyemen horizontal, alinyemen vertikal dan potongan melintang dalam suatu panduan sehingga menghasilkan produk perencanaan teknik, seemikian yang mematuhi unsur aman, nyaman dan ekonomis.

Beberapa ketentuan atau syarat sebagai panduan yang dapat digunakan untuk proses koordinasi alinyemen, sebagai berikut :

- a. Alinyemen horisontal dan alinyemen vertikal terletak pada satu fase, dimana alinyemen horizontal sedikit lebih panjang dari alinyemen vertikal.
- b. Tikungan tajam yang terletak di atas lengkung vertikal cembung atau dibawah lengkung vertikal cekung harus dihindarkan, karena hal ini akan menghalangi pandangan mata pengemudi pada saat memasuki tikungan pertama dan juga jalan terletak.
- c. Pada kelandaian jalan yang lurus dan panjang, sebaiknya tidak dibuat lengkung vertikal cekung, karena pandangan pengemudi akan terhalang oleh puncak alinyemen vertikal, sehingga sulit untuk memperkirakan alinyemen dibalik puncak tersebut.
- d. Lengkung vertikal dua atau lebih pada satu lengkung horizontal, sebaiknya dihindarkan.
- e. Tikungan tajam yang terletak diantara bagian jalan yang lurus dan panjang harus dihindarkan.

### **2.7.2 Penentuan *Stasioning***

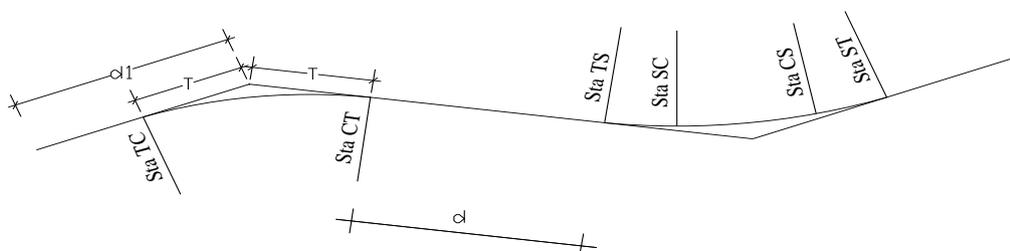
Penomoran (*Stasioning*) panjang jalan pada tahap perencanaan adalah memberikan nomor pada interval-interval tertentu dari awal pekerjaan. Nomor jalan ( Sta jalan) dibutuhkan sebagai saran komunikasi untuk dengan cepat mengenali lokasi yang sedang dibicarakan, selanjutnya menjadi panduan untuk lokasi suatu tempat. Nomor jalan ini sangat bermanfaat pada saat pelaksanaan dan perencanaan. Disamping itu dari penomoran jalan tersebut diperoleh informasi tentang panjang jalan secara keseluruhan. Setiap Sta jalan dilengkapi dengan gambar potongan melintangnya. Adapun interval untuk masing-masing penomoran jika tidak adanya perubahan arah tangen alinyemen horizontal maupun alinyemen vertikal adalah sebagai berikut :

- a. Setiap 100 m, untuk daerah datar
- b. Setiap 50 m, untuk daerah bukit
- c. Setiap 25 m, untuk daerah gunung

Nomor jalan ( Sta jalan ) ini sama fungsinya dengan patok-patok km disepanjang jalan, namun juga terdapat perbedaannya antara lain :

- Patok km merupakan petunjuk jarak yang diukur dari patok km 0, yang umumnya terletak di ibukota provinsi atau kotamadya, sedangkan patok Sta merupakan petunjuk jarak yang diukur dari awal sampai akhir pekerjaan
- Patok km berupa patok permanen yang dipasang dengan ukuran standar yang berlaku, sedangkan patok Sta merupakan patok sementara selama masa pelaksanaan proyek jalan tersebut.

Sistem penomoran jalan pada tikungan dapat dilihat pada gambar 2.18



Gambar 2.18 Sistem penomoran jalan

### 2.7.3 Perhitungan galian dan timbunan

Dalam perencanaan jalan raya diusahakan agar volume galian sama dengan volume timbunan. Dengan mengkombinasikan alinyemen vertikal dan horizontal memungkinkan kita untuk menghitung banyaknya volume galian dan timbunan.

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

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

## 2.8 Perencanaan Perkerasan Jalan

Perkerasan jalan merupakan lapisan perkerasan yang terletak diantara lapisan tanah dasar dan roda kendaraan, yang berfungsi memberikan pelayanan kepada sarana transportasi, dan selama pelayanan diharapkan tidak terjadi kerusakan yang berarti.

Tanah saja biasanya tidak cukup kuat dan 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 bagian jalan. Lapisan tambahan ini dibuat dari bahan khusus yang terpilih, selanjutnya disebut lapis keras/ perkerasan.

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

Beban lalu lintas yang berkerja diatas konstruksi perkerasan meliputi :

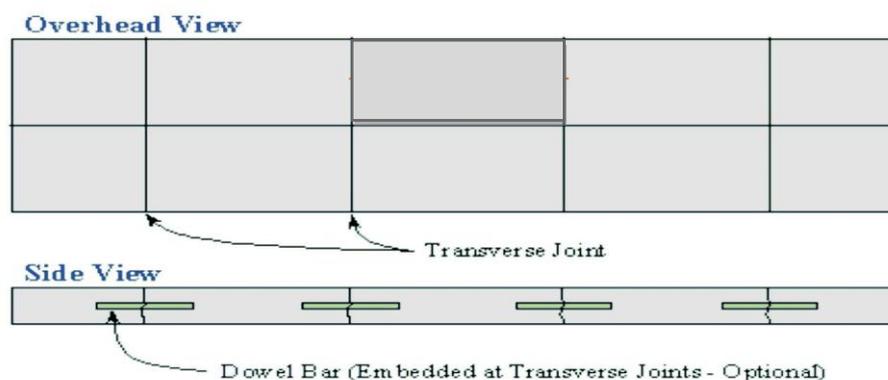
- Beban/gaya vertikal (berat kendaraan dan berat muatannya).
- Beban/gaya horizontal ( gaya rem kendaraan ).
- Getaran-getaran roda kendaraan.

