

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Dasar 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 suatu hasil survey lapangan, kemudian dianalisis berdasarkan acuan perencanaan yang berlaku. Acuan perencanaan yang dimaksud adalah sesuai dengan standar perencanaan geometrik yang dianut di Indonesia.

2.2 Klasifikasi Jalan

2.1.1 Klasifikasi jalan menurut volume lalu lintas

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

Tabel 2.1 Klasifikasi menurut volume lalu lintas

Fungsi	Kelas	LHR dalam smp
Utama	I	> 20.000
Sekunder	II A	6.000 sampai 20.000
	II B	1.500 sampai 8.000
	II C	< 20.000
Penghubung	III	-

(Sumber : PPCGR No. 13 / 1970)

a) Kelas I :

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

b) Kelas II :

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

– Kelas II A

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

– Kelas II B

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

– Kelas II C

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

c) Kelas III :

Kelas jalan ini mencakup semua jalan-jalan penghubung dan merupakan konstruksi jalan berjalur tunggal atau dua. Konstruksi permukaan jalan yang paling tinggi adalah peleburan dengan aspal. Untuk melihat setiap kendaraan kedalam satuan mobil penumpang (smp), bagi jalan-jalan di daerah datar digunakan koefisien di bawah ini sesuai dengan Peraturan Perencanaan Geometrik Jalan Raya (PPGJR) No. 13 / 1970 :

- Sepeda : 0,5
- Mobil Penumpang / Sepeda Motor : 1
- Truk Ringan (Berat Kotor < 5 Ton) : 2

- Truk Sedang (Berat Kotor > 5 Ton) : 2,5
- Bus : 3
- Truk Berat (Berat Kotor > 10 Ton) : 3
- Kendaraan Tak Bermotor : 7

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

2.2.2 Klasifikasi jalan menurut fungsinya

Menurut fungsinya jalan terbagi atas :

- a) Jalan Arteri adalah jalan yang melayani angkutan utama dengan ciri-ciri perjalanan jarak jauh, kecepatan rata-rata tinggi, dan jumlah jalan masuk dibatasi secara efisien.
- b) Jalan kolektor adalah jalan yang melayani angkutan pengumpul/pembagi dengan ciri-ciri perjalanan jarak sedang, kecepatan rata-rata sedang dan jumlah jalan masuk dibatasi.
- c) Jalan lokal adalah jalan yang melayani angkutan setempat dengan ciri-ciri perjalanan jarak dekat, kecepatan rata-rata rendah dan jumlah jalan masuk dibatasi.

2.1.2 Klasifikasi Menurut Kelas Jalan

Klasifikasi kelas jalan ditentukan sebagai berikut :

- a) Klasifikasi menurut kelas jalan berkaitan dengan kemampuan jalan untuk menerima beban lalu lintas, dinyatakan dalam muatan sumbu terberat (MTS) dalam satuan ton.
- b) Klasifikasi menurut kelas jalan dan ketentuannya serta berkaitan dengan klasifikasi menurut fungsi jalan dapat dilihat dalam tabel 2.2 (Pasal 11, PP. No 43 / 1993).

Tabel 2.2 Klafisikasi jalan menurut kelas jalan

F u n g s i	K e l a s	Muatan Sumbu Terberat, MST (Ton)
Arteri	I	> 10
	II	10
	III A	8
Kolektor	III A	8
	III B	

(Sumber : TPGJAK No.038 / T / BM / 1997)

2.1.3 Klasifikasi Menurut Medan Jalan

Klasifikasi medan jalan ditentukan sebagai berikut :

- a) Medan jalan diklasifikasikan berdasarkan kondisi sebagian besar kemiringan medan yang diukur tegak lurus dgaris kontur.
- b) Klasifikasi menurut medan jalan untuk perencanaan geometrik dapat dilihat dalam tabel 2.3
- c) Keseragaman kondisi medan yang diproyeksikan harus mempertimbangkan keseragaman kondisi medan menurut rencana trase jalan dengan mengabaikan perubahan-perubahan pada bagian kesil dari segmen rencana jalan tersebut.

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 No.038 / T / BM / 1997)

2.1.4 Klasifikasi Menurut Wewenang Pembinaan Jalan

Klasifikasi jalan menurut wewenang pembinaannya sesuai PP. No.26 / 1985 adalah:

- a) Jalan Nasional
 - Jalan Arteri Primer
 - Jalan Kolektor Primer yang menghubungkan antar Ibu Kota provinsi
 - Jalan selain dari pada yang termasuk dalam angka 1 dan 2, yang mempunyai strategis terhadap kepentingan Nasional.

Penetapan status suatu jalan sebagai Jalan Nasional dilakukan dengan keputusan Menteri Dalam Negeri.



Gambar 2.1 Jalan Nasional (Jalan Tol Cikampek)

- b) Jalan Provinsi
 - Jalan kolektor primer yang menghubungkan Ibu Kota Provinsi dengan Ibu Kota Kabupaten/Kotamadya.
 - Jalan kolektor primer yang menghubungkan antar Ibu Kota Kabupaten/Kotamadya.
 - Jalan dalam daerah khusus Ibu Kota Jakarta, kecuali jalan yang telah ditetapkan sebagai jalan Nasional.

Penetapan suatu status jalan sebagai jalan provinsi dilakukan dengan keputusan Menteri Dalam Negeri atas usul Pemerintah Daerah Tingkat I yang bersangkutan dengan memperhatikan pendapat Menteri Dalam Negeri.



Gambar 2.2 Jalan Provinsi (Jalan Indralaya-Palembang)

c) Jalan Kabupaten.

- Jalan kolektor primer yang tidak termasuk Jalan Nasional dan Provinsi.
- Jalan Lokal Primer
- Jalan Sekunder selain jalan Nasional dan Propinsi
- Jalan selain dari pada yang termasuk dalam angka 1, angka 2 dan angka 3 yang mempunyai nilai strategis terhadap kepentingan Kabupaten.

Penetapan status suatu jalan sebagai jalan Kabupaten dilakukan dengan keputusan Gubernur Kepala Daerah Tingkat I atas usul Pemerintah Daerah Tingkat II dengan memperhatikan pedoman yang telah ditetapkan oleh Menteri Dalam Negeri.



Gambar 2.3 Jalan Kabupaten (Jalan Banyuasin III)

d) Jalan Kota

Jaringan jalan sekunder didalam kota, jalan arteri sekunder, jalan kolektor sekunder dan jalan lokal sekunder yang penetapannya dilakukan oleh Gubernur Kepala Daerah Tingkat I atas usul Pemerintah Kota dengan memperhatikan pedoman yang ditetapkan Menteri Dalam Negeri.



Gambar 2.4 Jalan Kota (Jalan R.Sukamto Palembang)

e) Jalan Desa

Jaringan jalan sekunder di dalam desa yang penetapannya dilakukan oleh keputusan Kepala Daerah Tingkat II dengan memperhatikan pedoman yang telah ditetapkan oleh Menteri Dalam Negeri.



Gambar 2.5 Jalan Desa (Jalan Kel.Talang Betutu)

f) Jalan Khusus

Jalan yang dibangun dan dipelihara oleh Instansi/Badan Hukum/Perorangan untuk melayani kepentingan masing-masing. Sebagai contoh yang termasuk jalan khusus ialah Jalan Tol, Jalan dalam lingkungan daerah pengembangan.



Gambar 2.6 Jalan Khusus (Jalan khusus angkutan batu bara Muara Enim)

2.3 Karakteristik Lalulintas

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 suatu segmen jalan yang ditinjau.

Besarnya volume atau arus lalu lintas diperlukan untuk menentukan jumlah dan lebar lajur jalan dalam penentuan karakteristik geometrik, sedangkan jenis kendaraan akan menentukan kelas beban atau MTS (Muatan Sumbu Terberat) yang berpengaruh langsung pada perencanaan konstruksi perkerasan.

Analisis data lalu lintas 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 atas pejalan kaki sebagai bagian dari lalu lintas, sedangkan unsur lalu lintas diatas roda disebut kendaraan dengan unit (kendaraan).

2.3.1 Kendaraan Rencana

Kendaraan rencana adalah kendaraan yang dimensi dan radius putarnya dipakai sebagai acuan dalam perencanaan geometrik. Pengelompokan kendaraan rencana untuk perencanaan geometrik jalan antar kota adalah sebagai berikut:

1. Kendaraan Ringan / Kecil

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

2. Kendaraan Sedang

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

3. Kendaraan Berat / Besar

– Bus Besar

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

– Truk Besar

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

4. Sepeda Motor

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

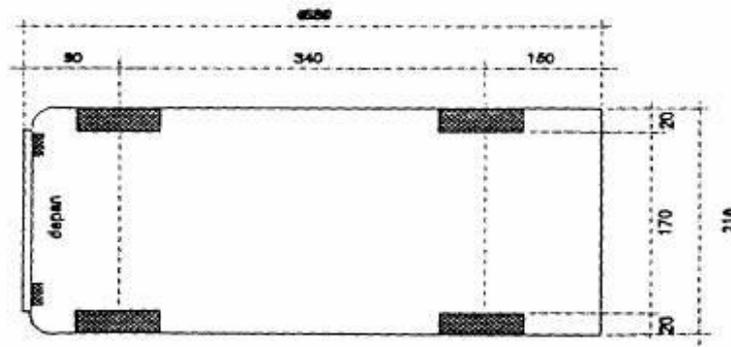
5. Kendaraan Tak Bermotor (UM)

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

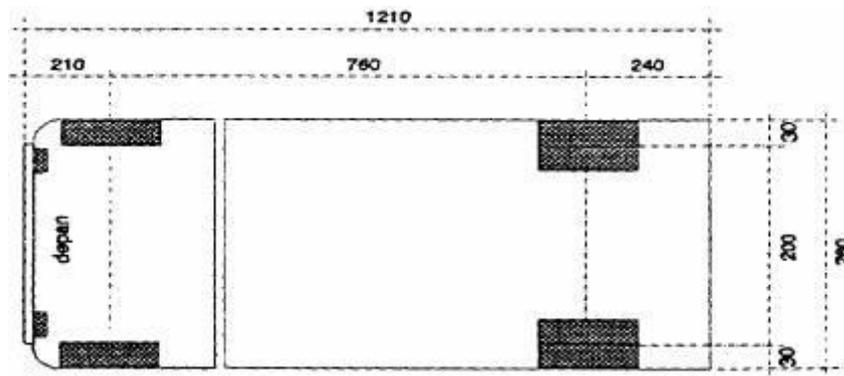
Tabel 2.4 Dimensi kendaraan rencana

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

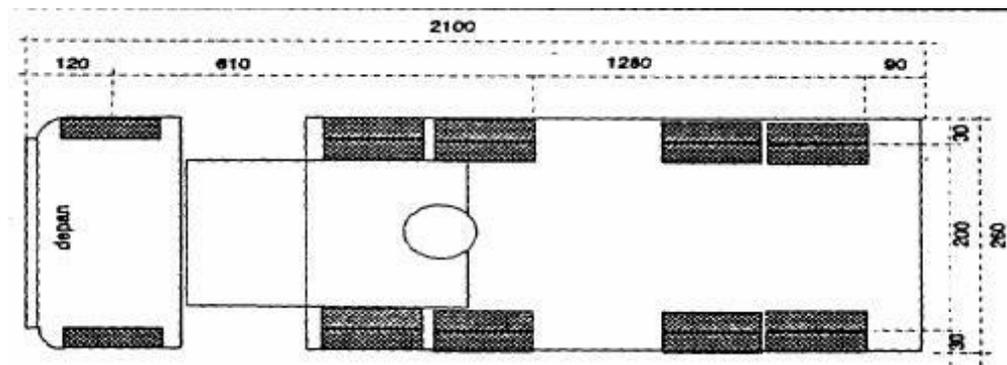
(Sumber : TPGJAK No.038 / T / BM / 1997)



Gambar 2.7 Dimensi Kendaraan Kecil



Gambar 2.8 Dimensi Kendaraan Sedang



Gambar 2.9 Dimensi Kendaraan Besar

2.3.2 Komposisi Lalulintas

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

1. Satuan Mobil Penumpang (smp)

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

2. Ekuivalen Mobil Penumpang

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

Tabel 2.5 Ekuivalen 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 : TPGJAK No.038 / T / BM / 1997)

3. Faktor (F)

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

4. Faktor VLHR (K)

Faktor untuk mengubah volume lalu lintas pada jam sibuk tahun rencana lalu lintas, dinyatakan dalam SMP/jam, dihitung dengan rumus :

$$VJR = VLHR \times \frac{K}{F} \dots \dots \dots (2.1)$$

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

Tabel 2.6. Penentuan Faktor K dan F Berdasarkan volume lalu lintas 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 : TPGJAK No.038 / T / BM / 1997)

5. Kapasitas (C)

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

6. Derajat Kejenuhan (DS)

Rasio volume lalu lintas terhadap kapasitas (biasanya dihitung per jam).

2.3.3 Kecepatan Rencana

V_R adalah kecepatan rencana pada suatu ruas jalan yang dipilih sebagai dasar perencanaan geometrik yang memungkinkan kendaraan-kendaraan bergerak dengan aman dan nyaman dalam kondisi cuaca yang cerah, lalu lintas yang lenggang, dan pengaruh samping jalan yang tidak berarti. V_R untuk masing-masing fungsi jalan yang ditetapkan dari tabel 2.7 untuk kondisi medan yang sulit,

V_R suatu segmen jalan dapat diturunkan dengan syarat bahwa penurunan tersebut tidak lebih dari 20 km/jam.

