

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Perencanaan Geometrik Jalan Raya

Perencanaan geometrik jalan merupakan bagian dari perencanaan jalan yang dititik beratkan pada perencanaan bentuk fisik sehingga dapat memenuhi fungsi dasar dari jalan yaitu memberikan pelayanan yang optimum pada arus lalu lintas dan sebagai akses ke rumah-rumah. Dalam lingkup perencanaan geometrik tidak termasuk perencanaan tebal perkerasan jalan, walaupun dimensi dari perkerasan merupakan bagian perencanaan geometrik sebagai bagian dari perencanaan jalan seutuhnya. Demikain pula dengan drainase jalan. Jadi tujuan dari perencanaan geometrik jalan adalah menghasilkan infra struktur yang aman, efisiensi pelayanan arus lalu lintas dan memaksimalkan rasio tingkat penggunaan / biaya pelaksanaan. Ruang, bentuk dan ukuran jalan dikatakan baik, jika dapat memberikan rasa aman dan nyaman kepada pemakai jalan.

Yang menjadi dasar perencanaan geometrik adalah sifat gerakan dan ukuran kendaraan, sifat pengemudi dalam mengendalikan gerak kendaraannya, dan karakteristik arus lalu lintas. Hal-hal tersebut haruslah menjadi bahan pertimbangan perencana sehingga dihasilkan bentuk dan kuran jalan, serta ruang gerak kendaraan yang memenuhi tingkat kenyamanan dan kemandan yang diharapkan.

Elemen dari perencanaan geometrik jalan adalah :

- Alinemen Horizontal / Trase jalan, terutama dititik beratkan pada perencanaan sumbu jalan.
- Alinemen Vertikal / penampang memanjang jalan.
- Penampang melintang jalan.

(Dasar-dasar Perencanaan Geometrik Jalan ,Silvia Sukirman;1999)

2.2 Faktor-Faktor yang Mempengaruhi Perencanaan Geometrik Jalan

Perencanaan geometrik jalan raya ini dipengaruhi beberapa faktor penting yang harus diperhatikan serta dipertimbangkan dengan sebaik-baiknya.

Adapun faktor-faktor yang mempengaruhi perencanaan geometrik jalan antara lain:

1. Faktor Lalu Lintas
2. Faktor Topografi
3. Faktor Kapasitas Jalan
4. Faktor Keamanan dan Analisa Untung Rugi

2.2.1 Faktor Lalu Lintas

Masalah yang menyangkut lalu lintas meliputi :

- a. Volume / jumlah lalu lintas.

Volume lalu lintas menunjukkan jumlah kendaraan yang melintasi suatu titik pengamatan dalam satuan waktu (hari, jam, menit).

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

- Lalu lintas harian rata-rata

Lalu lintas harian rata-rata adalah volume lalu lintas dalam satu hari.

Dari cara memperoleh data jumlah kendaraan, dikenal 2 jenis lalu lintas harian rata-rata, yaitu :

- 1) Lalu lintas harian rata-rata tahunan (LHRT)

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

$$LHRT = \frac{\text{Jumlah Lalu Lintas Selama dalam 1 Tahun}}{365}$$

LHRT dinyatakan dalam satuan mobil penumpang (smp).

2) Lalu Lintas Harian Rata-rata (LHR)

Yaitu hasil bagi jumlah kendaraan yang diperoleh selama pengamatan dengan lamanya pengamatan.

$$LHRT = \frac{\text{Jumlah Lalu Lintas selama Pengamatan}}{\text{Lamanya Pengamatan}}$$

- Volume Jam Perencanaan (VJP)

Yaitu volume kendaraan dalam satu jam (saat arus lalu lintas berada dalam volume maksimal).

$$VJP = \text{Koefisien VJP} \times \text{LHR}$$

Dimana harga koefisien VJP = 10 - 15 %, tergantung dari fungsi jalan.

- Kapasitas Jalan

Adalah jumlah kendaraan maksimum yang dapat melewati suatu penampang jalan pada satu jalur dalam satu arah selama satu jam dengan kondisi serta arus lalu lintas tertentu.

(Dasar-dasar Perencanaan Geometrik Jalan, Silvia Sukirman; 1999)

b. Sifat dan komposisi lalu lintas.

Sifat lalu lintas meliputi lambat dan cepatnya kendaraan yang bersangkutan, sedangkan komposisi lalu lintas menggambarkan jenis kendaraan yang melaluinya.

Dalam penggunaannya hanya dipakai kendaraan bermotor saja yang dibagi dalam 2 (dua) kelompok yaitu :

- Kendaraan penumpang (P), golongan ini mencakup semua jenis mobil penumpang dan truck ringan seperti pick-up dengan sifat operasi dan ukurannya sesuai/ serupa dengan mobil penumpang.
- Kendaraan truck (T), golongan ini adalah truck tunggal, truck gandengan (berat kotor > 3,5 ton) dan kendaraan bis.

Demikian pula untuk sifat-sifat kendaraan dari berbagai macam ukuran yang mempergunakan jalan akan mempengaruhi perencanaan geometrik sehingga perlu memeriksa semua type dan kelasnya.

Adapun kelas umum dari kendaraan yang biasa dipakai adalah:

- Kelas kendaraan penumpang
- Kelas kendaraan truck.

Sedangkan sifat-sifat dari kendaraan meliputi :

- Beratnya.
- Dimensi / Ukurannya
- Sifat Operasi (Cepat dan lambatnya)

c. Kecepatan rencana lalu lintas

Yang dimaksud dengan “Kecepatan Rencana” adalah kecepatan maksimum yang diizinkan sehingga tidak menimbulkan bahaya. Inilah yang digunakan dalam perencanaan geometri. Suatu kecepatan rencana haruslah sesuai dengan tipe jalan dan sifat lapangan.

Suatu jalan yang ada didaerah datar mempunyai “*design speed*” yang lebih tinggi dari jalan yang ada di daerah daerah bukit. Suatu jalan di daerah terbuka akan mempunyai “*design speed*” yang lebih tinggi dari jalan di daerah kota.

Kecepatan rencana merupakan faktor utama dari segala macam transportasi. Kecepatan yang dipergunakan oleh pengemudi tergantung dari:

- Pengemudi dan kendaraan yang bersangkutan.
- Sifat fisik jalan dan cuaca.
- Adanya gangguan dari kendaraan lain.

2.2.2 Faktor Topografi

Topografi merupakan faktor penting dalam menentukan lokasi jalan dan pada umumnya mempengaruhi alinemen sebagai standar perencanaan geometrik jalan dan pada umumnya mempengaruhi alinemen sebagai standar perencanaan geometrik seperti : landai jalan, jarak pandang, penampang melintang dan lainnya.

Untuk memperkecil biaya pembangunan jalan, maka standar perencanaan geometrik perlu disesuaikan dengan keadaan topografi, sehingga jenis medan dibagi menjadi 3 (tiga) golongan umum berdasarkan besarnya kelerengan melintang dalam arah kurang lebih tegak lurus sumbu jalan raya. Adapun klasifikasi medan dan besarnya kemiringan lereng melintang dapat dilihat pada tabel 2.1 dibawah ini.

Tabel 2.1. Klasifikasi Medan dan Besarnya Kemiringan Lereng Melintang

Golongan Medan	Kemiringan Lereng Melintang
a. Datar (D)	0 - 9,9%
b. Bukit (B)	10 – 24,9%
c. Gunung (G)	$\geq 25\%$

Sumber : Peraturan Perencanaan Geometrik Jalan Raya:1970

Adapun pengaruh medan meliputi hal-hal seperti :

a. Tikungan

Jari-jari tikungan dan pelebaran perkerasan diambil sedemikian rupa sehingga terjamin keamanan jalannya kendaraan-kendaraan dan pandangan bebas yang cukup luas.

b. Tanjakan

Tanjakan yang cukup curam dapat mengurangi kecepatan kendaraan kalau tenaga tariknya tidak cukup maka berat muatan kendaraan harus dikurangi, berarti mengurangi kapasitas angkut dan sangat merugikan. Karena itu diusahakan supaya tanjakan dibuat landai.

c. Bentuk penampang melintang jalan

Potongan suatu jalan tegak lurus pada As atau sumbu jalan yang menunjukkan bentuk serta susunan bagian-bagian jalan yang bersangkutan dalam arah melintang disebut "Penampang Melintang". Penampang melintang jalan yang akan digunakan harus disesuaikan dengan klasifikasi jalan serta kebutuhan lalu lintas yang bersangkutan, demikian pula dengan lebar bahu jalan, drainase dan kebebasan jalan yang semua itu harus disesuaikan dengan aturan yang berlaku.