Konstruksi perkerasan jalan antara lain terdiri dari 2 macam:

1. Perkerasan lentur (*Flexible Pavement*)
2. Perkerasan kaku (*Rigid Pavement*)

### 2.8.1 Perkerasan kaku (*Rigid Pavement*)

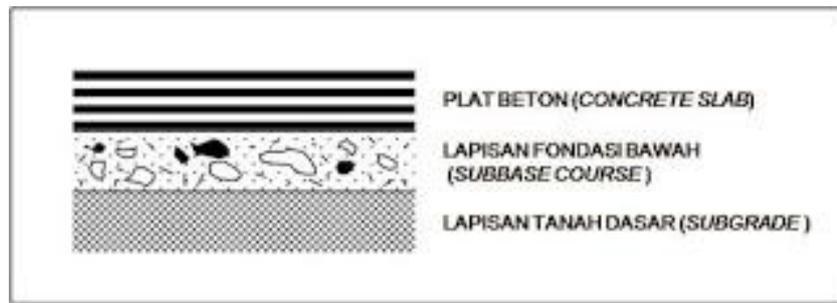
Rigid Pavement atau perkerasan kaku sudah sangat lama dikenal di Indonesia. lebih di kenal pada masyarakat umum dengan nama Jalan Beton. Perkerasan tipe ini sudah sangat lama di kembangkan di negara – negara maju seperti Amerika, Jepang, Jerman dll.



Gambar 2.19 Penampaang *Rigid Pavement*

*RIGID PAVEMENT* atau Perkerasan Kaku adalah suatu susunan konstruksi perkerasan di mana sebagai lapisan atas digunakan pelat beton yang terletak di atas pondasi atau di atas tanah dasar pondasi atau langsung di atas tanah dasar (subgrade).

Pada mulanya plat perkerasan kaku hanya di letakkan di atas tanah tanpa adanya pertimbangan terhadap jenis tanah dasar dan drainasenya. Ukuran saat itu hanya 6 – 7 inch. Seiring dengan perkembangan jaman, beban lalu lintas pun bertambah terutama saat sehabis Perang Dunia ke II, para engineer akhirnya mulai menyadari tentang pentingnya pengaruh jenis tanah dasar terhadap pengerjaan perkerasan terutama sangat pengaruh terhadap terjadinya pumping pada perkerasan. Pumping merupakan proses pengocokan butiran – butiran subgrade atau subbase pada daerah – daerah sambungan (basah atau kering) akibat gerakan vertikal pelat karena beban lalu lintas yang mengakibatkan turunnya daya dukung lapisan bawah tersebut.



Gambar 2.20 Struktur Perkerasan Kaku

### 2.8.2 Jenis-jenis perkerasan kaku

Berdasarkan adanya sambungan dan tulangan plat beton perkerasan kaku, perkerasan beton semen dapat diklasifikasikan menjadi 3 jenis sebagai berikut :

1. Perkerasan beton semen biasa dengan sambungan tanpa tulangan untuk kendali retak.
2. Perkerasan beton semen biasa dengan sambungan dengan tulangan plat untuk kendali retak. Untuk kendali retak digunakan wire mesh diantara siar dan penggunaannya independen terhadap adanya tulangan dowel.
3. Perkerasan beton bertulang menerus (tanpa sambungan). Tulangan beton terdiri dari baja tulangan dengan prosentasi besi yang relatif cukup banyak (0,02 % dari luas penampang beton).

Pada saat ini, jenis perkerasan beton semen yang populer dan banyak digunakan di negara-negara maju adalah jenis perkerasan beton bertulang menerus. Dalam konstruksinya, plat beton sering disebut sebagai lapis pondasi karena dimungkinkan masih adanya lapisan aspal beton pada bagian atasnya yang berfungsi sebagai lapis permukaan.

Perkerasan beton yang kaku dan memiliki modulus elastisitas yang tinggi, mendistribusikan beban dari atas menuju ke bidang tanah dasar yang cukup luas sehingga bagian terbesar dari kapasitas struktur perkerasan diperoleh dari plat beton sendiri. Hal ini berbeda dengan perkerasan lentur dimana kekuatan perkerasan diperoleh dari tebal lapis pondasi bawah, lapis pondasi dan lapis permukaan.

Karena yang paling penting adalah mengetahui kapasitas struktur yang menanggung beban, maka faktor yang paling diperhatikan dalam perencanaan tebal perkerasan beton semen adalah kekuatan beton itu sendiri. Adanya beragam kekuatan dari tanah dasar dan atau pondasi hanya berpengaruh kecil terhadap kapasitas struktural perkerasannya.

Lapis pondasi bawah jika digunakan di bawah plat beton karena beberapa pertimbangan, yaitu antara lain untuk menghindari terjadinya pumping, kendali terhadap sistem drainasi, kendali terhadap kembang-susut yang terjadi pada tanah dasar dan untuk menyediakan lantai kerja (working platform) untuk pekerjaan konstruksi.