Tabel 2.7. Kecepatan Rencana V_R , sesuai dengan Klasifikasi Fungsi dan Klasifikasi Medan 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 No.038 / T / BM / 1997)

2.4 Karakteristik Geometrik

Untuk karakteristik geometrik yang digunakan sebagai acuan perencanaan dan perhitungan geometrik adalah sebagai berikut :

2.4.1 Tipe Jalan

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

- 2 lajur 1 arah (2 / 1)
- 2 lajur 2 arah tak-terbagi (2 / 2 TB)
- Lajur 2 arah tak-terbagi (4 / 2 TB)
- Lajur 2 arah terbagi (4 / 2 B)
- Lajur 2 arah terbagi (6 / 2 B)

2.4.2 Bagian – bagian Jalan

a) Lebar Jalur (W_c)

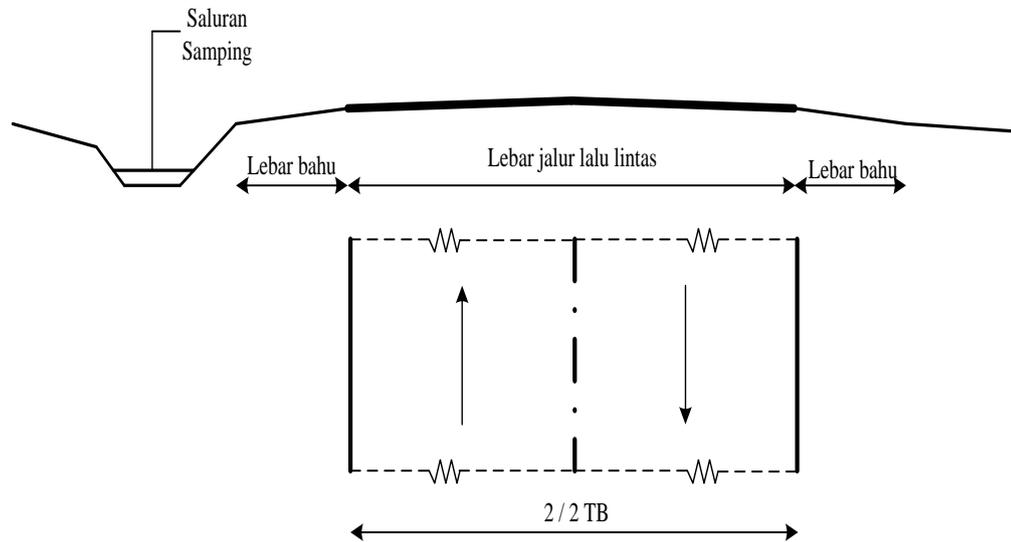
Lebar jalur jalan yang dilewati lalu lintas, tidak termasuk bahu jalan.

b) Lebar Bahu (W_s)

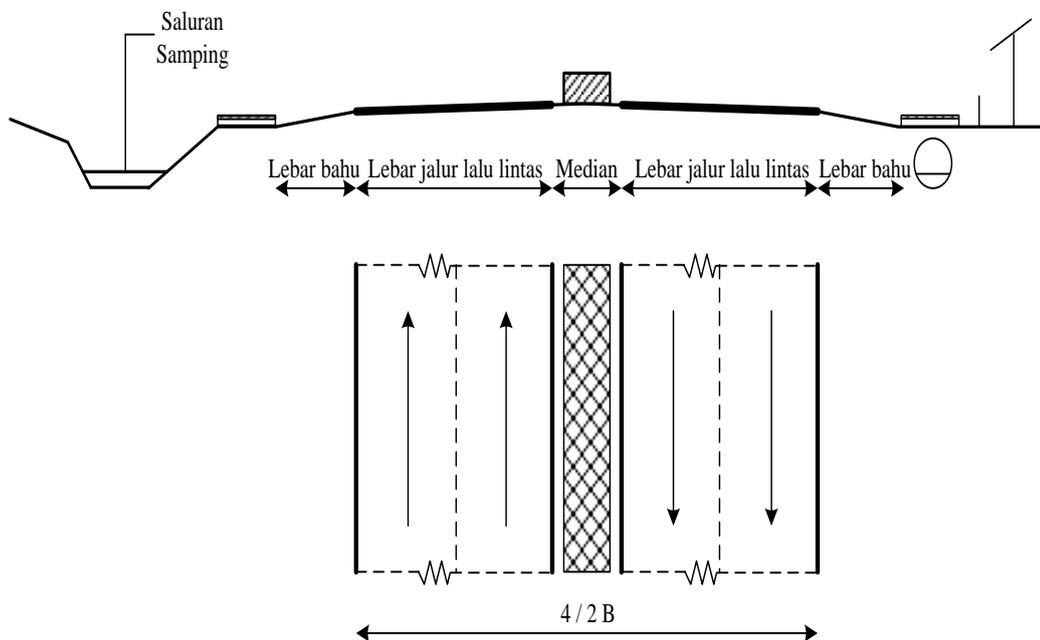
Lebar bahu disamping jalur lalu lintas direncanakan sebagai ruang untuk kendaraan yang sekali-sekali berhenti, pejalan kaki dan kendaraan lambat.

c) Median (M)

Daerah yang memisahkan arah lalu lintas pada suatu segmen jalan, terletak pada bagian tengah (direndahkan / Ditinggikan).



Gambar 2.10 Tipikal Potongan Melintang Normal dan Denah untuk 2 / 2 TB



Gambar 2.11 Tipikal Potongan Melintang Normal dan Denah Untuk 4 / 2 B

Tabel 2.8. Penentuan Lebar Jalur dan Bahu Jalan (m)

VLHR Smp/hari	Arteri				Kolektor				Lokal			
	Ideal		Minimum		Ideal		Minimum		Ideal		Minimum	
	Jalur	Bahu	Jalur	Bahu	Jalur	Bahu	Jalur	Bahu	Jalur	Bahu	Jalur	Bahu
< 3.000	6,0	1,5	4,5	1,0	6,0	1,5	4,5	1,0	6,0	1,0	4,5	1,0
3.000 – 10.000	7,0	2,0	6,0	1,5	7,0	1,5	6,0	1,5	7,0	1,5	6,0	1,0
10.001 – 25.000	7,0	2,0	7,0	2,0	7,0	2,0	MENGACU PADA PERSYARATAN IDEAL				TIDAK DITENTUKAN	
> 25.000	2nx3,5	2,0	2x7, 0	2,0	2nx3,5	2,0						

(Sumber : TPGJAK No 038 /T /BM /1997)

$2n \times 3,5 \gg 2 = 2$ Jalur, $n =$ Jumlah Lajur per Jalur, $3,5 =$ Lebar Per Lajur

2.4.3 Tipe Alinyemen

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

Tabel 2.9. Ketentuan Tipe Alinyemen

Tipe Alinyemen	Lengkung Vertikal Naik + Turun (m/km)	Lengkung Horizontal (rad/km)
Datar (D)	< 10	< 10
Bukit (B)	10 – 30	1,0 – 2,5
Gunung (G)	> 30	> 2,5

(Sumber : TPGJAK No.038 / T / BM / 1997)

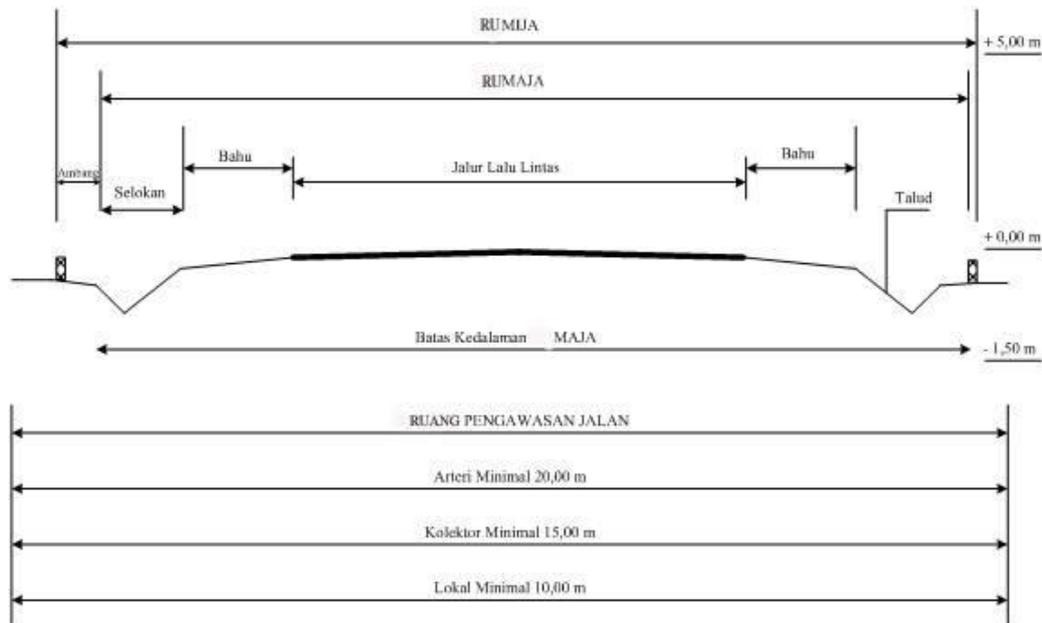
2.4.4 Ruang Penguasaan Jalan

1. Ruang Manfaat Jalan (Rumaja), dibatasi oleh :

Ruang manfaat Jalan adalah daerah yang meliputi seluruh badan jalan, saluran tepi jalan dan ambang pengaman. Badan jalan meliputi lajur lalu lintas dengan atau tanpa jalur pemisah dan bahu jalan :

- Lebar antara batas ambang pengaman konstruksi jalan ke dua sisi jalan.

- Tinggi 5 meter diatas permukaan perkerrasan pada sumbu jalan.
- Kedalaman ruang bebas 1,50 meter dibawah muka jalan.



Gambar 2.12 Rumaja, Rumija, Ruwasja di Lingkungan jalan antar kota.

2. Ruang Manfaat Jalan (Rumaja), dibatasi oleh :

Ruang manfaat Jalan adalah daerah yang meliputi seluruh badan jalan, saluran tepi jalan dan ambang pengaman. Badan jalan meliputi lajur lalu lintas dengan atau tanpa jalur pemisah dan bahu jalan :

- Lebar antara batas ambang pengaman konstruksi jalan ke dua sisi jalan.
- Tinggi 5 meter diatas permukaan perkerrasan pada sumbu jalan.
- Kedalaman ruang bebas 1,50 meter dibawah muka jalan.

3. Ruang Milik Jalan (Rumija)

Ruang milik jalan adalah meliputi seluruh ruang manfaat jalan dan ruang yang diperuntukkan bagi pelebaran jalan dan penambahan jalur lalu lintas kemusian hari serta kebutuhan ruangan untuk pengaman jalan. Ruang milik jalan juga merupakan ruang sepanjang jalan yang juga dibatasi oleh lebar dan tinggi tertentu yang dikuasai oleh pembini jalan dengan suatu hak tertentu, dan biasanya pada setiap jarak 1 km dipasang patok DMJ berwarna

kuning. Ruang milik jalan adalah ruang dibatasi lebar yang sama dengan Rumaja ditambah ambang pengamanan konstruksi jalan setinggi 5 meter dan kedalaman 1,5 meter.

4. Ruang Pengawasan jalan (Ruwasja)

Ruang pengawasan jalan adalah lajur lahan yang berada dibawah pengawasan pembinaan jalan, ditujukan untuk penjagaan terhadap terhalangnya pandangan bebas pengendara kendaraan bermotor dan untuk pengamanan konstruksi jalan dalam hal ruang milik jalan yang tidak mencukupi. Ruwasja juga adalah ruang sepanjang jalan diluar Rumaja yang dibatasi oleh tinggi dan lebar tertentu (Lihat gambar 2.12).

2.5 Perencanaan Geometrik

Perencanaan geometrik jalan adalah perencanaan rute dari suatu ruas jalan secara lengkap, meliputi beberapa elemen yang disesuaikan dengan kelengkapan dan data dasar yang ada atau tersedia dari hasil survey lapangan dan telah dianalisis, serta mengacu pada ketentuan yang berlaku.

- a) Kelengkapan dan data yang harus disiapkan sebelum mulai melakukan perhitungan/perencanaan yaitu :
 - Peta topografi dan peta-peta lainnya (geologi dan tata guna lahan)
 - Kriteria perencanaan
- b) Ketentuan jarak pandang dan beberapa pertimbangan yang diperlukan sebelum mulai melakukan perencanaan, selain didasarkan pada teoritis dan juga praktisnya.
- c) Elemen dalam perencanaan geometrik jalan, yaitu :
 - Alinyemen Horizontal (situasi/plan).
 - Alinyemen Vertikal (potongan memanjang/profil).
 - Potongan Melintang (cross section) & Penggambaran.