Tabel. 2.2. Penentuan lebar jalan dan bahu jalan

VLHR SMP/hari	Arteri				Kolektor				Lokal			
	Ideal		Minimum		Ideal		Minimum		Ideal		Minimum	
	Jalur (m)	Bahu (m)	Jalur (m)	Bahu (m)	Jalur (m)	Bahu (m)	Jalur (m)	Bahu (m)	Jalur (m)	Bahu (m)	Jalur (m)	Bahu (m)
<3000	6	1,5	4,5	1	6	1,5	4,5	1	6	1	4,5	1
3000-10000	7	2	6	1,5	7	1,5	6	1,5	7	1,5	6	1
10000-25000	7	2	7	2	7	2	Mengacu pada persyaratan ideal				Tidak ditentukan	
>25000	2x3, 5	2,5	2x7	2	2x3, 5	2						

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

Sumber : Tata cara Perencanaan Geometrik Jalan Antar Kota 1997

d. Trase jalan

Untuk membuat trase jalan yang baik dan ideal, maka harus mempertimbangkan syarat-syarat :

1. Syarat Ekonomis

- Penentuan trase jalan yang tidak terlalu banyak memotong garis kontur, sehingga dapat menghemat biaya khususnya dalam pelaksanaan pekerjaan galian dan timbunan.
- Penyediaan material dan tenaga kerja yang tidak terlalu jauh dari lokasi proyek, sehingga dapat menekan biaya mobilisasi material tersebut.

2. Syarat teknis, yaitu dapat memberikan rasa keamanan dan kenyamanan bagi pengguna jalan melalui proses perencanaan yang baik yang sesuai dengan keadaan tofografi daerah tersebut.

2.2.3 Faktor Kapasitas Jalan

Faktor kapasitas jalan berarti kemampuan suatu jalan menerima lalu lintas. Jadi kapasitas menyatakan jumlah kendaraan maksimum yang mencapai suatu titik dalam satuan waktu. Kapasitas terbagi menjadi 3 golongan, yakni :

a. Kapasitas Dasar (Kapasitas Ideal)

Merupakan kapasitas dasar dalam kondisi ideal, yang meliputi :

1. Lalu lintas yang mempunyai ukuran standar.
2. Lebar perkerasan ideal, yaitu 3,6 m.
3. Lebar bahu 1,80 m dan tidak ada penghalang.
4. Jumlah tikungan dan tanjakan.

b. Kapasitas Rencana (*Design Capacity*)

Merupakan kapasitas jalan untuk perencanaan yang dinyatakan sebagai jumlah kendaraan yang melalui suatu tempat dalam satuan waktu (jam).

c. Kapasitas Mungkin (*Possible Capacity*)

Yaitu jumlah kendaraan yang melalui satu titik dengan memperhatikan percepatan ataupun perlambatan yang terjadi pada jalan tersebut.

Rumus Umum :

$$C = C_o \times FC_w \times FC_{sp} \times FC_{sf} \dots \dots \dots (2.1)$$

Dimana :

C = Kapasitas (smp/jam)

C_o = Kapasitas dasar (smp/jam)

FC_w = Faktor penyesuaian lebar jalan

FC_{sp} = Faktor penyesuaian pemisahan arah (hanya untuk

jalan tak terbagi)

FC_{sf} = Faktor penyesuaian hambatan samping dan bahu jalan/kereb

Dengan adanya analisa inilah untuk itu trase jalan dibuat sependek mungkin dan lurus. Bila pembiayaannya terbatas, jalan diusahakan mengikuti permukaan tanah asli, sehingga tidak banyak atau bahkan tidak ada galian maupun timbunan.

Dari segi kemampuan kendaraan maka :

- a. Perlu pembatasan kendaraan yang lewat

Pembangunan didasarkan pada klasifikasi lalu lintas (volume dan kapasitas).

2.3 Klasifikasi Jalan Raya

Klasifikasi jalan raya yang akan dibahas terdiri dari 2 (dua) sumber, yaitu berdasarkan Tata Cara Perencanaan Geometrik Antar Kota dan menurut Peraturan Perencanaan Geometrik Jalan Raya yang masing - masing akan dibahas seperti yang dibawah ini, yaitu:

2.3.1 Berdasarkan TPGJAK/No.038/T/BM1997

Berdasarkan Tata Cara Perencanaan Geometrik Antar Kota, jalan dapat diklasifikasikan menjadi beberapa jenis, yaitu sebagai berikut :

1. Klasifikasi jalan menurut fungsi :

Pengelompokan jalan menurut fungsinya dapat dibedakan menjadi 3 (tiga) kelompok, yaitu:

- a. Jalan Arteri

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

- b. Jalan Kolektor

Adalah jalan yang melayani angkutan pengumpul/pembagi dengan ciri-ciri jarak perjalanan yang 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.

2.3.2 Berdasarkan PPGJR No.13/1970

Sesuai dengan Peraturan Perencanaan Geometrik Jalan Raya No.13 tahun 1970 dari Direktorat Eksplorasi, Survey, dan Perencanaan Direktorat Jenderal Bina Marga Departemen Pekerjaan Umum, maka jalan dapat dibagi dalam kelas-kelas antara lain :

1. Kelas Jalan menurut Fungsinya

Kelas jalan menurut fungsinya mencakup 3 (tiga) golongan penting, yaitu:

a. Jalan Utama, yakni jalan raya yang melayani lalu lintas yang tinggi antara kota-kota penting, sehingga perencanaannya harus dapat melayani lalu lintas yang cepat dan berat. Jalan Sekunder, yakni jalan raya yang melayani lalu lintas yang cukup tinggi antara kota-kota penting dan kota-kota yang lebih kecil serta sekitarnya.

b. Jalan Penghubung, yakni jalan untuk keperluan aktifitas daerah yang dipakai sebagai penghubung antara jalan-jalan dari golongan yang sama atau berlainan.

2. Kelas Jalan menurut Volume Lalu Lintas

Volume lalu lintas dinyatakan dalam satuan mobil penumpang (smp) yang besarnya menunjukkan jumlah Lalu Lintas Harian Rata-Rata (LHR) untuk kedua jurusan.

Adapun klasifikasi jalan menurut volume lalu lintas sebagai berikut:

a. Kelas I

Kelas jalan ini meliputi semua jalan utama dan dimaksudkan untuk dapat melayani lalu lintas cepat dan berat. Jalan kelas I merupakan jalan raya berlajur banyak dengan konstruksi perkerasan dari jenis yang terbaik dalam arti tingginya tingkat pelayanan terhadap lalu lintas.

b. Kelas II

Kelas jalan ini mencakup semua jalan-jalan sekunder, dalam komposisi lalu lintasnya terhadap lalu lintas lambat.

Kelas jalan ini, selanjutnya berdasarkan komposisi dan sifat lalu lintasnya dibagi dalam tiga kelas, yaitu IIA, IIB dan IIC.

- Kelas IIA

Adalah jalan-jalan raya sekunder dua jalur atau lebih dengan konstruksi permukaan jalan dari aspal beton (*hot mix*) atau yang setaraf, dimana komposisi lalu lintasnya terdapat kendaraan lambat tetapi tanpa kendaraan tak bermotor.

Untuk lalu lintas lambat, harus disediakan jalur tersendiri.

- Kelas IIB

Adalah jalan-jalan raya sekunder dua jalur dengan konstruksi permukaan jalan dari penetrasi berganda atau yang setaraf, dimana dalam komposisinya terdapat kendaraan lambat tetapi tanpa kendaraan yang tak bermotor.