Secara lebih spesifik, fungsi dari lapis pondasi bawah adalah :

1. Menyediakan lapisan yang seragam, stabil dan permanen.
2. Menaikkan harga modulus reaksi tanah dasar (modulus of sub-grade reaction =  $k$ ), menjadi modulus reaksi gabungan (modulus of composite reaction).
3. Mengurangi kemungkinan terjadinya retak-retak pada plat beton.
4. Menyediakan lantai kerja bagi alat-alat berat selama masa konstruksi.
5. Menghindari terjadinya pumping, yaitu keluarnya butir-butiran halus tanah bersama air pada daerah sambungan, retakan atau pada bagian pinggir perkerasan, akibat lendutan atau gerakan vertikal plat beton karena beban lalu lintas, setelah adanya air bebas terakumulasi di bawah pelat.

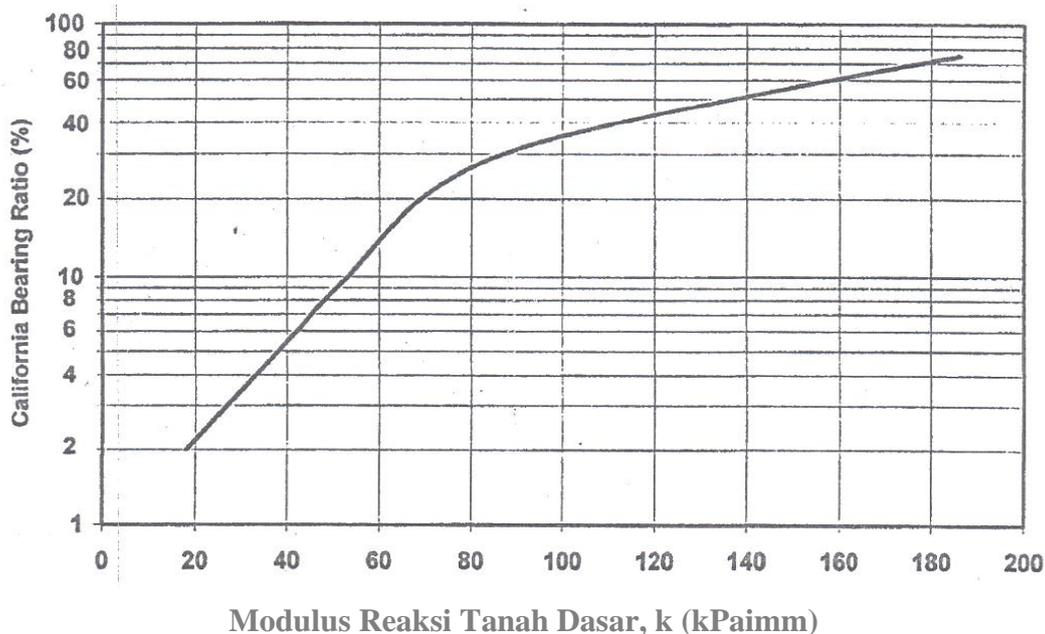
## **2.9 Persyaratan Teknis Perencanaan Peralasan kaku**

### **2.9.1 Kekuatan Lapisan tanah Dasar**

Daya dukung tanah dasar ditentukan dengan pengujian CBR lapangan ataupun CBR laboratorium, masing-masing untuk perencanaan tebal perkerasan lama dengan jalan baru. Apabila tanah dasar mempunyai nilai CBR lebih kecil dari 2 %, maka harus dipasang pondasi bawah yang terbuat dari beton kurus (*Lean-mix concrete*) setebal 15 cm yang dianggap mempunyai nilai CBR tanah dasar efektif 5%. (*Perencanaan perkerasan jalan beton semen, dep PU;2002*)

Sebagaimana dijelaskan diatas untuk perencanaan tebal perkerasan kaku, daya dukung tanah dasar diperoleh dengan nilai CBR, seperti halnya pada perencanaan perkerasan lentur, meskipun pada umumnya dilakukan dengan menggunakan nilai (K) yaitu modulus reaksi tanah dasar.

Modulus reaksi tanah dasar (K) diperoleh dengan melakukan pengeujian pembebanan pelat (*plat bearing test*) menurut ASSHTO T.222-81 diatas perkerasan lama yang selanjutnya dikorelasikan terhadap nilai CBR menurut gambar 2.21 , Bila nilai (K) lebih besar dari 140 Kpa/mm (14 kg/cm<sup>3</sup>), maka nilai (K) dianggap sama dengan nilai CBR 50%.



Gambar 2.21 Grafik korelasi nilai (k) dengan CBR

Untuk menentukan modulus reaksi tanah dasar (k) rencana yang mewakili suatu seksi jalan, dipergunakan rumus sebagai berikut :

$$k^o = k - 2 S \text{ (u/ jalan tol) } \dots\dots\dots(2.35)$$

$$k^o = k - 1.64 S \text{ (u/ jalan arteri) } \dots\dots\dots(2.36)$$

$$k^o = k - 1.28 S \text{ (u/ jalan kolektor/lokal) } \dots\dots\dots(2.37)$$

dimana:

$k^o$  = modulus reaksi tanah dasar yang mewakili segmen

$k$  = modulus reaksi tanah dasar rata-rata

$$S = \text{standar deviasi} = \sqrt{\frac{n(\sum k^2) - (\sum k)^2}{n(n-1)}} \dots\dots\dots(2.38)$$