2.5.1 Jarak Pandang

Jarak Pandang adalah suatu jarak yang diperlukan oleh seseorang 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 :

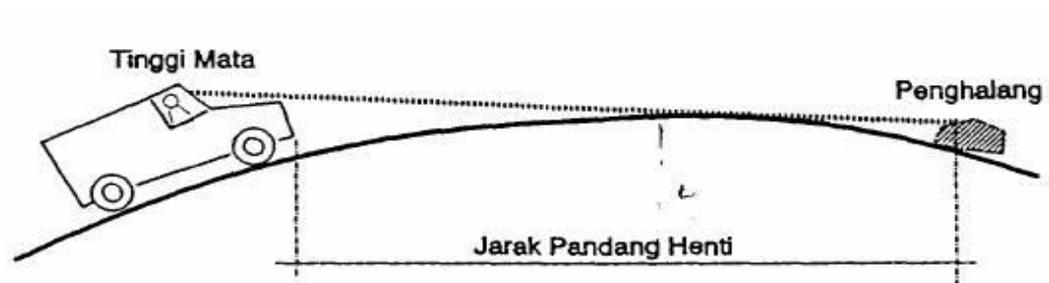
- Jarak Pandang Henti (J_h)
- Jarak Pandang Mendahului (J_d)

Menurut ketentuan Bina Marga adalah sebagai berikut :

a) Jarak Pandang Henti (J_h)

- Jarak Minimum

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



Gambar 2.13. Jarak Pandang Henti

- Asumsi Tinggi

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

- Elemen - J_h

J_h terdiri dari dua elemen jarak, 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 (J_{hr}), adalah jarak yang dibutuhkan untuk menghentikan kendaraan sejak pengemudi menginjak rem sampai kendaraan berhenti.

– Rumus yang digunakan

J_h dalam satuan meter, dapat dihitung dengan rumus :

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

$$J_h = \frac{V_R}{3,6} T + \frac{\left\{ \frac{V_R}{3,6} \right\}^2}{2 \cdot g \cdot f_p} \dots \dots \dots (2.2)$$

Dimana :

V_R = Kecepatan Rencana (km/jam)

T = Waktu Tanggap

g = Percepatan Gravitasi

f_p = Koefisien gesek memanjang antara ban kendaraan dengan perkerasan jalan aspal, ditetapkan 0,28 – 0,45 (menurut AASTHO), f_p akan semakin kecil jika kecepatan (V_R) semakin tinggi dan sebaliknya (menurut Bina Marga, $f_p = 0,35 - 0,55$).

Persamaan diatas dapat disederhanakan menjadi :

- Untuk jalan datar :

$$J_h = 0,278 \cdot V_R \cdot T + \frac{V_R^2}{254 \cdot f_p} \dots \dots \dots (2.3)$$

- Untuk jalan dengan kelandasan tertentu :

$$J_h = 0,278 \cdot V_R \cdot T + \frac{V_R^2}{254 \cdot (f_p \pm L)} \dots \dots \dots (2.4)$$

Dimana :

L = Landai jalan dalam (%) dibagi 100

Tabel 2.10 menampilkan panjang J_h minimum yang dihitung berdasarkan persamaan diatas dengan pembulatan-pembulatan untuk berbagai V_R .

Tabel 2.10. Jarak Pandang Henti (J_h) Minimum

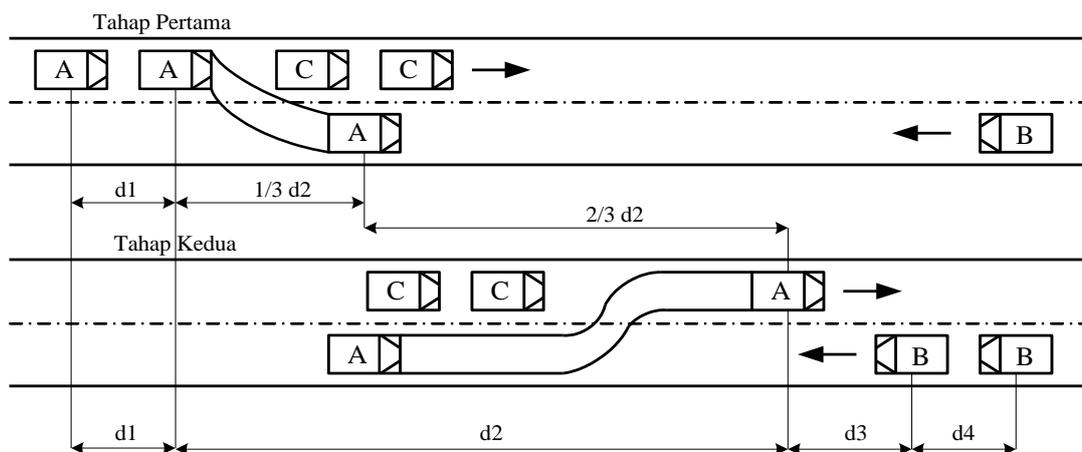
V_R , km/jam	120	100	80	60	50	40	30	20
J_h Minimum (m)	250	175	120	75	55	40	27	16

(Sumber : TPGJAK No.038 / T / BM / 1997)

b) Jarak Pandang Mendahului (J_h)

– Jarak

J_d adalah jarak yang memungkinkan suatu kendaraan mendahului kendaraan lain didepannya dengan aman sampai kendaraan tersebut kembali kelajur semula (lihat gambar 2. dibawah).



Gambar 2.14 Proses Pergerakan Mendahului (2/2 TB)

Keterangan :

A = Kendaraan yang mendahului

B = Kendaraan yang berlawanan arah

C = Kendaraan yang mendahului kendaraan A

– Asumsi Tinggi

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

– Rumus Yang Digunakan

J_d dalam satuan meter ditentukan sebagai berikut :

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

Dimana :

d_1 = Jarak yang ditempuh dalam waktu tanggap (m)

d_2 = Jarak yang ditempuh selama mendahului sampai dengan kembali kelajur semula (m).

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

d_4 = Jarak yang ditempuh oleh kendaraan yang datang dari arah berlawanan (m).

Rumus yang digunakan :

$$d_1 = 0,278 \cdot T_1 \left\{ V_R - m + \frac{a \cdot T_1}{2} \right\} \dots \dots \dots (2.6)$$

$$d_2 = 0,278 \cdot V_R T_1 \dots \dots \dots (2.7)$$

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

$$d_4 = \frac{2}{3} d_2 \dots \dots \dots (2.9)$$

Tabel 2.11 Panjang Jarak Pandang Mendahului berdasarkan V_R

V_R , km/jam	120	100	80	60	50	40	30	20
J_d	800	670	550	350	250	200	150	100

(Sumber : TPGJAK No.038 / T / BM / 1997)

– Penyebaran Lokasi

Lokasi atau daerah untuk mendahului harus disebar sepanjang jalan dengan jumlah panjang minimum 30 % dari panjang total ruas jalan yang direncanakan.

2.5.2 Alinyemen Horizontal

Pada perencanaan alinyemen horizontal, umumnya akan ditemui dua jenis bagian jalan, yaitu : bagian lurus dan bagian lengkung atau umum disebut tikungan. Tikungan yang terdiri dari tiga jenis tikungan yang digunakan, yaitu :

- Lingkaran (Full Circle = FC)
- Spiral – Lingkaran – Spiral (Spiral – Circle – Spiral = S – C – S)
- Spiral – Spiral (S – S)

Desain geometrik jalan pada bagian lengkung dimaksud untuk mengimbangi gaya sentrifugal yang diterima oleh kendaraan yang berjalan pada kecepatan rencana (V_R), sehingga pemakai jalan dapat merasakan keamanan dan kenyamanan.

Untuk keselamatan pemakai jalan, jarak pandang dan daerah bebas samping jalan harus diperhitungkan.

a) Bagian Lurus

Panjang maksimum bagian lurus, harus dapat ditempuh dalam waktu $\leq 2,5$ menit (sesuai V_R), dengan pertimbangankan keselamatan pengemudi akibat kelelahan.

Tabel 2.12 Panjang Bagian Lurus Maksimum

Fungsi	Panjang Bagian Lurus maksimum (m)		
	Datar	Perbukitan	Pegunungan
Arteri	3.000	2.500	2.000
Kolektor	2.000	1.750	1.500

(Sumber : TPGJAK No.038 / T / BM / 1997)

b) Tikungan

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 dengan permukaan aspal yang menimbulkan gaya

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

Rumus umum untuk lengkung horizontal adalah :

$$R = \frac{V_R^2}{127 (e + f)} \dots \dots \dots (2.10)$$

$$D = \frac{25}{2\pi R} \times 360^\circ \dots \dots \dots (2.11)$$

Dimana :

R = Jari-jari lengkung, (m)

D = Derajat lengkung, ($^\circ$)

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

$$R_{min} = \frac{V_R^2}{127 (e_{mak} + f_{mak})} \dots \dots \dots (2.12)$$

$$D_{mak} = \frac{181913,53 (e_{mak} + f_{mak})}{V_R^2} \dots \dots \dots (2.13)$$

Dimana :

R_{min} = Jari-jari tikungan minimum, (m)

V_R = Kecepatan kendaraan rencana, (km/jam)

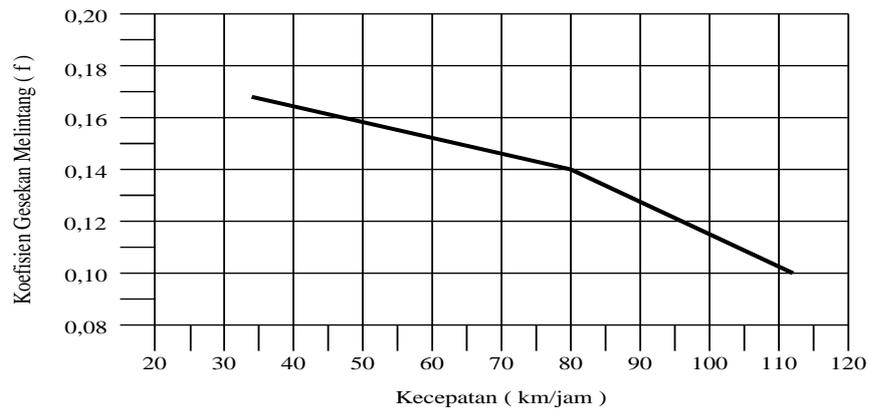
e_{mak} = Superelevasi maksimum, (%)

f_{mak} = Koefisien gesekan melintang maksimum

D = Derajat lengkung

D_{mak} = Derajat maksimu

Untuk pertimbangan perencanaan, digunakan $e_{mak} = 10\%$ dan f_{mak} sesuai gambar 2.15 yang hasilnya dibulatkan. Untuk berbagai variasi kecepatan dapat digunakan tabel 2.13.



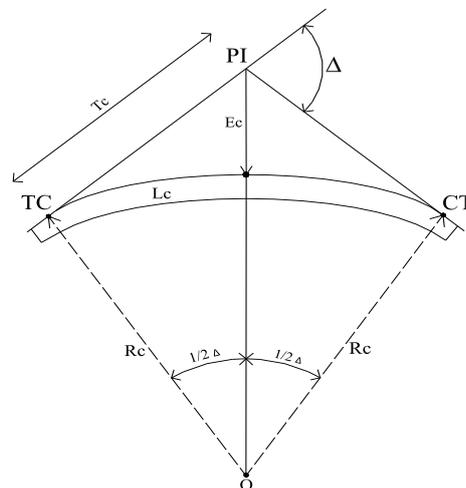
Gambar 2.15. Grafik Nilai (f),
Untuk $e_{\text{mak}} = 6\%$, 8% , dan 10% (Menurut Ashto)

Tabel 2.13. Panjang Jari-jari Miimum (Dibulatkan) untuk $e_{\text{mak}} = 10\%$

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

(Sumber : TPGJAK No.038 / T / BM / 1997)

- Lengkung Peralihan (*Full Circle = F - C*)



Gambar 2.16 Komponen *Full Circle* (FC)

Keterangan :

Δ = Sudut tikungan

O = Titik pusat lingkaran

T_c = Panjang tangen jarak dari TC ke PI atau PI ke CT.

R_c = Jari- jari lingkaran

L_c = Panjang busur lingkaran

E_c = Jarak luar dari PI ke busur lingkaran

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

Tabel 2.14. Jari-jari Tikungan yang tidak memerlukan Lengkung Peralihan

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

(Sumber : TPGJAK No.038 / T / BM / 1997)

$$Tc = Rc \tan \frac{1}{2} \Delta \dots \dots \dots (2.14)$$

$$Ec = Tc \tan \frac{1}{4} \Delta \dots \dots \dots (2.15)$$

$$L_c = \frac{\Delta \cdot 2 \cdot \pi \cdot R_c}{360^\circ} \dots \dots \dots (2.16)$$

- Lengkung Peralihan (*Spiral – Circle – Spiral = S – C – S*)

Lengkung peralihan di buat untuk menghindari terjadinya perubahan alinyemen tiba – tiba dari bentuk ke bentuk lingkaran ($R = \infty \rightarrow R=R_c$), jadi lengkung peralihan ini diletakkan antara bagian lurus dan bagian lingkaran (*Circle*), yaitu pada sebelum dan sesudah tikungan berbentuk busur lingkaran. Dengan adanya lengkung peralihan maka tikungan menggunakan jenis S-C-S.