- Kelas IIC

Adalah jalan-jalan raya sekunder dua jalur dengan konstruksi permukaan jalan dari jenis penetrasi tunggal dimana dalam komposisi lalu lintasnya terdapat kendaraan lambat dan kenaraan tak 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.

Adapun klasifikasi jalan menurut LHR dapat dilihat pada tabel 2.3. berikut ini:

Tabel 2.3 Klasifikasi Jalan menurut LHR

Klasifikasi		Lalu Lintas Harian Rata-rata (LHR) Dalam smp
Fungsi	Kelas	
Utama Sekunder	I	> 20.000
	II A	6.000 – 20.000
	II B	
	II C	
Penghubung	III	1.500 – 8.000
		< 2.000

Sumber : PPGJR/No.13/1970

2.4 Parameter Perencanaan Geometrik Jalan Raya

Dalam perencanaan geometrik jalan terdapat beberapa parameter perencanaan, meliputi : kendaraan rencana, kecepatan rencana, volume dan kapasitas jalan dan tingkat pelayanan yang diberikan oleh jalan tersebut. Parameter-parameter ini merupakan penentu tingkat kenyamanan dan keamanan yang dihasilkan oleh suatu bentuk geometrik jalan.

(*Dasar-dasar Perencanaan Geometrik Jalan, Silvia Sukirman; 1999*)

2.4.1 Kendaraan Rencana

Kendaraan rencana adalah kendaraan yang dimensi dan radius putarnya dipakai sebagai acuan dalam perencanaan geometrik jalan. Kendaraan rencana dikelompokkan kedalam tiga kategori :

- 1) Kendaraan kecil, diwakili oleh mobil penumpang;
- 2) Kendaraan sedang, diwakili oleh truk 3 as tandem atau bus besar 2 as;
- 3) Kendaraan besar, diwakili oleh truk semi-trailer.

(*Tatacara perencanaan geometrik jalan antar kota, Dep PU; 1997*)

Tabel 2.4 Dimensi Kendaraan Rencana

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

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

2.4.2 Kecepatan Rencana

Kecepatan adalah besaran yang menunjukkan jarak yang ditempuh kendaraan dibagi waktu tempuh. Kecepatan ini menggambarkan nilai gerak dari kendaraan. Perencanaan jalan yang

baik tentu saja haruslah berdasarkan kecepatan yang dipilih dari keyakinan bahwa kecepatan tersebut sesuai dengan kondisi dan fungsi jalan yang diharapkan.

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

Hampir semua rencana bagian jalan dipengaruhi oleh kecepatan rencana, baik secara langsung seperti: tikungan horizontal, kemiringan melintang di tikungan, jarak pandang, maupun secara tak langsung seperti: lebar lajur, lebar bahu, kebebasan melintang dan lain-lain.

Tabel 2.5 Kecepatan Rencana

	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 : Tata cara Perencanaan Geometrik Jalan Antar kota No. 38/T/BM/1997

2.4.3 Volume Lalu Lintas

Sebagai pengukur jumlah dari arus lalu lintas digunakan volume. Volume lalu lintas yang tinggi membutuhkan lebar perkerasan jalan yang lebih lebar, sehingga tercipta kenyamanan dan keamanan. Sebaliknya jalan yang terlalu lebar untuk volume lalu lintas rendah adalah cenderung membahayakan, karena pengemudi cenderung mengemudi kendaraan pada kecepatan yang lebih tinggi,

sedangkan kondisi jalan belum tentu memungkinkan.

2.4.4 Tingkat Pelayanan Jalan

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

- 1) Tingkat pelayanan A, dengan ciri-ciri :
 - Arus lalu lintas bebas tanpa hambatan
 - Volume dan kepadatan lalu lintas rendah
 - Kecepatan kendaraan merupakan pilihan pengemudi
- 2) Tingkat pelayanan B, dengan ciri-ciri :
 - Arus lalu lintas stabil
 - Kecepatan mulai dipengaruhi oleh keadaan lalu lintas, tetapi tetap dapat dipilih sesuai kehendak pengemudi
- 3) Tingkat pelayanan C, dengan ciri-ciri :
 - Arus lalu lintas masih stabil
 - Kecepatan perjalanan dan kebebasan bergerak sudah dipengaruhi oleh besarnya volume lalu lintas sehingga pengemudi tidak dapat lagi memilih kecepatan yang diinginkannya.
- 4) Tingkat pelayanan D, dengan ciri-ciri :
 - Arus lalu lintas sudah mulai tidak stabil
 - Perubahan volume lalu lintas sangat mempengaruhi besarnya kecepatan perjalanan.
- 5) Tingkat pelayanan E, dengan ciri-ciri :
 - Arus lalu lintas sudah tidak stabil
 - Volume kira-kira sama dengan kapasitas
 - Sering terjadi kemacetan
- 6) Tingkat pelayanan F, dengan ciri-ciri :
 - Arus lalu lintas tertahan pada kecepatan rendah.

- Sering terjadi kemacetan.
- Arus lalu lintas rendah.

2.4.5 Jarak Pandang

Jarak pandang adalah suatu jarak yang diperlukan oleh seorang pengemudi pada saat mengemudi sedemikian sehingga jika pengemudi melihat suatu halangan yang membahayakan, pengemudi dapat melakukan sesuatu untuk menghindari bahaya tersebut dengan aman.

Kesempatan untuk melihat ke depan bagi pengemudi kendaraan adalah faktor penting dalam suatu operasi di jalan agar tercapai kendaraan yang aman dan efisien. Oleh sebab itu perlu disiapkan suatu jarak pandang yang cukup panjang sehingga pengemudi dapat memilih kecepatan dari kendaraan dan tidak menabrak benda/ penghalang yang ada diatas jalan.

Jarak pandang ini diperlukan dalam perencanaan untuk tujuan keamanan yang semaksimal mungkin dari jalan tersebut. Demikian juga untuk jalan dua jalur yang memungkinkan pengemudi melintas diatas jalur berlawanan untuk mendahului kendaraan lain dengan aman.

Jarak pandang ini diperlukan dalam perencanaan untuk tujuan keamanan yang semaksimal mungkin dari jalan tersebut. Demikian juga untuk jalan dua jalur yang memungkinkan pengemudi melintas diatas jalur berlawanan untuk mendahului kendaraan lain dengan aman.

Adapun besar jarak pandangan yang diperlukan adalah sebagaimana tercantum dalam *Tata Cara Perencanaan Jalan Antar Kota No.038/T/BM/1997*.

Syarat jarak pandang yang diperlukan dalam suatu perencanaan jalan raya untuk mendapatkan keamanan yang setitnggi-tingginya bagi lalu lintas adalah sebagai berikut :

- a) Jarak Pandang Henti (Jh)

Jarak pandang henti adalah jarak minimum yang diperlukan oleh setiap pengemudi untuk menghentikan kendaraannya dengan aman begitu melihat adanya halangan di depan.

Jarak pandang henti terdiri dari dua elemen jarak, yaitu :

- Jarak tanggap, yaitu jarak yang ditempuh kendaraan sejak pengemudi melihat suatu halangan yang menyebabkan ia harus berhenti sampai saat pengemudi menginjak rem.
- Jarak pengereman, yaitu jarak yang dibutuhkan untuk menghentikan kendaraan sejak pengemudi menginjak rem sampai kendaraan berhenti.

Jarak pandang henti diukur berdasarkan asumsi bahwa tinggi mata pengemudi adalah 105 cm dan tinggi penghalang 15 cm diukur dari permukaan jalan.

Rumus jarak pandang henti (J_h) :

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

dimana :

V_R = Kecepatan rencana (km/jam)

T = Waktu tanggap, ditetapkan 2,5 detik

g = Percepatan gravitasi, ditetapkan 9,8 m/det²

f_P = Koefisien gesek memanjang antara ban kendaraan dengan perkerasan jalan aspal, ditetapkan :

$f_P = 0,28 - 0,45$ (menurut AASHTO)

$f_P = 0,35 - 0,55$ (menurut bina marga).