$n$  = jumlah data  $k$

### 2.9.2 Pondasi Bawah

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

Adapun bahan-bahan untuk pondasi bawah dapat berupa :

a) Bahan berbutir :

Persyaratan dan gradasi burtiran pondasi bawah sesuai dengan kelas B, yang diuji gradasinya dan harus memenuhi spesifikasi bahan pondasi bawah, dengan penyimpangan izin 3 % - 5 %.

b) Stabilisasi atau dengan beton kurus giling padat, dapat berupa:

- Stabilisasi dengan material berbutir dengan kadar bahan pengikat sesuai perencanaan, untuk menjamin kekuatan campuran dan ketahanan terhadap erosi. Jenis bahan pengikat dapat berupa :semen, kapur, serta abu terbang.
- Campuran beraspal bergradasi rapat

- Campuran beton kurus giling padat, yang harus mempunyai kuat tekan karakteristik pada umur 28 hari minimum 5,5 Mpa ( $55 \text{ kg/cm}^2$ )

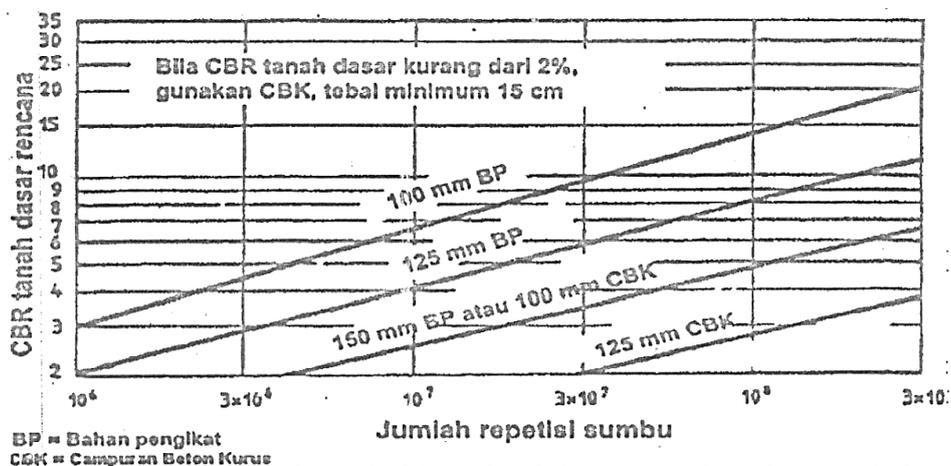
c) Campuran beeton kurus :

Campuran beton kurus (CBK) harus mempunyai kuat tekan beton karakteristik pada umur 28 hari minimum 5 Mpa ( $50 \text{ kg/cm}^2$ ) tanpa menggunakan abu terbang, atau 7 Mpa ( $70 \text{ kg/cm}^2$ ) bila menggunakan abu terbang, dengan tebal minimum 10 cm.

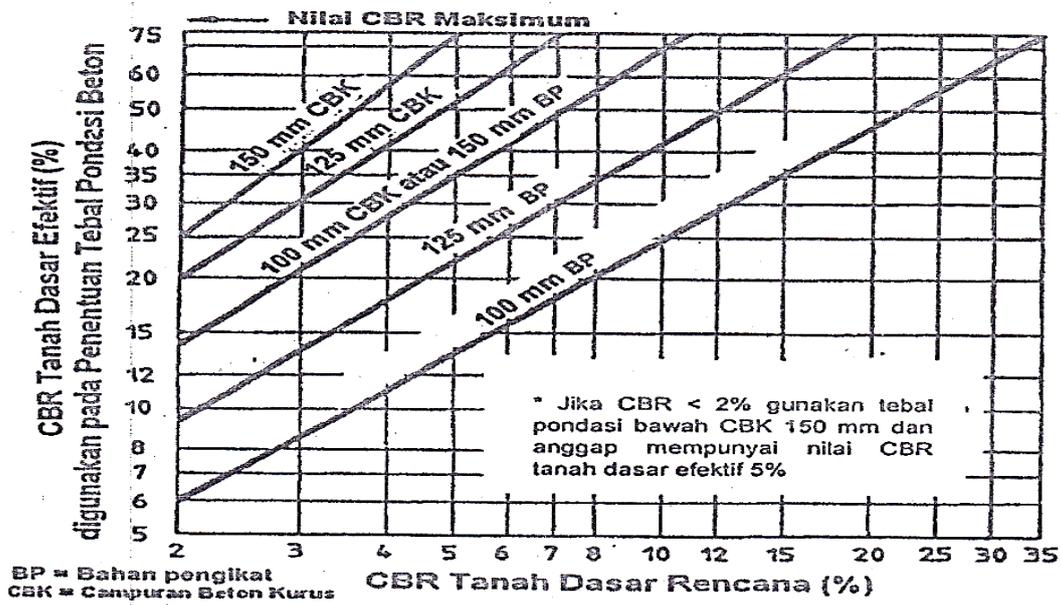
Lapis pondasi bawah perlu diperlebar sampai 60 cm diluar tepi perkerasan beton semen. Untuk tanah ekspansif perlu pertimbangan khusus perihal jenis dan penentuan lebar lapisan pondasi dengan memperhitungkan tegangan pengembangan yang mungkin timbul. Pemasangan lapis pondasi dengan lebar sampai ke tepi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

Tebal lapisan pondasi minimum 10 cm yang paling sedikit mempunyai mutu sesuai dengan SNI No.03-6388-2000.