Panjang lengkung peralihan (L_s), menurut Tata Cara Perencanaan Geometrik Jalan Antar Kota, 1997 diambil nilai terbesar dari tiga persamaan di bawah ini :

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

$$L_s = \frac{V_R}{3,6} T \dots \dots \dots (2.17)$$

- Berdasarkan antisipasi gaya sentrifugal, digunakan rumus Modifikasi Short, sebagai berikut :

$$L_s = 0,222 \frac{V_R^3}{R_C \cdot C} - 2,727 \frac{V_R \cdot e}{C} \dots \dots \dots (2.18)$$

- Berdasarkan tingkat pencapaian kelandaian :

$$L_s = \frac{(e_m - e_n)}{3,6 \cdot r_e} V_R \dots \dots \dots (2.19)$$

Dimana :

T = Waktu tempuh = 3 detik

R_C = Jari-jari busur lingkaran (m)

C = Perubahan percepatan 0,3 – 1,0 disarankan 0,4 m/det³

e = *Superelevasi*

e_m = *Superelevasi* maksimum

e_n = *Superelevasi* normal

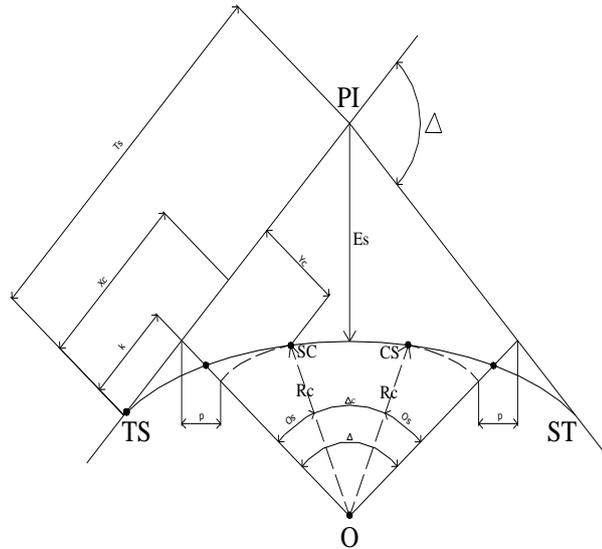
r_e = Tingkat pencapaian perubahan kelandaian melintang jalan, sebagai berikut :

Untuk $V_R \leq 70$ km/jam

r_e mak = 0,035 m/m/det

untuk $V_R \geq 80$ km/jam

r_e mak = 0,025 m/m/det



Gambar 2.17 Komponen *Spiral – Circle – Spiral* (S – C – S)

Keterangan :

X_c = Absis titik SC pada garis tangen, jarak dari titik TS ke SC (jarak lurus lengkung peralihan).

Y_c = Ordinat titik SC pada garis tegak lurus garis tangen, jarak tegak lurus ketitik SC pada lengkung.

L_s = Panjang lengkung peralihan (Panjang dari titik TS ke SC atau CS ke ST).

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

T_s = Panjang tangent dari titik PI ke titik TS atau titik ST.

TS = Titik dari tangent ke spiral.

SC = Titik dari spiral ke lingkaran.

E_s = Jarak dari titik PI ke busur lingkaran.

θ_s = Sudut lengkung spiral.

R_c = Jari-jari lingkaran.

p = Pergeseran tangent terhadap spiral.

K = Absis dari titik p pada garis tangent spiral

Rumus yang digunakan :

$$X_s = L_s \left[1 - \frac{L_s^2}{40 \cdot R_c^2} \right] \dots \dots \dots (2.20)$$

$$L_s = \frac{L_s^2}{6 \cdot R_c^2} \dots \dots \dots (2.21)$$

$$\theta_s = \frac{L_s^2}{\pi \cdot R_c^2} \dots \dots \dots (2.22)$$

$$p = \frac{L_s^2}{6 \cdot R_c^2} - R_c(1 - \cos \theta_s) \dots \dots \dots (2.23)$$

$$k = L_s - \frac{L_s^3}{40 \cdot R_c^2} - R_c \sin \theta_s \dots \dots \dots (2.24)$$

$$T_s = (R_c + p) \tan \frac{1}{2} \Delta + k \dots \dots \dots (2.25)$$

$$E_s = (R_c + p) \sec \frac{1}{2} \Delta - R_c \dots \dots \dots (2.26)$$

$$L_c = \frac{(\Delta - 2\theta_s)}{180} \times \pi \times R_c \dots \dots \dots (2.27)$$

$$L_{tot} = L_c + 2 L_s \dots \dots \dots (2.28)$$

Jika diperoleh $L_c < 25$ m, maka sebaiknya tidak digunakan bentuk S-C-S, tetapi digunakan lengkung S-S, yaitu lengkung yang terdiri dari dua lengkung peralihan.

Jika p yang dihitung dengan rumus :

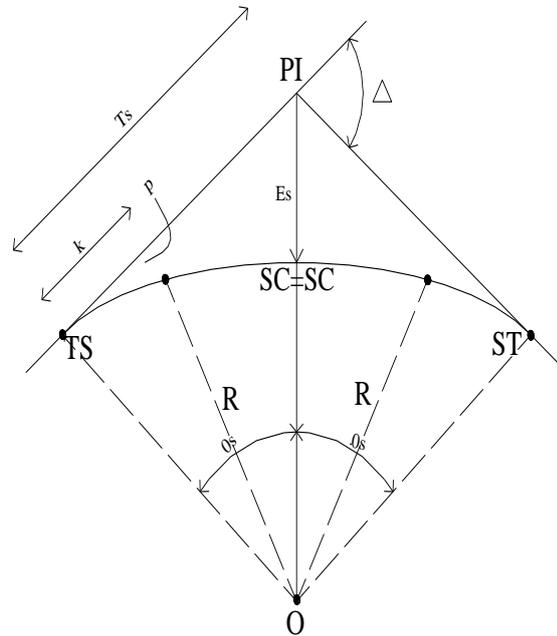
$$p = \frac{L_s^2}{24 \cdot R_c} < 0,25 \text{ m} \dots \dots \dots (2.29)$$

Untuk : $L_s = 1,0$ meter, maka $p = p'$ dan $k = k'$

Untuk : $L_s = L_s$, maka $p = p' \times L_s$ dan $k = k' \times L_s$

Nilai p' dan k' , dapat diambil dari tabel 2.16

- Lengkung Peralihan (*Spiral – Spiral = S – S*).



Gambar 2.18 Komponen *Spiral – Spiral* (S – S)

Untuk bentuk *spiral-spiral* ini berlaku rumus sebagai berikut :

$$L_c = 0 \text{ dan } \theta_s = \frac{1}{2} \Delta \dots \dots \dots (2.30)$$

$$L_{tot} = 2 L_s \dots \dots \dots (2.31)$$

$$\theta_s = \frac{90}{\pi} \frac{L_s}{R_c} \dots \dots \dots (2.32)$$

$$L_s = \frac{\theta_s \pi R_c}{90} \dots \dots \dots (2.33)$$

$$p = \frac{L_s^2}{6 \cdot R_c} - R_c (1 - \cos \theta_s) \dots \dots \dots (2.34)$$

$$k = L_s - \frac{L_s^3}{40 \cdot R_c^2} - R_c \sin \theta_s \dots \dots \dots (2.35)$$

$$T_s = (R_c + p) \tan \frac{1}{2} \Delta + k \dots \dots \dots (2.36)$$

$$E_s = (R_c + p) \sec \frac{1}{2} \Delta - R_c \dots \dots \dots (2.37)$$

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.

Pada tikungan jenis *Full circle* untuk dapat menggambarkan pencapaian kemiringan dari lereng normal ke kemiringan penuh, kita harus hitung dulu lengkung peralihan fiktif (L_s'), adapun L_s' dihitung berdasarkan landaian relative maksimum. L_s' dihitung dengan menggunakan rumus :

$$L_s' = (e + e_n)B \cdot \frac{1}{m} \dots \dots \dots (2.38)$$

Dimana :

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

e = *Superelevasi*

e_n = Kemiringan melintang normal

B = Lebar lajur

Tabel 2.15. Landai Relatif Maksimum

V_R (km/jam)	30	40	50	60	80	100	120
Landai Relative Maksimum	$\frac{1}{100}$	$\frac{1}{120}$	$\frac{1}{140}$	$\frac{1}{160}$	$\frac{1}{200}$	$\frac{1}{240}$	$\frac{1}{280}$

(Sumber : TPGJAK No.038 / T / BM / 1997)

Tabel 2.16. Besaran p' dan k'

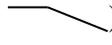
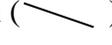
Θ_s	p'	k'	Θ_s	p'	k'
0,5	0,0007272	0,4999987	20,5	0,0307662	0,4977983
0,1	0,0014546	0,4999949	21,0	0,0315644	0,4976861
1,5	0,0021280	0,4999886	21,5	0,0323661	0,4975708
2,0	0,0029098	0,4999797	22,0	0,0331713	0,4974525
2,5	0,0036378	0,4999683	22,5	0,0339801	0,4973311
3,0	0,0043663	0,4999543	23,0	0,0347926	0,4972065
3,5	0,0050953	0,4999377	23,5	0,0356088	0,4970788
4,0	0,0058249	0,4999187	24,0	0,0364288	0,4969479

Lanjutan Tabel 2.16. Besaran p' dan k'

Θ_s	p'	k'	Θ_s	p'	k'
4,5	0,0065551	0,4998970	24,5	0,0372528	0,4968138
5,0	0,0072860	0,4998728	25,0	0,0380807	0,4966766
5,5	0,0080178	0,4998461	25,5	0,0389128	0,4965360
6,0	0,0087506	0,4998167	26,0	0,0397489	0,4963922
6,5	0,0094843	0,4997848	26,5	0,0405893	0,4962450
7,0	0,0102191	0,4997503	27,0	0,0414340	0,4960945
7,5	0,0109550	0,4997132	27,5	0,0422830	0,4959406
8,0	0,0116922	0,4996735	28,0	0,0431365	0,4957834
8,5	0,0124307	0,4996312	28,5	0,0439946	0,4956227
9,0	0,0131706	0,4995862	29,0	0,0448572	0,4954585
9,5	0,0139121	0,4995387	29,5	0,0457245	0,4952908
10,0	0,0146551	0,4994884	30,0	0,0465966	0,4951196
10,5	0,0153997	0,4994365	30,5	0,0474735	0,4949448
11,0	0,0161461	0,4993800	31,0	0,0483554	0,4947665
11,5	0,0168943	0,4993218	31,5	0,0492422	0,4945845
12,0	0,0176444	0,4992609	32,0	0,0501340	0,4943988
12,5	0,1839650	0,4991973	32,5	0,0510310	0,4942094
13,0	0,0191507	0,4991310	33,0	0,0519333	0,4940163
13,5	0,0199070	0,4990619	33,5	0,0528408	0,4938194
14,0	0,0206655	0,4989901	34,0	0,0537536	0,4936187
14,5	0,0214263	0,4989155	34,5	0,0546719	0,4934141
15,0	0,0221896	0,4988381	35,0	0,0555957	0,4932057

c) Pencapaian *Superelevasi*

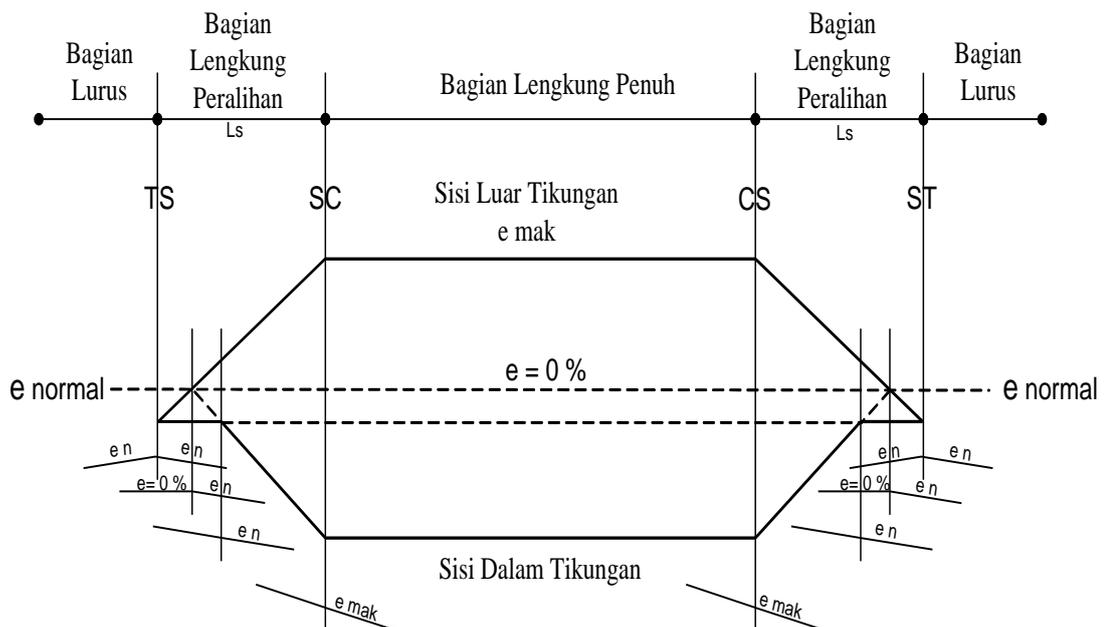
Superelevasi adalah suatu kemiringan melintang di tikungan yang berfungsi mengimbangi gaya sentrifugal yang diterima pada saat berjalan melalui tikungan pada kecepatan V_R . *Superelevasi* dicapai secara bertahap dari kemiringan melintang normal pada bagian jalan yang lurus sampai kemiringan penuh (*Superelevasi*) pada bagian lengkung.