Persamaan diatas dapat disederhanakan menjadi :

Untuk jalan datar :

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

Untuk jalan dengan kelandaian tertentu :

$$J_h = 0,278 V_R T + \frac{V_R^2}{254 (fP \pm L)} \dots\dots\dots (2.3b)$$

dimana :

L = Landai jalan dalam (%)
dibagi 100

Tabel 2.8 menampilkan panjang J_h minimum yang dihitung berdasarkan persamaan diatas dengan pembulatan-pembulatan untuk berbagai V_R .

Tabel 2.6 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_d)

Jarak pandang mendahului adalah jarak yang memungkinkan suatu kendaraan untuk melaksanakan gerakan mendahului kendaraan lain yang lebih lambat didepannya dengan aman sampai kendaraan tersebut kembali ke lajur semula.

Pengukuran jarak pandang diukur berdasarkan asumsi bahwa tinggi mata pengemudi adalah 105 cm dan tinggi penghalang adalah 105 cm. Umumnya saat kendaraan yang lebih cepat ingin mendahului kendaraan yang lebih lambat harus dilakukan dengan menggunakan jalur lalu lintas jalan lawan, bila ini akan dilakukan dengan aman tentu saja harus dapat melihat ke depan cukup jauh sehingga dapat menyelesaikan penyiapan tanpa memotong kendaraan yang disusul sebelum berhadapan dengan kendaraan lawan yang mungkin datang setelah ia melakukan

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

Jarak pandang mendahului merupakan penjumlahan jarak-
jarak mulai sadar (*perception*) , mulai dari pindah jalur, jarak bebas untuk mendahului kendaraan lain dan jarak yang ditempuh kendaraan lain pada jalur lawan.

Rumus jarak pandang mendahului (jd) :

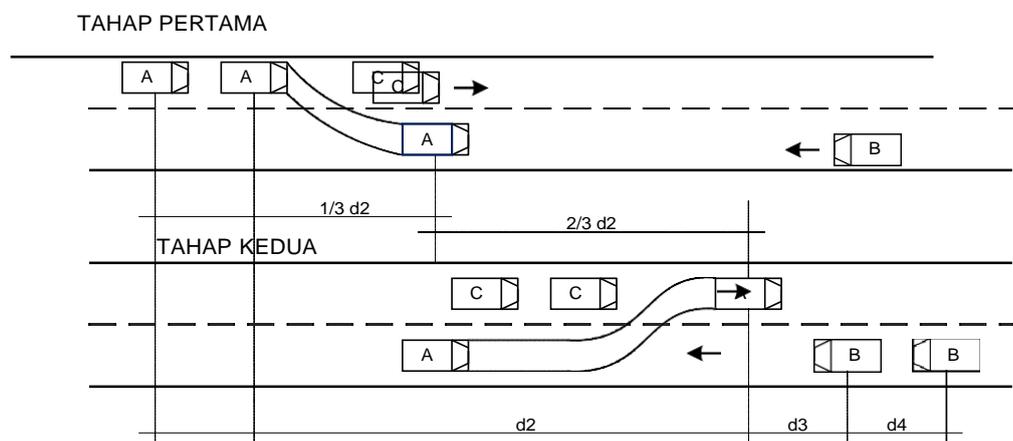
$$Jd = d1+d2+d3 +d4..... (2.4.a)$$

$$d1 = 0,278 t \frac{V-m+a.t1}{2}.....(2.4.b)$$

$$d2 = 0,278.v.t2.....(2.4.c)$$

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

$$d4 = \frac{2}{3} . d2$$



Gambar 2.1 Proses Gerakan mendahului

keterangan :

A = Kendaraan yang mendahului

B = Kendaraan yang berlawanan arah

C = Kendaraan yang didahului kendaraan A

dimana :

J_d = jarak pandang mendahului

d_1 = jarak yang ditempuh selama pengamatan

d_2 = jarak yang ditempuh selama mendahului sampai dengan kembali ke lajur semula

d_3 = jarak antara kendaraan mendahului setelah gerakan mendahului selesai.

d_4 = jarak yang ditempuh arah lawan.

t_1 = waktu sadar (besarnya $2,12 + 0,026 V$)

t_2 = waktu kendaraan yang menyiap berada di jalur lawan ($6,56 + 0,048 V$)

V = kecepatan rata-rata kendaraan yang menyiap (km/jam)

m = perbedaan kecepatan antara kendaraan yang disiap dan kendaraan yang menyiap ($10 - 15$ km/jam)

a = percepatan rata-rata dalam km/jam/det (diambil $2,052 + 0,0036 V$)

Tabel 2.7 Panjang Jarak Pandang Mendahului Berdasarkan V_R

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

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

Dalam menentukan jarak pandang mendahului perlu diperhatikan beberapa asumsi yang diambil, yakni :

- Kendaraan yang disalip berjalan dengan kecepatan tetap.
- Sebelum kendaraan yang mendahului berada di jalur lawan, ia telah mengurangi kecepatannya selama mengikuti kendaraan yang akan disalip.
- Bila saat mendahului tiba, pengemudi memerlukan waktu berpikir mengenai amannya daerah penyiapan.
- Mendahului dilakukan dengan “start terlambat” dan bersegera untuk kembali ke jalur semula dengan kecepatan rata-rata 10 mph lebih tinggi dari kendaraan yang disiap.
- Pada waktu kendaraan yang mendahului telah kembali ke jalur asal, masih ada jarak dengan kendaraan lawan.

2.5 Alinemen Horizontal

Alinemen horizontal adalah garis proyeksi sumbu jalan jalan pada bidang horizontal, merupakan bidang datar yang berupa lengkungan atau tikungan. Alinemen horizontal dikenal juga dengan nama ”situasi jalan” atau “trase jalan”. Alinemen horizontal terdiri dari garis-garis lurus yang dihubungkan dengan garis-garis lengkung. Garis lengkung tersebut dapat terdiri dari busur lingkaran, busur peralihan atau kedua busur tersebut. (*Dasar-dasar Perencanaan Geometrik Jalan, Silvia Sukirman;1999*)

Alinemen horizontal merupakan trase jalan yang memiliki :

- a. Garis lurus (tangent), merupakan bagian yang lurus. Panjang maksimum bagian lurus, harus dapat ditempuh dalam waktu $\leq 2,5$ menit (sesuai V_R), dengan pertimbangan keselamatan pengemudi akibat dari kelelahan.

Tabel 2.8 Panjang Bagian Lurus Maksimum

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

Sumber : TPGJAK No.038 / TBM / 1997

b. Garis lengkung (circle), yang disebut jari-jari tikungan.

Berdasarkan kriteria perencanaan, ditetapkan :

- Jari-jari minimum lengkung horizontal (R_{min})
- Kelandaian jalan maksimum
- Panjang maksimum bagian jalan yang lurus
- Jarak pandang henti dan jarak pandang menyiap

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

$$R_{min} = \frac{V_R^2}{127 (e_{max} + f)} \dots \dots \dots (2.5)$$

dimana :

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

V_R = kecepatan rencana (km/jam)

e_{max} = superelevasai maksimum(%)

f = koefisien gesek

Panjang Jari-jari tingkungan minimum (R_{\min}) dapat juga ditetapkan dengan menggunakan tabel dibawah ini :

Tabel 2.9 Panjang Jari-Jari Minimum (Dibulatkan)

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

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

c. Lengkung Peralihan

Lengkung peralihan adalah lengkung yang disisipkan diantara bagian lurus jalan dan bagian lengkung jalan berjari-jari tetap R , berfungsi mengantisipasi perubahan alinemen jalan dari bentuk lurus (R tak terhingga) sampai bagian lengkung jalan berjari-jari tetap R , sehingga gaya sentrifugal yang bekerja pada

kendaraan saat berjalan di tikungan berubah secara berangsur-angsur, baik ketika kendaraan mendekati tikungan maupun meninggalkan tikungan.