Bila direncanakan perkerasan beton semen bersambung tanpa ruji, pondasinbawah haarus mempergunakan campuran beton kurus (CBK). Tebal lapis pondasi bawah minimum yang disarankan yang nilai CBR tanah dasar efektif dapat di lihat dari gambar di bawah ini:



Gambar 2.22 Tebal pondasi bawah minimum untuk perkerasan kaku terhadap repetisi sumbu



Gambar 2.23 Tebal pondasi beton minimum untuk perkerasan kaku

### 2.9.3 Beton Semen

Kekuatan beton semen dinyatakan dalam nilai kuat tarik lentur umur 28 hari, yang didapat dari hasil pengujian balok dengan pembebanan tiga titik (ASTM C-78) yang besarnya secara tipikal 3 – 5 Mpa (30 – 50 kg/cm<sup>2</sup>).

Hubungan antara kuat tekan karakteristik dengan kuat tekan tarik lentur beton dapat dengan rumus berikut :

$$F_{cf} = K \cdot (f_c')^{0,50} \text{ dalam Mpa atau } \dots\dots\dots(2.39)$$

$$F_{cf} = 3.13 \cdot (f_c')^{0,50} \text{ dalam kg/cm}^2 \dots\dots\dots(2.40)$$

Dimana :

$f_c'$  = kuat tekan beton karakteristik 28 hari (kg/cm<sup>2</sup>)

$F_{cf}$  = kuat tekan lentur beton 28 hari (kg/cm<sup>2</sup>)

K = konstanta 0,7 untuk agregat tidak dipecah, 0,75 untuk agregat pecah

Bahan beton semen terdiri dari agregat,semen,air,dan bahan tambah jika diperlukan,dengan spesifikasi sebagai berikut :

### 1. Agregat

Agregat yang dipergunakan untuk perkerasan beton semen harus sesuai dengan AASHTO M6-97 untuk agregat halus, dan AASHTO M80-87 untuk agregat kasar.

Ukuran nominal agregat kasar yang didasarkan pada ketebalan perkerasan diperlihatkan pada tabel dibawah ini.

Tabel 2.18. Ukuran nominal agregat kasar terhadap tebal perkerasan

No	Ukuran Agregat Kasar (mm)	Tebal Perkerasan (cm)
1.	19,0	10,0 – 15,0
2.	26,5	15,0 – 17,5
3.	37,5	➤ 17,5

Sumber: Litbang PU, 2003

Ukuran maksimum nominal agregat kasar harus dikombinasikan dengan ukuran yang lebih kecil sesuai dengan persyaratan yang telah ditentukan.

### 2. Semen

Semen yang digunakan untuk pekerjaan beton umumnya tipe I yang harus sesuai dengan SNI 15-2049-1994. Semen harus dipilih dan sesuai dengan lingkungan dimana perkerasan akan digunakan serta kekuatan awalnya harus cukup untuk pemotongan sambungan

### 3. Air

Air harus bersih terbebas dan segala hal yang dapat merugikan dan dapat merusak kekuatan, waktu seting atau keawetan beton serta kekuatan dan keawetan tulangan

#### **4. Bahan Tambah**

Bahan tambah harus sesuai dengan persyaratan ASTM C-494 untuk *waterreducing* dan SNI 03-2496-1991 untuk *air-entraining*.

##### **2.10 Lalu Lintas Untuk Perkerasan Kaku**

Penentuan beban lalu lintas rencana untuk perkerasan beton semen, dinyatakan dalam jumlah sumbu kendaraan niaga (*commercial vehicle*), sesuai dengan konfigurasi sumbu pada lajur rencana selama umur rencana.

Lalu lintas harus dianalisis berdasarkan hasil perhitungan volume lalu lintas dan konfigurasi sumbu, menggunakan data terakhir atau data 2 tahun terakhir.

Konfigurasi sumbu untuk perencanaan terdiri dari 4 jenis kelompok sumbu, sebagai berikut:

- Sumbu tunggal roda tunggal (SIRT)
- Sumbu tunggal roda ganda (STRG)
- Sumbu tandem roda ganda (STdRG)
- Sumbu tridem roda ganda (STrRG)

##### **2.10.1 Lajur Rencana dan Koefisien Distribusi**

Lajur rencana merupakan salah satu lajur lalu lintas dan satu ruas jalan raya yang menampung lalu lintas kendaraan niaga terbesar.

Jika jalan tidak memiliki tanda batas lajur, maka jumlah lajur dan koefisien distribusi (C) kendaraan niaga dapat ditentukan dan lebar perkerasan sesuai dengan tabel dibawah ini

Tabel 2.19 Jumlah lajur berdasarkan lebar perkerasan dan koefisien distribusi (C) kendaraan niaga pada lajur rencana

Lebara Perkerasan (Lp)	Jumlah Lajur (n)	Koefisien Distribusi (C)	
		1 Arah	2 Arah
$L_p < 5,50 \text{ m}$	1 lajur	1	1
$5,50 \text{ m} \leq L_p < 8,25 \text{ m}$	2 lajur	0,70	0,50
$8,25 \text{ m} \leq L_p < 11,25 \text{ m}$	3 lajur	0,50	0,475
$11,23 \text{ m} \leq L_p < 15,00 \text{ m}$	4 lajur	-	0,45
$15,00 \text{ m} \leq L_p < 18,75 \text{ m}$	5 lajur	-	0,425
$18,75 \text{ m} \leq L_p < 22,00 \text{ m}$	6 lajur	-	0,40

Sumber: Dep PU, (2002)

### 2.10.2 Umur Rencana

Umur rencana perkerasan jalan ditentukan atas pertimbangan klasifikasi fungsional jalan, pola lalu lintas serta nilai ekonomis jalan yang bersangkutan, yang dapat ditentukan antara lain dengan metode *Benefit Cost Ratio*, *Internal Rate of Return*, kombinasi dan metode tersebut atau cara lain yang tidak terlepas dan pola pengembangan wilayah.