Pada tikungan S-C-S, pencapaian *superelevasi* dilakukan secara linier, diawali dari bentuk normal () sampai awal lengkungan peralihan (TS) yang berbentuk () pada bagian lurus jalan, lalu dilanjutkan sampai *superelevasi* penuh () pada akhir pada bagian lengkungan peralihan (SC).

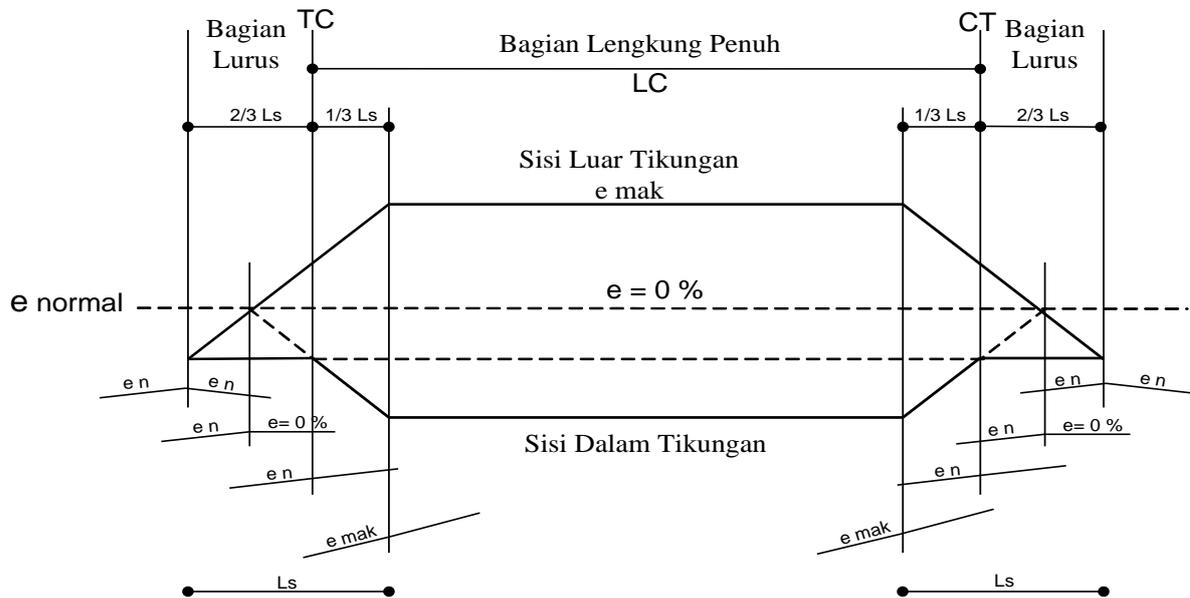
Metoda atau tata cara untuk melakukan *superelevasi*, yaitu dengan mengubah lereng potongan melintang, dilakukan dengan bentuk profil dari tepi perkerasan yang dibundarkan, tetapi disarankan cukup untuk mengambil garis lurus saja.

Ada tiga cara untuk mendapatkan *superelevasi* yaitu:

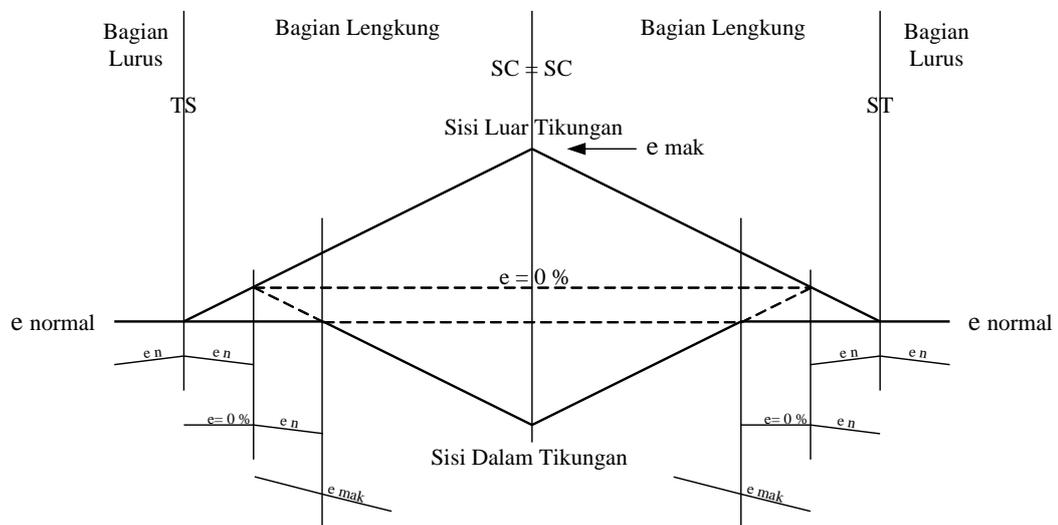
- Memutar perkerasan jalan terhadap profil sumbu.
- Memutar perkerasan jalan terhadap tepi jalan sebelah dalam.
- Memutar perkerasan jalan terhadap tepi jalan sebelah luar.



Gambar 2.19 Metoda Pencapaian *Superelevasi* pada Tikungan Tipe S-C-S
(Contoh untuk Tikungan Kanan)



Gambar 2.20 Metoda Pencapaian *Superelevasi* pada Tikungan Tipe FC dengan Lengkung Peralihan Fiktif.



Gambar 2.21 Metode Pencapaian *Superelevasi* pada Tikungan Tipe S-S
(Contoh untuk Tikungan ke kanan)

d) Pelebaran Di Tikungan

Pelebaran perkerasan atau jalur lintas 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 dan roda belakang tidak sama, yang tergantung dari ukuran kendaraan.

Penentuan lebar pelebaran jalur lalu lintas ditikungan ditinjau dari elemen-elemen : keluar lajur (*off tracking*) dan kesukaran mengemudi ditikungan.

1) Daerah Bebas Samping Di Tikungan

Jarak pandang mengemudi pada lengkung horizontal (ditikungan), adalah pandangan bebas pengemudi dari halangan benda-benda disisi jalan (daerah bebas samping).

- Daerah bebas samping ditikungan adalah ruang untuk menjamin kebebasan pandangan ditikungan sehingga J_h dipenuhi.
- Daerah bebas samping dimaksudkan untuk memberikan kemudahan untuk pandangan ditikungan dengan membebaskan objek-objek penghalang sejauh E (m), diukur dari garis tengah lajur dalam sampai objek penghalang pandangan sehingga persyaratan J_h terpenuhi.
- Daerah bebas samping ditikungan berdasarkan rumus-rumus sebagai berikut:

Jika $J_h < L_t$

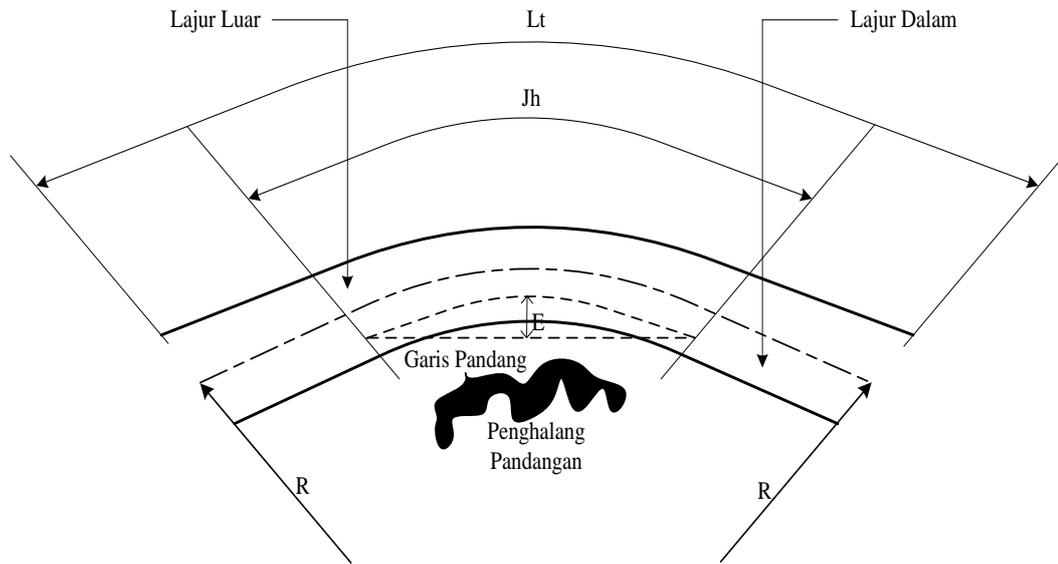
$$E = R' \left\{ 1 - \cos \left(\frac{90^\circ J_h}{\pi \cdot R'} \right) \right\} \dots \dots \dots (2.39)$$

Jika $J_d > L$

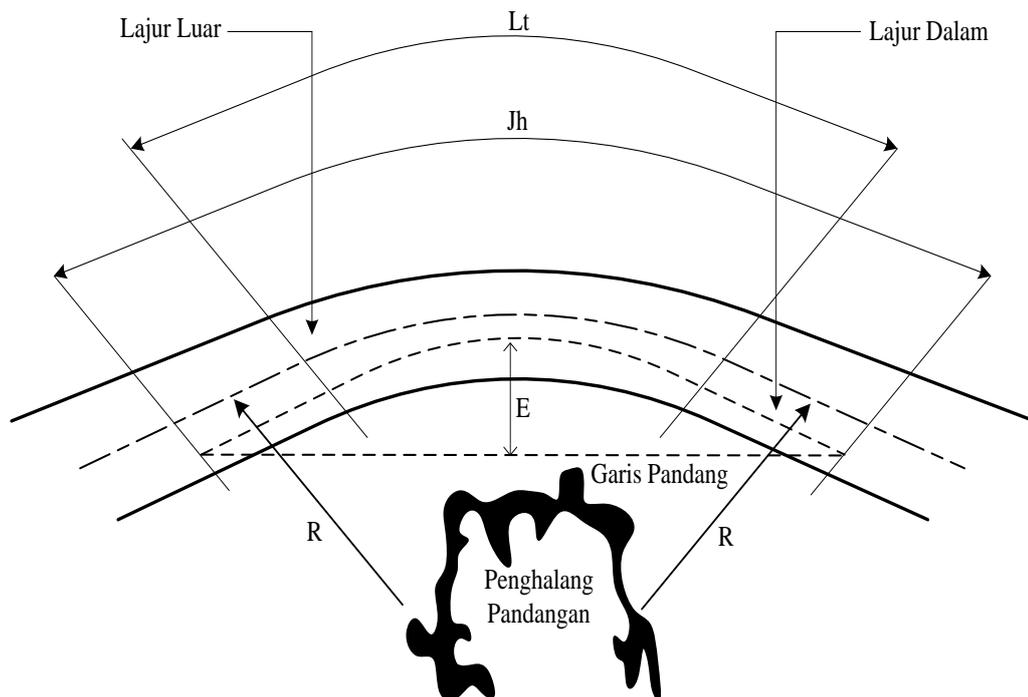
$$E = R' \left\{ 1 - \cos \left(\frac{90^\circ L}{\pi \cdot R'} \right) \right\} + \frac{1}{2} (J_d - L) \sin \left(\frac{90^\circ L}{\pi \cdot R'} \right) \dots \dots \dots (2.40)$$

Dimana :

- R = Jari-jari tikungan (m)
- J_h = Jarak pandang henti (m)
- J_d = Jarak pandang mendahului (m)
- L_t = Panjang tikungan (m)



Gambar 2.22 Daerah Bebas Samping Di Tikungan, Untuk $J_h < L_t$



Gambar 2.23 Daerah Bebas Samping Di Tikungan, Untuk $J_h > L_t$

Untuk menetapkan E dapat menggunakan tabel 2.12 Pada Buku Tata Cara Perencanaan Geometrik Antar Kota, September 1997 Departemen PU Dirjen Bina Marga (terlampir). E tersebut dihitung dengan menggunakan persamaan diatas.

2.5.3 Alinyemen Vertikal

Alinyemen vertikal adalah perencanaan elevasi sumbu jalan pada setiap titik yang ditinjau, berupa profil memanjang. Pada perencanaan alinyemen vertikal akan ditemui kelandaian positif (tanjakan) dan kelandaian negative (turunan), sehingga kombinasi berupa lengkung cembung dan lengkung cekung. Disamping kedua lengkung tersebut ditemui pula kelandaian datar. Kondisi tersebut dipengaruhi oleh keadaan topografi yang dilalui oleh rute jalan rencana. Kondisi topografi tidak saja berpengaruh pada perencanaan alinyemen horizontal, tetapi mempengaruhi perencanaan alinyemen vertikal.

a) Kelandaian

Untuk menghitung dan merencanakan lengkung vertikal, ada beberapa hal yang perlu diperhatikan, yaitu :

– Karakteristik Kendaraan Pada Kelandaian

Hampir seluruh kendaraan penumpang dapat berjalan dengan baik dengan kelandaian 7-8 % tanpa adanya perbedaan dibandingkan dengan bagian datar. Pengamatan menunjukan bahwa mobil penumpang pada kelandaian 3% hanya sedikit sekali pengaruhnya dibandingkan dengan jalan datar. Sedangkan untuk truk, kelandaian akan lebih besar pengaruhnya.