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

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

$$L_s = \frac{VrT}{3,6} \dots \dots \dots (2.6a)$$

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

$$L_c = 0,222 \frac{V_R^2}{R_c C} - 2,727 \frac{V_R E}{C} \dots\dots\dots(2.6 \text{ b})$$

- Berdasarkan tingkat pencapaian perubahan kelandaian :

$$L_c = \left(\frac{e_m - e_n}{3,6 r_e} \right) V_R \dots\dots\dots(2.6 \text{ c})$$

dimana :

T = waktu tempuh (3 detik)

e = superelevasi

R_c = jari-jari busur lingkaran

e_m = superelevasi maksimum

C = perubahan percepatan,

e_n = superelevasi normal

0,3-1,0 disarankan 0,4 m/det³

V_R = kecepatan rencana (km/jam)

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

untuk V_R ≤ 70 km/jam

untuk V_R ≥ 80 km/jam

r_{e maks} = 0,035 m/m/det

r_{e maks} = 0,025 m/m/det

(Sumber : TPGJAK No.38/TBM/1997, Dep PU)

Menurut buku (*Perencanaan Geometrik Jalan Raya, Djamal Abdat; 1981*) didalam alinemen horizontal, dikenal beberapa bentuk tikungan, yaitu :

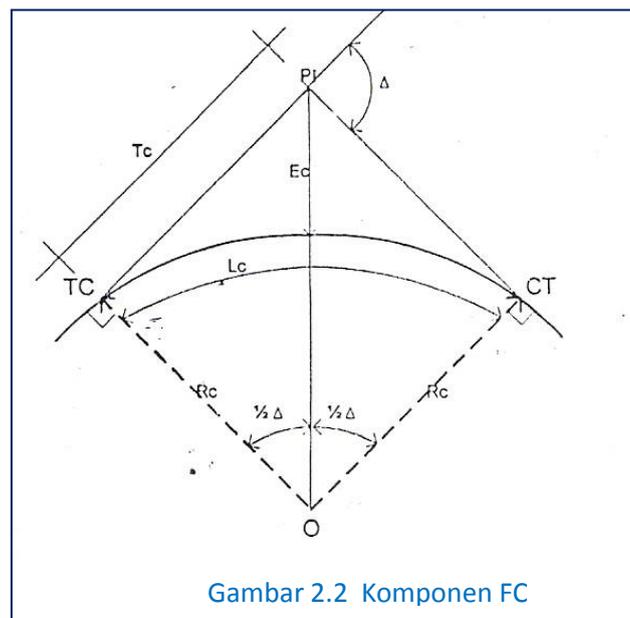
- Tikungan Circle (Full Circle)
- Tikungan Spiral – Circle – Spiral (S-C-S)
- Tikungan Spiral – Spiral (S-S)

2.5.1 Tikungan Circle (Full Circle)

Bentuk tikungan ini digunakan pada tikungan yang mempunyai jari-jari tikungan (R) yang sangat besar dan sudut tangent yang relatif kecil.

Atas dasar ini maka perencanaan tikungan agar dapat memberikan keamanan dan kenyamanan bagi pengguna jalan raya, dalam merencanakan tikungan harus memperhatikan hal-hal sebagai berikut :

- Lengkung peralihan.
- Kemiringan melintang (superelevasi).
- Pelebaran perkerasan jalan.
- Kebebasan samping.



Jenis tikungan Full Circle ini merupakan jenis tikungan yang paling ideal ditinjau dari segi keamanan dan kenyamanan pengendara dan kendaraannya, namun apabila ditinjau dari penggunaan lahan dan biaya pembangunannya yang relatif terbatas, jenis tikungan ini merupakan pilihan yang sangat mahal.

dimana :

PI : *Point of intersection*

V : Kecepatan rencana (ditetapkan) dalam
km/jam

R : Jari-jari (ditetapkan) dalam meter.

Δ : Sudut tangent (diukur dari gambar trase) dalam
derajat TC: *Tangent Circle*

CT : *Circle Tangent*

T : Jarak antara TC ke PI (diukur) dalam meter

L : Panjang bagian tikungan (dihitung) dalam meter

E : Jarak PI ke lengkung peralihan (dihitung) dalam meter.

Besar variable T, E, dan L pada tikungan Full Circle dihitung menurut persamaan di bawah ini :

$$T = Rc \cdot \tan \frac{1}{2} \Delta \dots\dots\dots (2.7a)$$

$$Ec = Tc \cdot \tan \frac{1}{4} \Delta \dots\dots\dots (2.7b)$$

$$Lc = \frac{2\pi Rc}{360} \text{ atau } Lc = 0,01 \times R \ 745 \dots\dots\dots (2.7 c)$$

Pada bentuk tikungan ini dalam perhitungan dan penggambaran super elevasinya dipakai Ls fiktif yaitu panjang lengkung spiral fiktif yang ditentukan oleh landai relatif maksimum yang masih diizinkan. Kegunaan Ls fiktif ini adalah untuk mengubah penampang melintang dari (e) normal ke (e) penuh.

Batasan yang dipakai di Indonesia dimana diperbolehkan menggunakan bentuk tikungan *Full Circle* menurut TPGJAK /1997 :

Tabel 2.10 Jari-jari lengkung minimum

Kecepatan Rencana (Km/Jam)	Jari-jari kelengkungan minimum dimana lengkung peralihan tidak diperlukan (m)
120	2500
100	1500
80	900
60	500
50	350
40	250
30	130
20	60

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

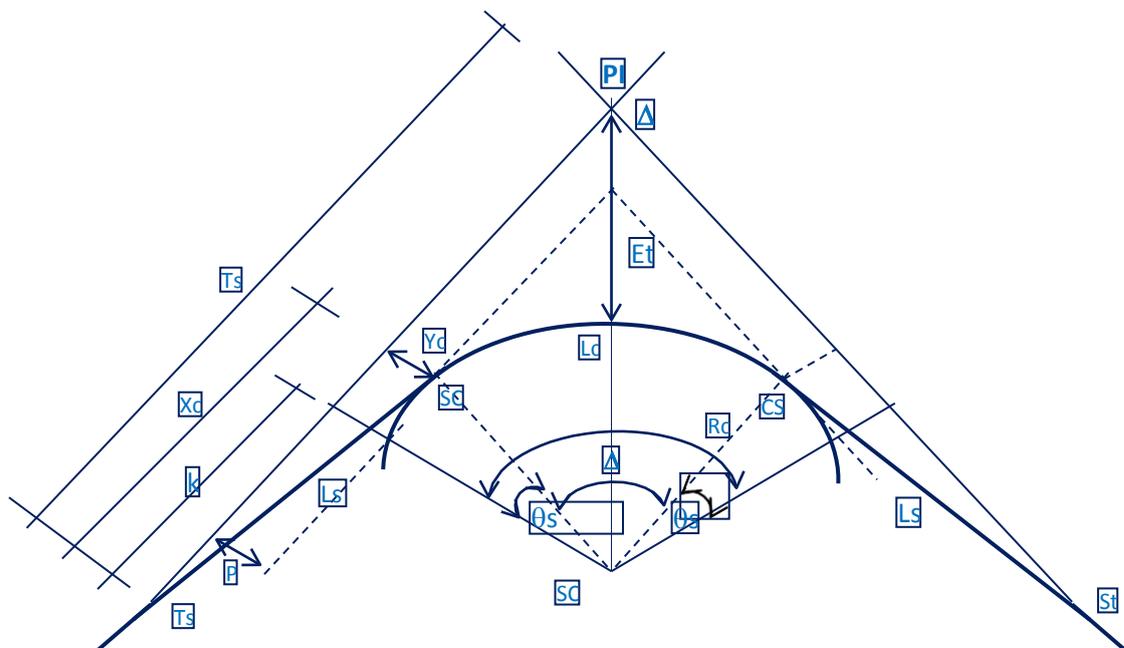
Untuk tikungan yang jari-jarinya lebih kecil dari nilai di atas, maka bentuk tikungan yang dipakai adalah Spiral – Circle – Spiral.