Umumnya perkerasan kaku/beton semen dapat direncanakan dengan Umur Rencana (UR) 20 tahun sampai 40 tahun.

### 2.10.3 Pertumbuhan Lain Lintas

Volume lalu lintas akan bertambah sesuai dengan umur rencana atau sampai tahap dimana kapasitas jalan dicapai dengan faktor pertumbuhan lalu lintas yang dapat ditentukan berdasarkan rumus sebagai berikut:

$$R = \frac{(1+i)^{UR} - 1}{e \log(1+i)} \dots\dots\dots(2.41)$$

dimana:

R = Faktor pertumbuhan lalu lintas

i = Laju pertumbuhan lalu lintas pertahun dalam %

UR= Umur rencana (tahun)

Faktor pertumbuhan lalu lintas (R) dapat juga ditentukan berdasarkan tabel dibawah ini.

Tabel 2.20 Faktor pertumbuhan lalu lintas (R)

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

Sumber: Dep PU,( 2002 )

#### 2.10.4 Lalu Lintas Rencana

Lalu lintas rencana adalah jumlah komulatif sumbu kendaraan niaga pada lajur rencana selama umur rencana, meliputi proporsi sumbu serta distribusi beban pada setiap jenis sumbu kendaraan.

Beban pada suatu jenis sumbu secara tipikal dikelompokkan dalam interval 10 kN (1 ton) bila diambil dan survei beban.

Jumlah sumbu kendaraan niaga selama umur rencana dihitung dengan rumus berikut:

$$JSKN \text{ JSKN} \times 365 \times R \times C \dots\dots\dots (2.42)$$

Dengan pengertian:

JSKN : Jumlah Total Sumbu Kendaraan Niaga Selama Umur Rencana

JSKNH : Jumlah Total Sumbu Kendaraan Niaga per Hari pada saat Jalan dibuka

R : Faktor Pertumbuhan komulatif

C : Koefisien distribusi kendaraan

### 2.10.5 Faktor Keamanan Beban

Pada penentuan beban rencana, beban sumbu dikalikan dengan faktor kearnanan beban (Fkb). Faktor keamanan beban ini digunakan berkaitan adanya berbagai tingkat realibilitas perencanaan seperti terlihat pada Tabel berikut:

Tabel 2.21 Faktor Keamanan beban (Fkb)

No	Penggunaan	Nilai $F_{kb}$
1	Jalan bebas hambatan utama (major freeway) dan jalan berlajur banyak, yang aliran lalu lintasnya tidak terhambat serta volume kendaraan niaga yang tinggi. Bila menggunakan data lalu lintas dari hasil survei beban (weiht-in-motion) dan adanya kemungkinan route alternatif, maka nilai faktor keaman beban dapat dikurangi menjadi 1,15	1,2
2	Jalan bebas hambatan (freeway) dana jalan arteri dengan volume kendaraan niaga menengah.	1,1
3	Jalan dengan volume kendaraan niaga rendah	1,0

Sumber: Dep PU,( 2002 )

### 2.11 Bahu jalan

Bahu jalan dapat di buat dari bahan lapisan pondasi bawah dengan atau tanpa lapisan penutup beraspal atau lapisan beton semen.

Perbedaan kekuatan antara bahu dengan jujur lalu lintas akan memberikan pengaruh pada kinerja perkerasan. Hal tersebut dapat diatsai dengan bahu beton semen, sehingga akan meningkatkan kinerja perkerasan dan mengurangi tebal pelat, yang dimaksud dengan bahu beton semen dalam pedoman ini dalah bahu yang dikunci dan diikatan dengan lajur lalu lintas dengan lebar minimum 1,50 m

atau bahu yang menyatu dengan lajur lalu lintas selebar 0,60 m yang juga dapat mencakup saluran dan kreb.

## 2.12 Sambungan

Sambungan pada perkerasan beton semen ditunjukkan untuk :

- Mengatasi tegangan dan pengendalian retak yang disebabkan oleh penyusutan, pengaruh lenting serta beban lalu lintas.
- Memudahkan pelaksanaan
- Mengakomodasikan gerakan pelat

Pada perkerasan beton semen terdapat beberapa jenis sambungan antara lain:

- Sambungan memanjang
- Sambungan melintang
- Sambungan isolasi

Semua sambungan harus ditutup dengan bahan penutup (*joint sealer*), kecuali pada

sambungan isolasi terlebih dahulu harus diberi bahan pengisi (*joint filler*).

### 2.12.1 Sambungan memanjang dengan batang pengikat (*tie bars*)

Pemasangan sambungan memanjang ditujukan untuk mengendalikan terjadinya retak memanjang. Jarak antar sambungan memanjang sekitar 3- 4 m. Sambungan memanjang harus dilengkapi dengan batang ulir dengan mutu minimum BJTU-24 dan berdiameter 16 mm.

Ukuran batang pengikat dihitung dengan persamaan sebagai berikut :

$$A_t = 204 \times b \times h \dots\dots\dots(2.43)$$

$$l = (38,3 \times \varphi) + 75 \dots\dots\dots(2.44)$$

Dengan pengertian :

$A_t$  = Luas penampang tulangan per meter panjang sambungan ( $\text{mm}^2$ ).