– Kelandaian Maksimum

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

Tabel 2. 17. Kelandaian Maksimum Yang Diijinkan

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

(Sumber : TPGJAK No.038 / T / BM / 1997)

– Kelandaian Minimum

Pada jalan yang menggunkan kreb pada tepi perkerasanya perlu dibuat kelandaian minimum 0,5 % untuk keperluan saluran kemiringan melintang jalan dengan kreb hanya cukup untuk mengalirkan air kesamping.

– Panjang Kritis Suatu Kelandaian

Panjang kritis ini diperlukan sebagai batasan panjang kelandaian maksimum agar pengurangan kecepatan kendaraan tidak lebih banyak dari separuh V_R , lama perjalanan pada panjang kritis tidak lebih dari satu menit.

Tabel 2.18. Panjang Kritis (m)

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

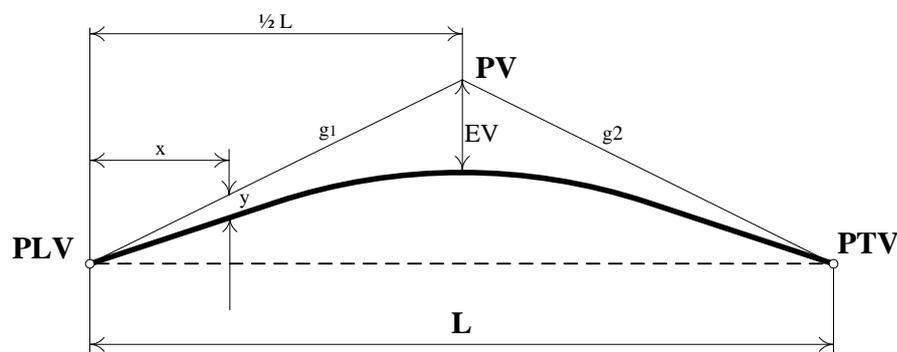
(Sumber : TPGJAK No.038 / T / BM / 1997)

– 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 lajur pendakian dengan kecepatan V_R , sedangkan kendaraan lain masih dapat bergerak dengan kecepatan V_R , sebaliknya dipertimbangkan untuk dibuat lajur tambahan pada bagian kiri dengan ketentuan untuk jalan baru menurut MKJI didasarkan pada BHS (Biaya Siklus Hidup).

b) Lengkung Vertikal

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



Gambar 2.24 Tipikal Lengkung Vertikal berbentuk Parabola

Rumus yang digunakan :

$$A = g_2 - g_1 \dots \dots \dots (2.41)$$

$$EV = \frac{A \cdot L}{800} \dots \dots \dots (2.42)$$

$$E_{PLV} = E_{PV} \pm g \cdot \frac{1}{2} \dots \dots \dots (2.43)$$

$$y = \frac{A \cdot (x)^2}{200 \cdot L} \dots \dots \dots (2.44)$$

Dimana :

x = Jarak dari titik PLV ketitik yang ditinjau STA

y = Perbedaan elevasi antara titik PLV dan titik yang ditinjau pada STA, (m)

L = Panjang lengkung vertikal varabola, yang merupakan jarak proyeksi dari titik PLV dan titik PTV, (STA)

g1 = Kelandaian tangent dari titik PLV, (%)

g_2 = Kelandaian tangent dari titik PTV, (%)

A = Perbedaan Aljabar Kelandaian

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

– Lengkung Vertikal Cembung

Ketentuan tinggi menurut Bina Marga (1997) untuk lengkung cembung seperti pada tabel 2.17.

Tabel 2.19. Ketentuan Tinggi jenis Jarak Pandang

Untuk jarak Pandang	h_1 (m) Tinggi Mata	h_2 Tinggi Objek
Henti (J_h)	1,05	0,15
Mendahului (J_d)	1,05	1,05

(Sumber : TPGJAK No.038 / T / BM / 1997)

- Panjang L , berdasarkan J_h

$$J_h < L, \text{ maka : } L = \frac{A \cdot J_h^2}{399} \dots \dots \dots (2.45)$$

$$J_h < L, \text{ maka : } L = 2 J_h - \frac{399}{A} \dots \dots \dots (2.46)$$

- Panjang L , berdasarkan J_d

$$J_d < L, \text{ maka : } L = \frac{A \cdot J_d^2}{840} \dots \dots \dots (2.47)$$

$$J_d < L, \text{ maka : } L = 2 J_d - \frac{840}{A} \dots \dots \dots (2.48)$$

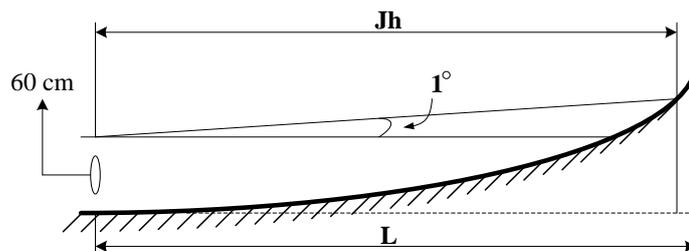
Panjang lengkung vertikal cembung (L), yang diperoleh dari rumus (2.47,2.48) pada umumnya akan menghasilkan L lebih panjang dari pada jika menggunakan rumus (2.45,2.46).

Untuk menghemat biaya, L dapat ditentukan dengan rumus (2.45,2.46) dengan konsekuensi kendaraan pada daerah lengkung cembung tidak dapat mendahului kendaraan didepanya, untuk keamanan dipasang rambu.

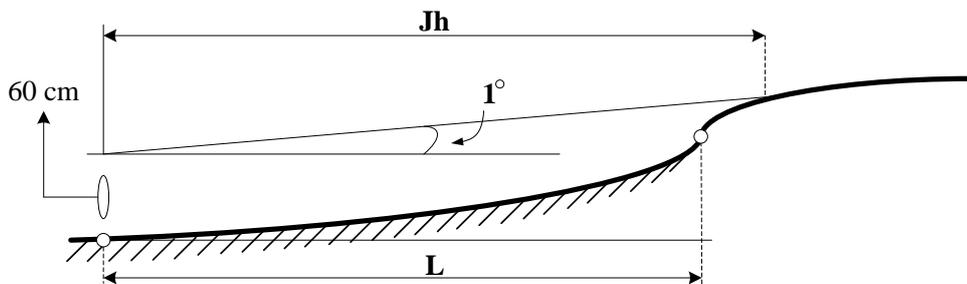
– Lengkung Vertikal Cekung

Tidak ada dasar yang dapat digunakan untuk menentukan panjang lengkung vertikal (L), akan tetapi ada empat kriteria sebagai pertimbangan yang dapat digunakan yaitu :

- Jarak sinar lampu besar dari kendaraan (gambar 2.27 dan 2.28)
- Kenyamanan pengemudi
- Ketentuan drainase
- Penampilan secara umum



Gambar 2.25 untuk $J_h < L$



Gambar 2.26 Untuk $J_h > L$

Dengan bantuan gambar diatas, yaitu tinggi lampu besar kendaraan = 0,60 m dan sudut bias = 1° , maka diperoleh hubungan praktis, sebagai berikut :

$J_h < L$, maka :

$$L = \frac{A \cdot J_h^2}{120 + 3,5 J_h} \dots \dots \dots (2.49)$$

$J_h > L$, maka :

$$L = 2 J_h - \frac{120 + 3,5 J_h}{A} \dots \dots \dots (2.50)$$

2.6 Galian dan Timbunan

2.6.1 Galian

Galian tanah pada suatu daerah harus diperhitungkan sehingga tang hasil galian dapat digunakan untuk menimbun. Perencanaan yang baik jika galian dan timbunan seimbang, tetapi volume tanah galian cukup untuk penimbunan yang biasa disertai dengan pemadatan. Galian dan tanah timbunan dikatakan seimbang jika volume tanah galian lebih besar dari tanah timbunan.

2.6.2 Timbunan

Sebelum kontruksi penimbunan dikerjakan terlebih dahulu dan dipersiapkan dasar dari timbunan tersebut. Dalam hal ini tanah asli.

Beberapa faktor yang menyebabkan dasar timbunan jadi lemah, yaitu :

a. Air

Untuk mengatasi masalah air maka diperlukan drainase yang baik , berupa drainase bawah tanah dan drainage permukaan.

b. Bahan Dasar

Bahan yang tidak baik yang digunakan sebagai bahan dasar timbunan adalah tanah humus. Biasanya tanah ini dibuang dan diganti dengan tanah yang baik. Tanah yang digunakan untuk bahan timbunan yang memenuhi persyaratan yaitu tidak mengandung lempung, dengan plastisitas tinggi dan tidak mengandung bahan organik. Bila bahan dasar yang digunakan sebagai timbunan berupa garet, maka agregat yang dipilih harus memenuhi persyaratan yang telah ditentukan antara lain :

- Gradasi agregat harus memnuhi persyaratan yang telah ditentukan.
- Ukuran batuan tidak boleh lebih dari 75 % tebal lapisan.

Cara pencapaian mutu bahan untuk mendapatkan gaya dukung tanah yang diinginkan dapat dilakukan perbaikan-perbaikan dengan cara pencampuran

bahan lain seperti agregat, semen dan kapur atau pengupasan lapisan tanah yang jelek mutunya dan menggantikannya dengan lapisan tanah yang lebih baik.

Hal yang penting dalam pelaksanaan penimunan adalah :

– Konsolidasi

Adalah pada saat tanah dibebani akan melepaskan sejumlah air pori sehingga tanah timbunan menjadi padat dan kuat menerima beban.

– Settlement

Adalah proses penyusutan volume tanah timbunan akibat proses konsolidasi sehingga tanah menjadi padat.

2.6.3 Perhitungan Galian dan Timbunan

Dengan alasan pertimbangan ekonomis, maka dalam merencanakan suatu ruas jalan raya diusahakan agar pada pekerjaan tanah dasar volume galian seimbang dengan volume timbunan. Dengan mengkombinasikan alinyemen horizontal dan alinyemen vertikal yang dilengkapi dengan bentuk penampang melintang jalan yang direncanakan, memungkinkan kita untuk menghitung besarnya volume galian dan timbunan.

Untuk memperoleh hasil perhitungan yang logis, ada beberapa langkah yang perlu diperhatikan yaitu :

a. Penentuan *Stationing*

Panjang horizontal jalan dapat dilakukan dengan membuat titik-titik stationing (patok-patok km) disepanjang ruas jalan.

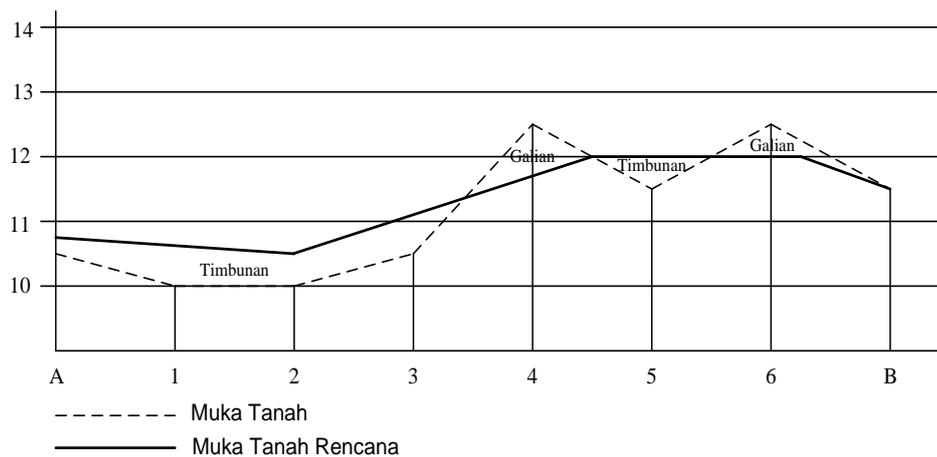
Ketentuan umum untuk pemasangan patok-patok tersebut adalah sebagai berikut :

- Untuk daerah datar dan lurus, jarak antara patok 100 m
- Untuk daerah bukit, jarak antara patok 50 m
- Untuk daerah gunung, jarak antara patok 20 m

b. Profil Memanjang

Profil memanjang ini memperlihatkan kondisi elevasi dari muka tanah asli dan permukaan tanah dasar jalan yang direncanakan.

Profil memanjang digambarkan dengan menggunakan skala horizontal 1:1000 dan skala vertikal 1:100, diatas kertas standar Bina Marga dari profil memanjang ini merupakan penampakan dari trase jalan (alinyeman horizontal) yang telah digambarkan sebelumnya. Contoh gambar profil memanjang dapat dilihat pada gambar 2.27.