2.5.2 Tikungan Spiral – Circle – Spiral. (S-C-S)

Bentuk tikungan ini merupakan peralihan dari bagian lurus ke bagian circle (*transition curve*) yang panjangnya diperhitungkan dengan mempertimbangkan bahwa perubahan gaya sentrifugal yang timbul pada waktu kendaraan memasuki atau meninggalkan tikungan dapat terjadi secara berangsur-angsur.

Adapun jari-jari yang diambil untuk tikungan spiral-circle-spiral ini haruslah sesuai dengan kecepatan rencana dan tidak mengakibatkan adanya kemiringan tikungan yang melebihi harga maksimum yang ditentukan, yaitu:

- Kemiringan maksimum antar jalan kota : 0,10
- Kemiringan maksimum jalan dalam kota : 0,08



Gambar 2.3 Komponen S - C - S

Syarat penggunaan tikungan Spiral-Circle-Spiral :

1. $L_c \geq 25 \text{ m}$
2. $p = \frac{L_s^2}{24R} \geq 0,25 \text{ m}$

Dimana :

PI : *Point of Intersection*

TS : *Tangent Spiral* (Titik perubahan dari tangent ke spiral)

SC : *Spiral Circle* (Titik perubahan dari spiral ke

circle)

CS : Circle Spiral (Titik perubahan dari circle ke spiral)

ST : Spiral Tangent (Titik perubahan dari spiral ke tangent)

Ls : Panjang lengkung spiral

Lc : Panjang lengkung circle

Et : Jarak PI ke luar busur lingkaran.

Rumus-rumus yang digunakan antara lain :

$$X_c = L_s \left(1 - \frac{L_s^2}{40 R_c^2} \right) \dots\dots\dots(2.8 a)$$

$$Y_s = \frac{L_s^2}{6 R_c} \dots\dots\dots(2.8 b)$$

$$\theta_s = \frac{90 L_s}{\pi R_c} \dots\dots\dots(2.8 c)$$

$$p = \frac{L_s^2}{6 R_c C} - (1 - \cos \theta_s) \dots\dots\dots(2.8 d)$$

$$k = L_s \left(1 - \frac{L_s^2}{40 R_c^2} \right) - R_c \sin \theta_s \dots\dots\dots(2.8 e)$$

$$T_s = (R_c + p) \tan \frac{1}{2} \Delta + k \dots\dots\dots(2.8 f)$$

$$E_s = (R_c + p) \sec \frac{1}{2} \Delta - R_c \dots\dots\dots(2.8 g)$$

$$L_c = \frac{(\Delta - 2\theta_s)}{180} \times \pi \times R_c \dots\dots\dots(2.8 h)$$

$$\Delta = \Delta_c + 2\theta_s \dots\dots\dots(2.9 i)$$

$$L_{tot} = L_c + 2 L_s \dots\dots\dots(2.9 j)$$

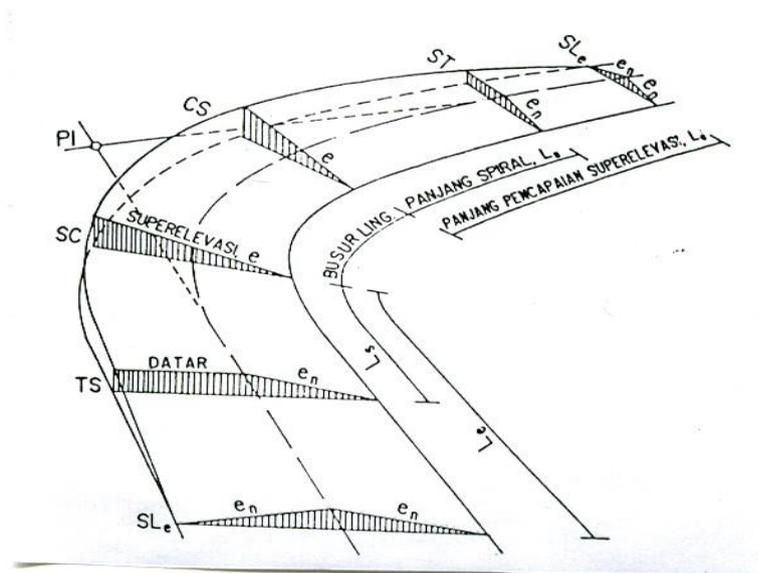
2.5.3 Tikungan Spiral – Spiral.

Bentuk tikungan spiral-spiral digunakan pada tikungan yang tajam. Adapun rumus-rumus yang digunakan sama seperti yang digunakan pada bentuk tikungan spiral-circle-spiral, namun perlu diingat bahwa :

Bila $\Delta_c = 0$ maka $\Delta = 2\theta_s$

saat berjalan melalui tikungan pada kecepatan rencana (V_r). Superelevasi dicapai secara bertahap dari kemiringan melintang normal pada bagian jalan yang lurus sampai kemiringan penuh (superelevasi) pada bagian lengkung.

Penggambaran superelevasi dilakukan untuk mengetahui kemiringan- kemiringan jalan pada bagian tertentu, yang berfungsi untuk mempermudah dalam pekerjaan atau pelaksanaan di lapangan.



Gambar 2.5 Perubahan Kemiringan melintang pada tikungan

2.5.5 Metode Mengubah Kemiringan Melintang (Superelevasi).

Ada tiga cara mengubah superelevasi, yaitu :

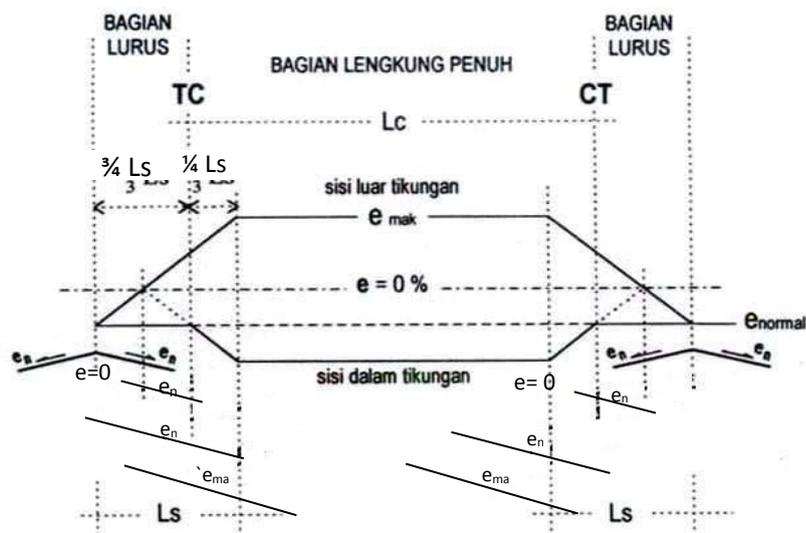
- Profil sumbu (as) jalan sebagai sumbu putar, yang umum dipakai di Indonesia.
- Tepi dalam sebagai putar.
- Tepi luar sebagai sumbu putar.

Adapun cara membuat diagram superelevasi adalah sebagai berikut :

1. Buat garis e_n dan e_{max} relatif (e_{max} relatif untuk spiral-spiral dalam bentuk titik) sehingga diperoleh titik A dan B.
2. Hubungkan garis AB sehingga didapat titik C.
3. Hubungkan titik C dan D seperti pada gambar (sebagian putus-putus)