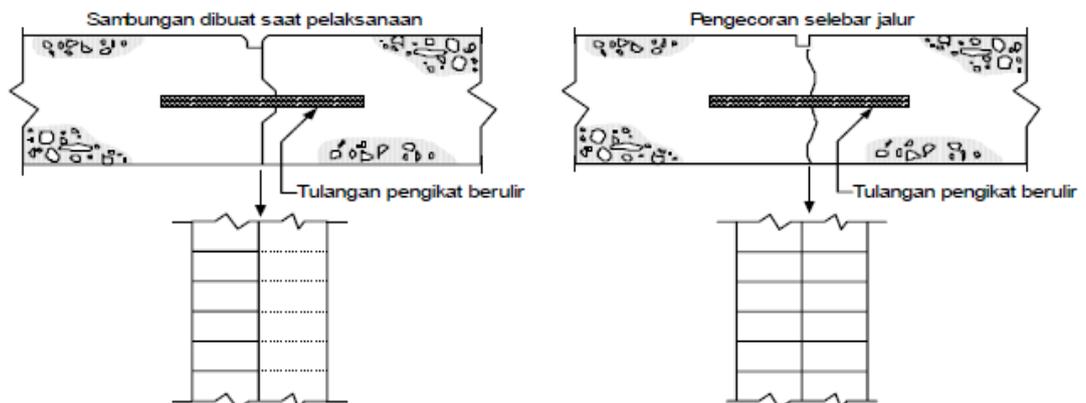
$B$  = Jarak terkecil antar sambungan atau jarak sambungan dengan tepi perkerasan (m).

$h$  = Tebal pelat (m).

$l$  = Panjang batang pengikat (mm).

$\phi$  = Diameter batang pengikat yang dipilih (mm).

Jarak batang pengikat yang digunakan adalah 75 cm. Tipikal sambungan memanjang diperlihatkan pada Gambar 2.24

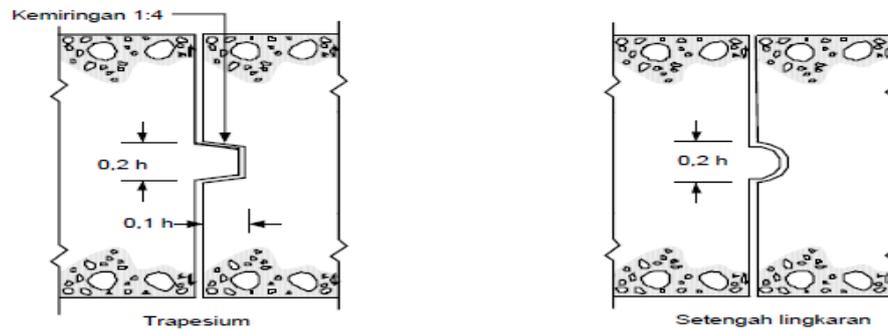


Gambar 2.24 Tripikal sambungan memanjang

### 2.12.2 Sambungan Pelaksanaan Memanjang

Sambungan pelaksanaan memanjang umumnya dilakukan dengan cara penguncian. Bentuk dan ukuran penguncian dapat berbentuk trapesium atau setengah lingkaran sebagai mana diperlihatkan pada Gambar 2.25.

Sebelum penghamparan pelat beton di sebelahnya, permukaan sambungan pelaksanaan harus dicat dengan aspal atau kapur tembok untuk mencegah terjadinya ikatan beton lama dengan yang baru.



Gambar 2.25 Ukuran Standar Pengucian Sambungan Memanjang

### 2.12.3 Sambungan Susut Memanjang

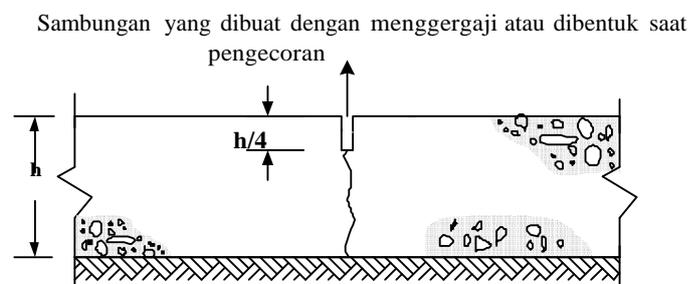
Sambungan susut memanjang dapat dilakukan dengan salah satu dari dua cara ini, yaitu menggergaji atau membentuk pada saat beton masih plastis dengan kedalaman sepertiga dari tebal pelat.

### 2.12.4 Sambungan Susut dan Sambungan Pelaksanaan Melintang

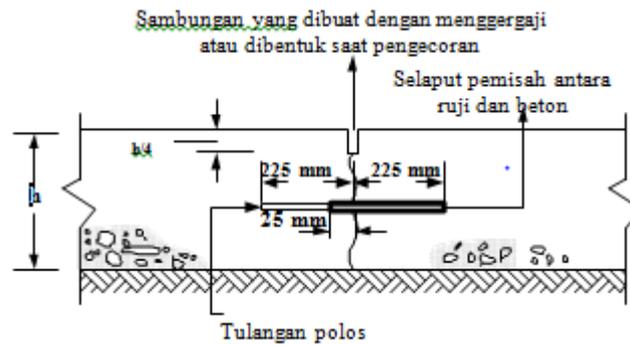
Ujung sambungan ini harus tegak lurus terhadap sumbu memanjang jalan dan tepi perkerasan. Untuk mengurangi beban dinamis, sambungan melintang harus dipasang dengan kemiringan 1 : 10 searah perputaran jarum jam.