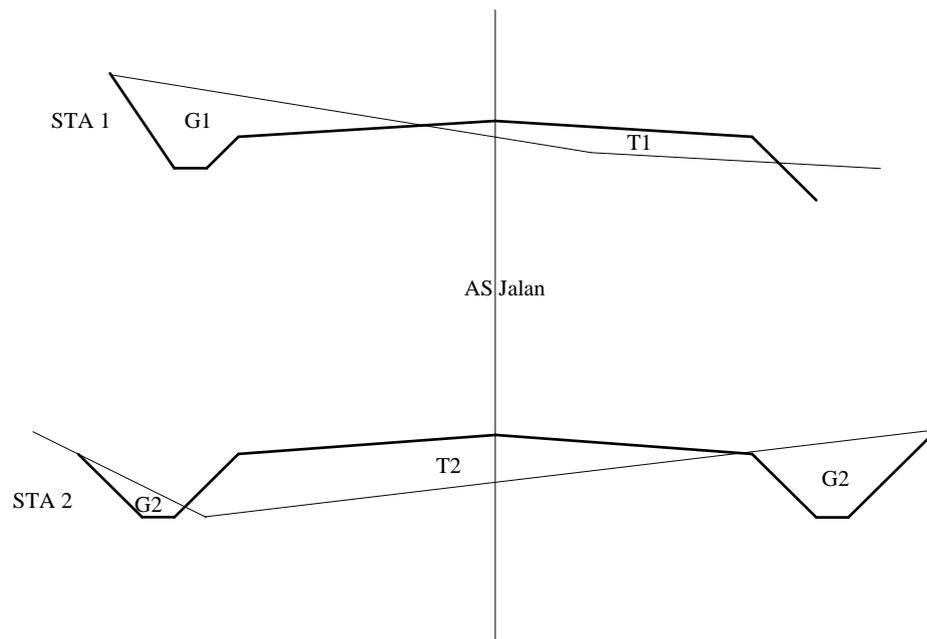
Gambar 2.27 Profil Memanjang

c. Profil Melintang

Profil melintang (*cross section*) digambarkan untuk setiap titik stationing (patok) yang telah ditetapkan. Profil ini menggambarkan bentuk permukaan tanah asli dan rencana jalan dalam arah tegal lurus as jalan secara horizontal. Kondisi permukaan tersebut diperlihatkan sampai sebatas minimal separuh daerah penguasaan jalan kearah kiri dan kanan jalan tersebut.

Dengan menggunakan data-data yang tercantum dalam Daftar I PPGJR No.13 / 1970, antara lain lebar perkerasan, lebar bahu, lebar saluran (drainase), lereng melintang perkerasan dan lereng melintang bahu maka bentuk rencana badan jalan dapat diperlihatkan.

Informasi yang dapat diperoleh dari hasil penggambaran profil melintang ini adalah luas dari bidang-bidang galian atau timbunan yang dikerjakan pada titik tersebut. Contoh dari profil memanjang dapat dilihat pada gambar 2.28.



Gambar 2.28 Profil Melintang

d. Menghitung Volume Galian Dan Timbunan

Untuk menghitung volume galian dan timbunan diperlukan data luas penampang baik galian maupun timbunan dari masing-masing potongan dan jarak dari kedua potongan tersebut. Masing-masing potongan dihitung luas penampang galian ataupun timbunannya. Perhitungan tersebut dapat dilakukan dengan alat planimetri atau dengan cara membagi-bagi setiap penampang menjadi bentuk bangun-bangun sedehana, misalnya bangun segitiga, segi empat dan trapesium, kemudian dijumlahkan. Hasil dari setiap perhitungan tersebut kemudian dituangkan kedalam formulir sebagai berikut:

Tabel 2.20. Contoh Perhitungan Galian Dan Timbunan

Antar STA	Luas Penampang Melintang (m ³)				Jarak d (m)	Volume (m ³)	
	G	T	G _{rata-rata}	T _{rata-rata}		G	T
	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(3x5))	(4x5))
STA 1	G1	T1	$\frac{G_1 + G2}{2}$	$\frac{T_1 + T2}{2}$	d	d x G	d x T
STA 2	G2	T2				rata-rata	rata-rata
Dst							

(Sumber : TPGJAK No.038 / T / BM / 1997)

Perlu diketahui bahwa perhitungan volume galian dan timbunan ini dilakukan secara pendekatan. Semakin kecil jarak antar STA, maka harga volume galian dan timbunan juga semakin mendekati harga yang sesungguhnya. Sebaliknya semakin besar jarak antar Sta, maka semakin jauh ketidaktepatan hasil yang diperoleh.

Ketelitian dan ketepatan dalam menghitung besarnya volume galian dan timbunan akan sangat berpengaruh terhadap biaya yang akan dikeluarkan dalam waktu pelaksanaan lapangan nantinya. Pekerjaan tanah yang terlalu besar akan berdampak terhadap semakin mahal biaya pembuatan jalan yang direncanakan. Oleh sebab itu, faktor-faktor yang perlu diperhatikan guna menghindari ketidakhematan perlu diperhatikan sejak dini.

Faktor-faktor tersebut antara lain :

- Penuangan data lapangan kedalam bentuk gambar harus benar, baik skala ukuran yang digunakan.
- Perhitungan luas penampang harus seteliti mungkin dan bila memungkinkan harus menggunakan alat ukur, misalnya planimetri.
- Disamping telah ditentukan seperti diatas, penentuan jarak antar Sta harus sedemikian rupa sehingga informasi-informasi penting seperti perubahan elevasi yang mendadak dapat dideteksi dengan baik.

2.7 Perencanaan Tebal Perkerasan

Perkerasan jalan adalah konstruksi yang dibangun diatas lapisan tanah dasar (*sub grade*) yang berfungsi untuk menopang beban lalu lintas. Jenis konstruksi perkerasan pada umumnya ada dua jenis yaitu :

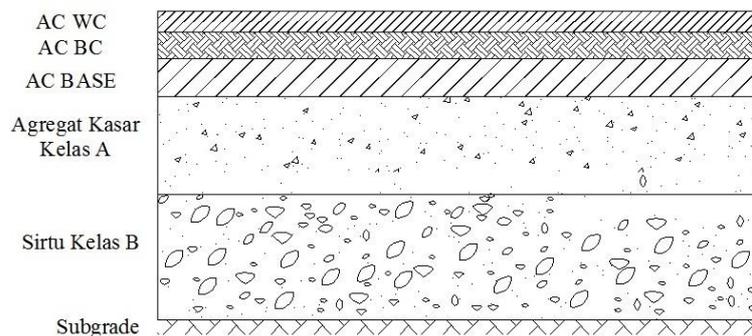
- a) Perkerasan lentur (*flexible pavement*)
- b) Perkerasan kaku (*rigid pavement*)

Selain dari dua jenis tersebut, sekarang telah banyak digunakan jenis gabungan (*composite pavement*), yaitu perpaduan antara lentur dan kaku.

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

2.7.1 Jenis dan Fungsi Konstruksi Perkerasan Lentur

Konstruksi perkerasan terdiri dari lapisan – lapisan yang diletakkan diatas permukaan tanah dasar yang telah dipadatkan. Konstruksi perkerasan terdiri dari :



Gambar 2.29 Lapisan Perkerasan Lentur

(Perancangan Tebal Perkerasan Lentur, Kementrian Pekerjaan Umum)

1. Lapisan Permukaan (*Surface Course*)

Lapisan permukaan merupakan lapisan yang terletak paling atas dari suatu perkerasan yang biasanya terdiri dari lapisan bitumen sebagai penutup lapisan permukaan. Fungsi dari lapisan permukaan ini adalah sebagai berikut :

- a. Lapisan perkerasan menahan beban roda, lapisan mempunyai stabilitas tinggi menahan beban roda selama masa pelayanan.

- b. Lapis kedap air, sehingga air hujan yang jatuh tidak meresap ke lapisan dibawahnya dan melemahkan lapisan – lapisan tersebut.
- c. Lapis aus (*wearing course*), yaitu lapisan yang langsung mengalami gesekan akibat rem kendaraan, sehingga mudah aus.
- d. Lapisan yang menyebarkan beban ke lapisan bawah. Untuk memenuhi fungsinya, pada umumnya lapisan permukaan dibuat dengan menggunakan bahan pengikat aspal sehingga menghasilkan lapisan yang kedap air dengan stabilitas yang tinggi dan daya tahan yang lama.

2. Lapisan Pondasi (*Base Course*)

Lapisan pondasi atas merupakan lapisan utama dalam yang menyebarkan beban badan, perkerasan umumnya terdiri dari batu pecah (kerikil) atau tanah berkerikil yang tercantum dengan batuan pasir dan pasir lempung dengan stabilitas semen, kapur dan bitumen. Adapun fungsi dari lapisan pondasi atas adalah :

- a. Sebagai perletakan terhadap lapisan permukaan.
- b. Melindungi lapisan dibawahnya dari pengaruh luar.
- c. Untuk menerima beban terusan dari lapisan permukaan.
- d. Lapisan peresapan untuk lapisan pondasi bawah.

3. Lapisan Pondasi Bawah (*Sub Base Course*)

Lapisan pondasi bawah merupakan lapisan kedua dalam yang menyebarkan beban yang diperoleh dari lapisan yang diatas seperti kerikil alam (tanpa proses). Fungsi dari lapisan pondasi bawah adalah :

- a. Sebagai bagian dari konstruksi perkerasan untuk mendukung dan menyebarkan beban roda.
- b. Mencapai efisiensi penggunaan material yang relatif murah agar lapisan – lapisan diatasnya dapat dikurangi tebalnya (penghematan biaya konstruksi).
- c. Untuk mencegah tanah dasar masuk ke dalam lapisan pondasi.
- d. Sebagai lapisan pertama agar pelaksanaan dapat berjalan dengan lancar.

4. Lapisan Tanah Dasar (*Subgrade*)

Tanah dasar (*subgrade*) adalah merupakan permukaan dasar untuk perletakan bagian-bagian perkerasan lainnya. Kekuatan dan keawetan maupun tebal dari lapisan konstruksi perkerasan jalan sangat tergantung dari sifat-sifat dan daya dukung tanah dasar ini. Tanah dasar ini dapat terbentuk dari tanah asli yang dipadatkan (pada daerah galian) ataupun tanah timbun yang dipadatkan (pada daerah urugan). Mutu dan daya tahan konstruksi perkerasan tak lepas dari sifat tanah dasar. Tanah dasar yang baik untuk konstruksi perkerasan jalan adalah tanah dasar yang berasal dari lokasi itu sendiri serta kemampuan mempertahankan perubahan volume selama masa pelayanan walaupun terdapat perbedaan kondisi lingkungan dan jenis tanah setempat. Sifat masing-masing tanah tergantung dari tekstur, kadar air dan kondisi lingkungan.

2.7.2 Metode Perencanaan Perkerasan Lentur

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

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

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

- a. Metode AASHTO, Amerika Serikat

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

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

Perencanaan konstruksi atau tebal lapisan perkerasan jalan dapat dilakukan dengan banyak cara (metode) antara lain : AASTHO dan *The Asphalt Institite* (Amerika), *Road Note* (Inggris), NAASRA (Australia) dan Bina Marga (Indonesia).

2.7.3 Karakteristik Perkerasan Lentur

- Bersifat elastis jika menerima beban, sehingga dapat memberi kenyamanan pada pengguna jalan.
- Pada umumnya menggunakan bahan pengikat aspal.
- Seluruh lapisan ikut menerima beban.
- Penyebaran tegangan kelapisan tanah dasar sedemikian rupa, sehingga tidak merusak lapisan tanah dasar.

- Usia rencana maksimum 20 tahun.
- selama usia rencana memerlukan pemeliharaan secara berkala (*routine maintenance*)

2.7.4 Langkah – Langkah Perencanaan Tebal Perkerasan

a. Koefisien Kekuatan Relative (a)

Berdasarkan jenis dan fungsi material lapis perkerasan, estimasi koefisien kekuatan relatif dikelompokkan kedalam 5 kategori, yaitu: beton aspal (*asphalt concrete*), lapis pondasi granular (*granular base*), lapis pondasi bawah granular (*granular subbase*), *cement treated base* (CTB), dan *asphalt-treated base* (ATB).

b. Pemilihan Tipe Lapisan Beraspal

Tipe Lapisan beraspal yang digunakan sebaiknya disesuaikan dengan kondisi jalan yang akan ditingkatkan, yaitu sesuai dengan lalu lintas rencana serta kecepatan kendaraan (terutama kendaraan truk) pada tabel 2.17 disajikan pemilihan tipe lapisan beraspal sesuai lalu lintas rencana dan kecepatan kendaraan.

Tabel 2.21 Pemilihan tipe lapisan beraspal berdasarkan lalu lintas rencana dan kecepatan kendaraan

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

(Sumber: Perancangan Tebal Perkerasan Lentur, Kementerian Pekerjaan Umum, 2002)

c. Ketebalan Minimum Lapisan Perkerasan

Pada saat menentukan tebal lapis perkerasan, perlu dipertimbangkan keefektifannya dari segi biaya, pelaksanaan konstruksi, dan batasan pemeliharaan untuk menghindari kemungkinan dihasilkannya perancangan yang tidak praktis.

d. Indeks Permukaan (IP)

Indeks permukaan ini menyatakan nilai ketidakrataan dan kekuatan perkerasan yang berhubungan dengan tingkat pelayanan bagi lalu-lintas yang lewat.

Dalam menentukan indeks permukaan (IP) pada akhir umur rencana, perlu dipertimbangkan faktor-faktor klasifikasi fungsional jalan sebagai mana diperlihatkan pada Tabel 2.18.

Tabel 2.22 Indeks Permukaan pada Akhir Umur Rencana (Ipt)

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

(Sumber: Perancangan Tebal Perkerasan Lentur, Kementerian Pekerjaan Umum, 2002)

Dalam menentukan indeks permukaan pada awal umur rencana (IP_0) perlu diperhatikan jenis lapis permukaan perkerasan pada awal umur rencana sesuai dengan Tabel 2.24.