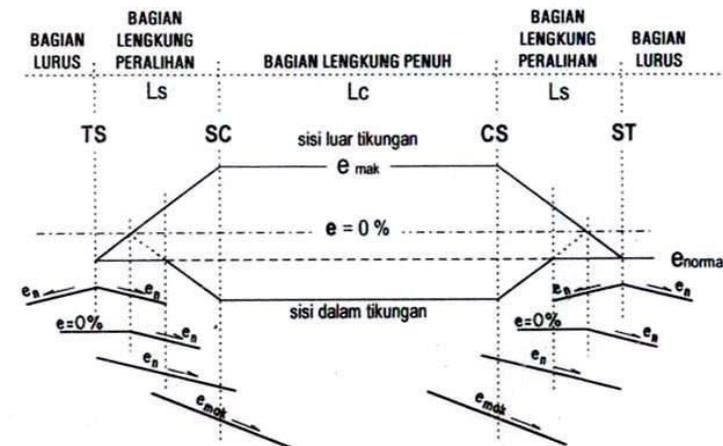
2.5.6 Diagram Kemiringan Melintang (Superelevasi)

a. Tikungan Full Circle



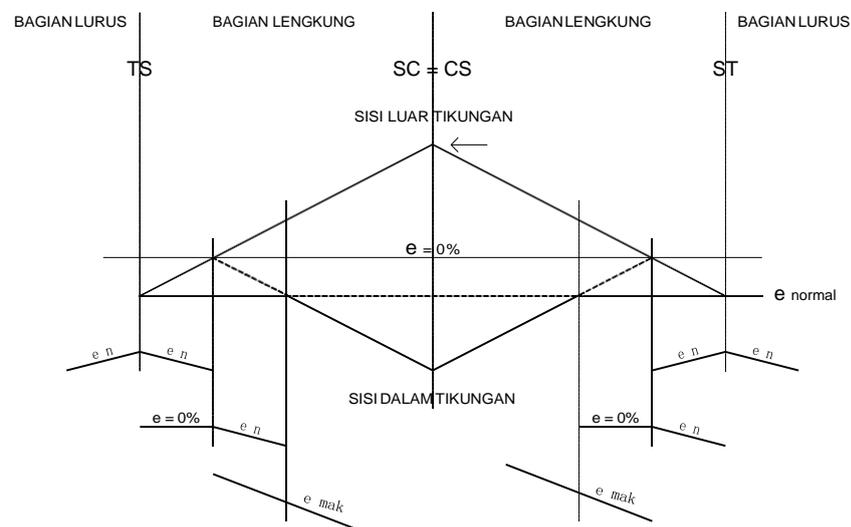
Gambar 2.6 Metoda Pencapaian Superelevasi pada Tikungan tipe FC (contoh untuk tikungan ke kanan)

b. Tikungan Spiral-Circle-Spiral



Gambar : 2.7 Metoda Pencapaian Superelevasi Pada Tikungan S-C-S (contoh untuk tikungan ke kanan)

c. Tikungan Spiral-Spiral



Gambar 2.8 Metoda Pencapaian superelevasi pada tikungan tipe S-S (contoh untuk tikungan kekanan)

Pencapaian kemiringan melintang normal (e_n) kemiringan penuh (e_{max} relatif) dapat dilakukan sebagai berikut :

- Untuk Tikungan Circle.

Walaupun tikungan circle tidak mempunyai lengkung peralihan, akan tetapi tetap diperlukan adanya suatu lengkung peralihan fiktif (L_s). Besarnya lengkung peralihan fiktif adalah sebagai berikut :

$$L_s' = B \cdot e_n \cdot M \dots \dots \dots (2.10)$$

Dimana :

L_s' = lengkung peralihan fiktif

B : lebar perkerasan

e_n : kemiringan melintang maksimum

m : (=1); landai relatif maksimum antara tepi perkerasan (lihat daftar II, harganya tergantung kecepatan rencana).

Harga e_n dan e_n didapat dari tabel berdasarkan harga L_s yang dipakai.

Tabel: 2.11 Panjang minimum spiral dan kemiringan melintang (e maks = 10 %)

D	R (m)	V = 50		V = 60		V = 70		V = 80		V = 90	
		e	Ls								
0°15'	5730	LN	0								
0°30'	2865	LN	0	LN	0	LP	60	LP	70	LP	75
0°45'	1910	LN	0	LP	50	LP	60	0	70	0,025	75
1°00'	1432	LP	45	LP	50	0,021	60	0,020	70	0,033	75
1°15'	1146	LP	45	LP	50	0,025	60	0,027	70	0,040	75
1°30'	955	LP	45	0,023	50	0,030	60	0,033	70	0,047	75
1°45'	819	LP	45	0,026	50	0,035	60	0,038	70	0,054	75
2°00'	716	LP	45	0,029	50	0,039	60	0,044	70	0,060	75
2°30'	573	0,026	45	0,036	50	0,047	60	0,049	70	0,072	75
3°00'	477	0,030	45	0,042	50	0,055	60	0,059	70	0,081	75
3°30'	409	0,035	45	0,048	50	0,062	60	0,068	70	0,089	75
4°00'	358	0,039	45	0,054	50	0,068	60	0,076	70	0,095	75
4°30'	318	0,043	45	0,059	50	0,074	60	0,082	70	0,099	75
5°00'	286	0,048	45	0,064	50	0,079	60	0,088	70	0,100	75
6°00'	239	0,055	45	0,073	50	0,088	60	0,093	70	Dmax	
7°00'	205	0,062	45	0,080	50	0,094	60	0,098	70	5.12°	
8°00'	179	0,068	45	0,086	50	0,098	60	Dmax			
9°00'	159	0,074	45	0,091	50	0,099	60	6.82°			
10°00'	143	0,079	45	0,095	60	Dmax					

11°00'	130	0,083	45	0,098	60	9.12°
12°00'	119	0,087	45	0,100	60	
13°00'	110	0,091	50	Dmax		
14°00'	102	0,093	50	12.79°		
15°00'	95	0,096	50			
16°00'	90	0,097	50			
17°00'	84	0,099	60			
18°00'	80	0,99	60			
19°00'	75	Dmax				

L
ereng jalan

LP

LN = diperhitungkan dengan menggunakan rumus modifikasi sho landai relative maksimum, jarak tempuh 2 detik, dan lebar perkerasan jalan 2 x 3,75 meter

2.5.7 Pelebaran Perkerasan pada Tikungan.

Kendaraan yang bergerak dari jalan lurus menuju ke tikungan, seringkali tidak dapat mempertahankan lintasannya pada lajur yang disediakan. Hal ini disebabkan karena :

- Pada waktu berbelok yang diberi belokan pertama kali hanya roda depan, sehingga lintasan roda belakang agak keluar lajur (off tracking).
- Jarak lintasan kendaraan tidak lagi berimpit, karena bumper depan dan belakang kendaraan akan mempunyai lintasan yang berbeda dengan lintasan roda depan dan roda belakang kendaraan.
- Pengemudi akan mengalami kesukaran dalam mempertahankan lintasannya tetap pada lajur jalannya terutama pada tikungan-tikungan yang tajam atau pada kecepatan-kecepatan tinggi.

Untuk menghindari hal-hal tersebut diatas maka pada tikungan-tikungan yang tajam perlu perkerasan jalan yang diperlebar. Pelebaran perkerasan ini merupakan faktor dari jari-jari lengkung, kecepatan kendaraan, jenis dan ukuran kendaraan

rencana yang akan dipergunakan sebagai jalan perencanaan.

Pada umumnya truck tunggal sebagai dasar penentuan tambahan lebar perkerasan yang dibutuhkan. Tetapi pada jalan-jalan dimana banyak dilewati kendaraan berat, jenis kendaraan semi trailer merupakan kendaraan yang cocok dipilih untuk kendaraan rencana.

Tentu saja pemilihan jenis kendaraan rencana ini sangat mempengaruhi kebutuhan akan pelebaran perkerasan dan biaya pelaksanaan jalan tersebut.

Pelebaran perkerasan pada tikungan sangat bergantung pada jari-jari tikungan (R), sudut tikungan Δ (dan kecepatan rencana (Vp). Dalam "Peraturan Perencanaan Geometrik Jalan Raya" mengenai hal ini dirumuskan :

$$B = n(b' + c) + (n - 1) \cdot T_d + Z \dots \dots \dots (2.11 a)$$

dimana :

B: Lebar perkerasan pada tikungan.

n: Jumlah jalur lalu lintas

b': Lebar lintasan truck pada tikungan.