### 2.12.5 Sambungan susut melintang

Kedalaman sambungan kurang lebih mencapai seperempat dari tebal pelat untuk perkerasan dengan lapis pondasi berbutir atau sepertiga dari tebal pelat untuk lapis pondasi stabilisasi semen sebagai mana diperlihatkan pada gambar berikut :



Gambar 2.26 Sambungan Susut Melintang tanpa ruji



Gambar 2.27 Sambungan Susut Melintang dengan ruji

Jarak sambungan susut melintang untuk perkerasan beton bersambung tanpa tulangan sekitar 4 - 5 m, sedangkan untuk perkerasan beton bersambung dengan tulangan 8 - 15 m dan untuk sambungan perkerasan beton menerus dengan tulangan sesuai dengan kemampuan pelaksanaan. Sambungan ini harus dilengkapi dengan ruji polos panjang 45 cm, jarak antara ruji 30 cm, lurus dan bebas dari tonjolan tajam yang akan mempengaruhi gerakan bebas pada saat pelat beton menyusut. Setengah panjang ruji polos harus dicat atau dilumuri dengan bahan anti lengket untuk menjamin tidak ada ikatan dengan beton. Diameter ruji tergantung pada tebal pelat beton sebagaimana terlihat pada Tabel 2.22.

Tabel 2.22 Diameter ruji

No	Tebal pelat beton, h (mm)	Diameter ruji (mm)
1	$125 < h \leq 140$	20
2	$140 < h \leq 160$	24
3	$160 < h \leq 190$	28
4	$190 < h \leq 220$	33
5	$220 < h \leq 250$	36

Sumber :Perencanaan Perkerasan Semen Beton Dep PU, 2002

### 2.13 Perencanaan tebal pelat

Tebal pelat taksiran dipilih dan total fatik serta kerusakan erosi dihitung berdasarkan komposisi lalu-lintas selama umur rencana. Jika kerusakan fatik atau erosi lebih dari 100%, tebal taksiran dinaikan dan proses perencanaan diulangi.

Tebal rencana adalah tebal taksiran yang paling kecil yang mempunyai total fatik dan atau total kerusakan erosi lebih kecil atau sama dengan 100%.

### 2.14 Perencanaan tulangan

Tujuan utama penulangan untuk :

- Membatasi lebar retakan, agar kekuatan pelat tetap dapat dipertahankan
- Memungkinkan penggunaan pelat yang lebih panjang agar dapat mengurangi jumlah sambungan melintang sehingga dapat meningkatkan kenyamanan
- Mengurangi biaya pemeliharaan

Jumlah tulangan yang diperlukan dipengaruhi oleh jarak sambungan susut, sedangkan dalam hal beton bertulang menerus, diperlukan jumlah tulangan yang cukup untuk mengurangi sambungan susut.

#### 2.14.1 Perkerasan beton semen bersambung tanpa tulangan

Pada perkerasan beton semen bersambung tanpa tulangan, ada kemungkinan penulangan perlu dipasang guna mengendalikan retak. Bagian-bagian pelat yang diperkirakan akan mengalami retak akibat konsentrasi tegangan yang tidak dapat dihindari dengan pengaturan pola sambungan, maka pelat harus diberi tulangan.

Penerapan tulangan umumnya dilaksanakan pada :

- a. Pelat dengan bentuk tak lazim (*odd-shaped slabs*),

Pelat disebut tidak lazim bila perbandingan antara panjang dengan lebar lebih besar dari 1,25, atau bila pola sambungan pada pelat tidak benar-benar berbentuk bujur sangkar atau empat persegi panjang.

- b. Pelat dengan sambungan tidak sejalur (*mismatched joints*).
- c. Pelat berlubang (*pits or structures*).

#### 2.14.2 Perkerasan beton semen bersambung dengan tulangan

Luas penampang tulangan dapat dihitung dengan persamaan berikut :

$$A_s = \frac{\mu \cdot L \cdot M \cdot g \cdot h}{2 \cdot f_s} \dots\dots\dots(2.45)$$

Dengan pengertian:

- $A_s$  : luas penampang tulangan baja ( $\text{mm}^2/\text{m}$  lebar pelat)
- $f_s$  : kuat-tarik ijin tulangan (MPa). Biasanya 0,6 kali tegangan leleh.
- $g$  : gravitasi ( $\text{m}/\text{detik}^2$ ).
- $h$  : tebal pelat beton (m)
- $L$  : jarak antara sambungan yang tidak diikat dan/atau tepi bebas pelat (m)
- $M$  : berat per satuan volume pelat ( $\text{kg}/\text{m}^3$ )
- $\mu$  : koefisien gesek antara pelat beton dan pondasi bawah.

Adapun nilai koefisien gesek antara pelat beton (slab) dengan lapis pondasi dibawahnya dapat dilihat dari tabel berikut ini :

Tabel 2.23 Nilai Koefisien Gese

Type Material dibawah Slab	Koefisien Gesek ( $\mu$ )
• Burtu, Lapen dan kontruksi sejenis	2,2
• Aspal Beton, Lataston	1,8
• Stabilisasi Kapur	1,8
• Stabilisasi aspal	1,8
• Stabilisassi semen	1,8
• Koral sungai	1,5
• Batu pecah	1,5
• Sirtu	1,2
• Tanah	0,9