Tabel 2.23 Indeks Permukaan pada Awal Umur Rencana (IP_0)

Jenis Lapis Perkerasan	IP_0	Ketidakrataan *) (IRI, m/km)
------------------------	--------	------------------------------

LASTON	≥ 4	$\leq 1,0$
	3,9 – 3,5	$>1,0$
LASBUTAG	3,9 – 3,5	$\leq 2,0$
	3,4 – 3,0	$>2,0$
LAPEN	3,4 – 3,0	$\leq 3,0$
	2,9 – 2,5	$>3,0$

(Sumber: Perancangan Tebal Perkerasan Lentur, Kementerian Pekerjaan Umum, 2002)

Persamaan dasar

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

$$\text{Log (W18)} = Z_R \cdot S_0 + 9,36 \times \log_{10} (\text{SN} + 1) - 0,2 + \frac{\text{Log}_{10} \left[\frac{\Delta IP}{IP_0 - IP_f} \right]}{0,4 + \frac{1094}{(\text{SN} + 1)^{5,19}}} + 2,32 \cdot \log_{10} (\text{MR}) - 8,07 \dots \dots \dots (2.51)$$

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

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

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

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

ΔIP = perbedaan antara indeks pelayanan pada awal umur rencana (IP₀) dengan indeks pelayanan pada akhir umur rencana (IP_f).

MR = modulus resilien tanah dasar efektif (psi).

IP_f = indeks pelayanan jalan hancur (minimum 1,5).

e. Tingkat kepercayaan

Penyertaan tingkat kepercayaan pada dasarnya merupakan cara untuk memasukkan ke faktor ketidakpastian ke dalam proses perancangan perkerasan akan bertahan selama umur rencana.

Tabel 2.24 Rekomendasi tingkat reabilitas untuk bermacam-macam klasifikasi jalan

Klasifikasi Jalan	Rekomendasi tingkat Reliabilitas	
	Perkotaan	Antar Kota
Bebas Hambatan	85 – 99,9	80 -99,9
Arteri	80 – 99	75 – 95
Kolektor	80 – 95	75 – 95
Lokal	50 – 80	50 – 80

(Sumber: Perancangan Tebal Perkerasan Lentur, Kementerian Pekerjaan Umum, 2002)

Penerapan konsep *reliability* harus memperhatikan langkah-langkah berikut ini:

1. Definisikan klasifikasi fungsional jalan dan tentukan apakah merupakan jalan perkotaan atau jalan antar kota.
2. Pilih tingkat reliabilitas dari rentang yang diberikan pada tabel 2.18
3. Deviasi standar (S_o) harus dipilih yang mewakili kondisi setempat.

Tabel 2.25 Nilai Penyimpangan Normal Standar (*Standard Normal Deviate*) untuk Tingkat Reabilitas Tertentu.

Reliabilitas, R (%)	<i>Standard Normal Deviate, Z_R</i>
50	0,000
60	- 0,253
70	- 0,524
75	- 0,674
80	- 0,841
85	- 1,037
90	- 1,282
91	-1,340
92	-1,405
93	-1,476
94	-1,555
95	-1,645

96	-1,751
97	-1,881
98	-2,054
99	-2,327
99,9	- 3,090
99,99	- 3,750

(Sumber: Perancangan Tebal Perkerasan Lentur, Kementerian Pekerjaan Umum, 2002)

f. Koefisien Drainase

Untuk mengakomodasi kualitas sistem drainase yang dimiliki perkerasan jalan. Tabel 2.19 memperlihatkan definisi umum mengenai kualitas drainase.

Tabel 2.26 Definisi Kualitas Drainase

Kualitas Drainase	Air hilang dalam
Baik Sekali	2 jam
Baik	1 hari
Sedang	1 minggu
Jelek	1 bulan
Jelek Sekali	Air tidak akan mengalir

(Sumber: Perancangan Tebal Perkerasan Lentur, Kementerian Pekerjaan Umum, 2002)

Kualitas drainase pada perkerasan lentur diperhitungkan dalam perencanaan dengan menggunakan koefisien kekuatan relatif yang dimodifikasi.

Tabel 2.27 Koefisien drainase (m) untuk memodifikasi koefisien kekuatan relatif material untreated base dan subbase pada perkerasan lentur.

Kualitas Drainase	Persen waktu struktur perkerasan dipengaruhi oleh kadar air yang mendekati jenuh			
	< 1%	1 – 5%	5 – 25%	>25%
Baik Sekali	1,40 – 1,30	1,35 – 1,30	1,30 – 1,20	1,20
Baik	1,35 – 1,25	1,25 – 1,15	1,15 – 1,00	1,00
Sedang	1,25 – 1,15	1,15 – 1,05	1,00 – 0,80	0,80

Jelek	1,15 – 1,05	1,05 - 0,80	0,80 – 0,60	0,60
Jelek Sekali	1,05 – 0,95	0,08 – 0,75	0,60 – 0,40	0,40

(Sumber: Perancangan Tebal Perkerasan Lentur, Kementerian Pekerjaan Umum, 2002)

g. Modulus resilien tanah dasar efektif

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

h. Analisis perancangan tebal perkerasan.

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

1. Tetapkan umur rencana perkerasan dan jumlah lajur lalu lintas yang akan dibangun.
2. Tetapkan indeks pelayanan akhir (IPt) dan susunan struktur perkerasan rancangan yang diinginkan.
3. Hitung CBR tanah dasar yang mewakili segmen, kemudian hitung modulus reaksi tanah dasar efektif (MR)
4. Hitung lalu lintas rencana selama umur rencana yang telah ditetapkan, yaitu berdasarkan volume, beban sumbu setiap kelas kendaraan, perkembangan lalu lintas. Untuk menganalisis lalu lintas selama umur rencana diperlukan coba – coba nilai SN dengan indeks pelayanan akhir (IPt) yang telah dipilih. Hasil iterasi selesai apabila prediksi lalu lintas rencana relatif sama dengan (sedikit di bawah) kemampuan konstruksi perkerasan rencana yang diinterpretasikan dengan lalu lintas
5. Tahap berikutnya adalah menentukan nilai structural seluruh lapis perkerasan di atas tanah dasar. Dengan cara yang sama, selanjutnya menghitung nilai structural bagian perkerasan di atas lapis pondasi bawah dan di atas lapis pondasi atas, dengan menggunakan kekuatan lapis pondasi bawah dan lapis pondasi atas. Dengan menyelisihkan hasil

perhitungan nilai struktural yang diperlukan di atas setiap lapisan, maka tebal maksimum yang diizinkan untuk suatu lapisan dapat dihitung. Contoh, nilai struktural maksimum yang diizinkan untuk lapis pondasi bawah akan sama dengan nilai structural perkerasan di atas tanah dasar dikurangi dengan nilai bagian perkerasan di atas lapis pondasi bawah. Dengan cara yang sama, maka nilai structural lapisan yang lain dapat ditentukan.

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

2.7.5 Perhitungan Daya Dukung Tanah Dasar

Daya dukung tanah dasar (DDT) ditetapkan berdasarkan grafik kolerasi. Daya dukung tanah dasar diperoleh dari nilai CBR atau *Plate Bearing Test*, DCP dan lain-lain. Dari nilai CBR yang merupakan nilai CBR rata-rata untuk suatu jalur tertentu. Nilai $CBR_{Segment}$ dapat ditentukan dengan menggunakan cara grafik ataupun analitis.

– Cara Analitis

Perhitungan nilai CBR dengan cara analitis dapat dilakukan dengan menggunakan rumus sebagai berikut :

$$CBR_{Segment} = CBR_{rata-rata} - \left(\frac{CBR_{maks} - CBR_{min}}{R} \right) \dots \dots \dots (2.58)$$

Nilai R tergantung dari jumlah data yang terdapat dalam suatu segment, besarnya nilai R dapat dilihat pada tabel 2. 24

Tabel 2.28. Nilai R

Jumlah Titik Pengamatan	2	3	4	5	6	7	8	9	> 10
Nilai R	1,41	1,91	2,24	2,48	2,67	2,83	2,96	3,08	3,18

(Sumber : SKBI 2.3.26 1987 / SNI 1732-1989-F)

– Cara Grafis

Cara memperoleh nilai CBR rencana berdasarkan grafis dapat dilakukan dengan mengikuti prosedur sebagaimana tersebut dibawah ini :

- Tentukan harga CBR terendah dari sekelompok nilai CBR yang ada.
- Tentukan banyaknya nilai CBR yang sama atau lebih besar dari masing-masing CBR dan kemudian disusun secara tabelaris, dari mulai nilai yang paling kecil ke yang lebih besar.
- Angka jumlah terbanyak dinyatakan sebagai 100 % dan yang lainnya merupakan persentase dari harga tersebut.
- Buat grafik hubungan CBR dan persentase jumlah tersebut.
- Nilai CBR rata-rata adalah nilai yang didapat dari angka 90 %.

2.8 Pengelolaan Proyek

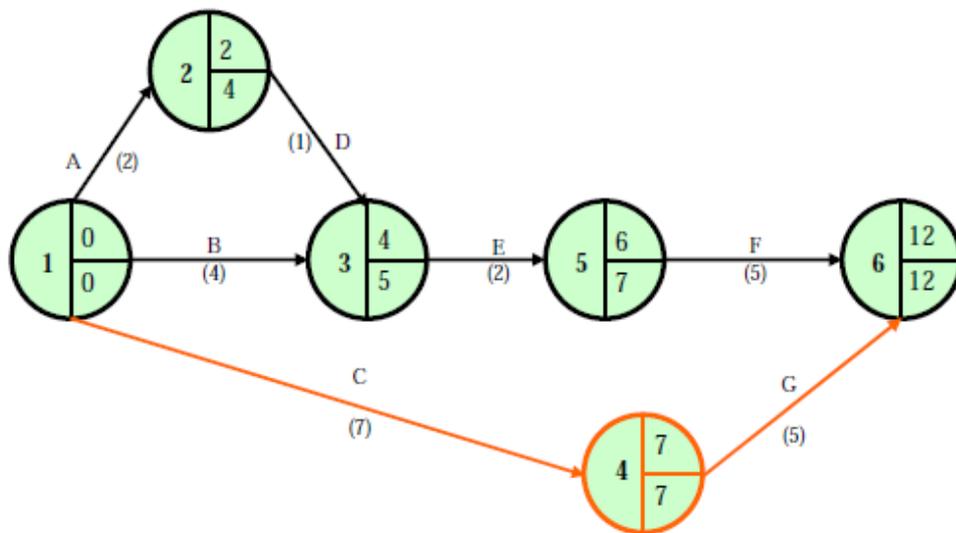
Dalam suatu proyek perlunya pengelolaan yang baik dan terarah agar kegiatan tersebut dapat tercapai secara efisien dan efektif. Efektif dalam hal ini adalah dimana hasil penggunaan sumber daya dan kegiatan sesuai dengan sarannya yang meliputi kualitas, biaya, waktu, dan lain-lainnya. Sedangkan efisien diartikan penggunaan sumber daya dan pemilihan sub kegiatan secara tepat yang meliputi jumlah, jenis, dan lain-lain.

2.8.1 Penjadwalan Pelaksanaan Pekerjaan

a. *Network Planning*

Untuk menyelesaikan suatu pekerjaan konstruksi diperlukan perencanaan waktu penyelesaian tiap-tiap pekerjaan yang akan dikerjakan. Dari *network planning* ini juga kita dapat mengetahui ketergantungan antara pekerjaan satu yang lainnya, waktu mulai dan selesainya pekerjaan.

Kegiatan suatu pekerjaan dapat dilihat atau dilukiskan dengan anak panah dan untuk anak panah pekerjaan yang tidak bisa ditunda (pekerjaan jalur kritis) harus memiliki warna yang berbeda dengan pekerjaan yang lainnya.



Gambar 2.30 Network Planning

b. *Barchart*

Diagram *barchart* merupakan suatu yang erat hubungannya dengan NWP, *barchart* ditunjukkan dengan diagram batang yang dapat menunjukkan waktu pelaksanaan. Disamping itu dapat menunjukkan lamanya pemakaian alat-alat dan bahan-bahan yang diperlukan dan pengaturan hal-hal tersebut agar tidak terganggu pelaksanaan pekerjaan.

No	Kegiatan	Waktu (minggu)											
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1.	Penggalian Tanah	█	█	█									
2.	Pondasi Bt. Kali		█	█	█	█	█						
3.	Sloof Beton				█	█	█						
4.	Kolom					█	█	█	█	█			
5.	Pasangan Bt. Bata								█	█	█	█	█

Gambar 2.31 Diagram *Barchart*

c. Kurva "S"

Kurva S adalah suatu kurva yang disusun untuk menunjukkan hubungan antara nilai kumulatif biaya atau jam-orang (*man hours*) yang telah digunakan atau persentase (%) penyelesaian pekerjaan terhadap waktu. Dengan demikian pada kurva S dapat digambarkan kemajuan volume pekerjaan yang diselesaikan sepanjang berlangsungnya proyek. Oleh karena itu pengendalian proyek dengan memanfaatkan Kurva S sering kali digunakan dalam pengendalian suatu proyek. Pada Kurva "S" sumbu horizontal menunjukkan waktu kalender, dan sumbu vertikal menunjukkan nilai kumulatif biaya atau persentase penyelesaian pekerjaan.

hari						grafik
1	2	3	4	5	6	
1.52	1.52	1.52	1.52	1.52	1.52	100
	6.82	6.82				80
	9.09	9.09				60
		13.64				40
		12.12	12.12	12.12		20
				9.09		0
1.52	17.42	43.18	13.64	22.73	1.52	
1.52	18.94	62.12	75.76	98.48	100.00	

Gambar 2.32 Kurva "S"