Td : Lebar melintang akibat tonjolan depan

Z: Lebar tambahan akibat kelainan dalam mengemudi.

c: Kebebasan samping. (0,8m)

Bila $1000/R > 6$, tidak ada dalam grafik maka :

$$T_d = \sqrt{R^2 + A(2p + A)} - R \dots \dots \dots (2.11 b)$$

Dimana :

\hat{R} : $R - \frac{1}{4}$ Lebar jalan

A : jarak tonjolan kendaraan rencana = 1,3 m

p : jarak antar gander kendaraan rencana = 6,5 m

$$Z = \frac{0,105 \cdot v}{\sqrt{R}} \dots \dots \dots (2.11 \text{ c})$$

$$b' = 2, + 4 R - \sqrt{R^2 + p^2} \dots \dots \dots (2.11 \text{ d})$$

Dan bila dari hasil perhitungan didapat $B <$ lebar jalan bagian lurus, maka tikungan tidak perlu ada pelebaran. Hal ini biasa terjadi pada tikungan dengan jari-jari besar ($R > 1200$ m) dan sudut tangent kecil $< (\Delta 10^\circ)$. (*Perencanaan Geometrik Jalan Raya, Djamal Abdat; 1981*)

Untuk keperluan praktis pelebaran perkerasan jalan pada tikungan dapat juga ditentukan melalui tabel dibawah ini :

Tabel 2.12 Pelebaran ditikungan perlajur (m) untuk lebar jalur 2 x (B) m arah atau 1 arah

R	Kecepatan Rencana, V_R (km/jam)															
	5		6		7		8		9		1		1		120	
	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	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									

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

Keterangan : Kolom 1, untuk (B) = 3,00 m

Kolom 2, untuk (B) = 3,50 m

2.5.8 Kebebasan Samping pada Tikungan

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

Menurut *TPGJR No.038/TBM/1997, Departemen Pekerjaan Umum*, pengertian kebebasan samping ditikungan adalah :

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

1. Jika $J_h < L_t$:

$$E = R \left\{ 1 - \cos \frac{90^\circ \cdot J_h}{\pi R} \right\} \dots \dots \dots (2.12 \text{ a})$$

2. Jika $J_h > L_t$:

$$E = R \left\{ 1 - \cos \frac{90^\circ \cdot J_h}{\pi R} \right\} + \frac{1}{2} (J_h - L_t) \sin \left\{ \frac{90^\circ \cdot J_h}{\pi R} \right\} \dots \dots \dots (2.12 \text{ b})$$

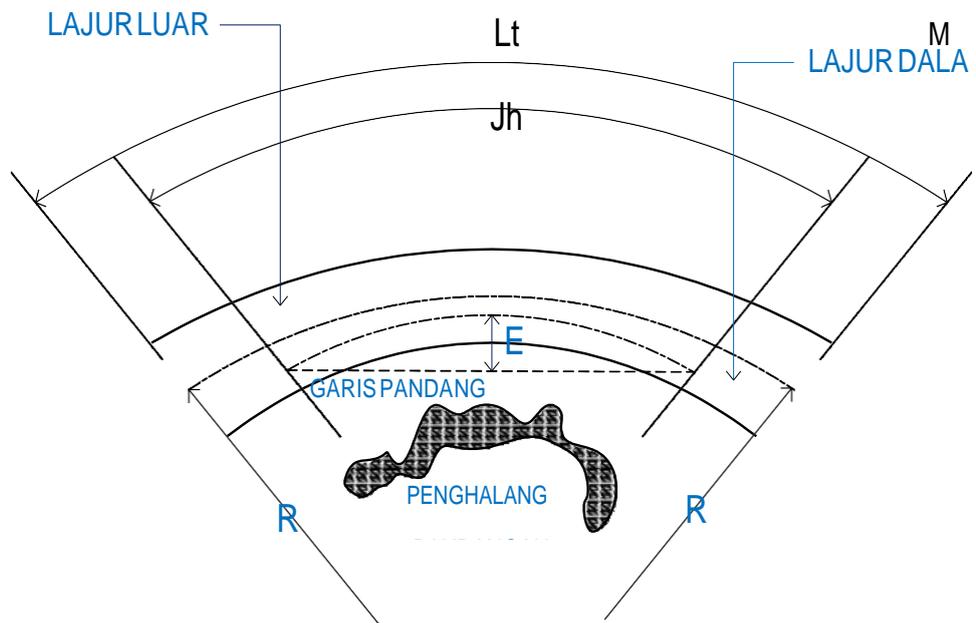
dimana :

R = Jari-jari tikungan (m)

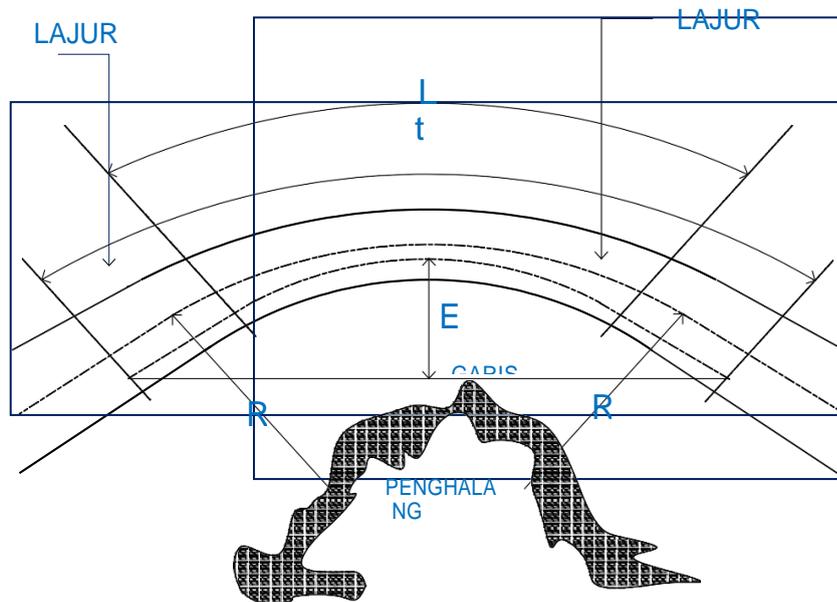
J_h = Jarak pandang henti (m)

L_t = Panjang tikungan (m)

E = Jarak pandangan bebas (m)



Gambar 2.9 Daerah Bebas Samping di Tikungan, untuk $J_h < L_t$



Gambar 2.10 Daerah Bebas Samping di Tikungan, untuk $J_h > L_t$

2.6 Alinemen Vertikal.

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

Alinemen vertikal sangat erat hubungan dengan besarnya biaya pembangunan, biaya penggunaan kendaraan serta jumlah lalu lintas. Kalau pada alinemen horizontal yang merupakan bagian kritis adalah lengkung horizontal (bagian tikungan) maka pada alinemen vertikal yang merupakan bagian kritis justru pada bagian lurus.

Kemampuan pendakian dari kendaraan truck dipengaruhi oleh panjang pendakian (panjang kritis landai) dan besarnya landai.

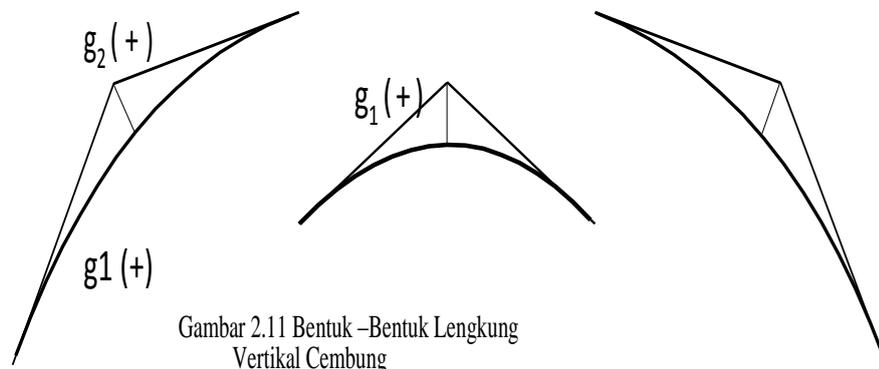
(Perencanaan Geometrik Jalan Raya, Djamal Abdat; 1981)

2.6.1 Lengkung Vertikal.

Peralihan dari suatu kelandaian ke kelandaian yang lain didalam alinyemen vertikal diperhalus dengan menggunakan lengkung vertikal :

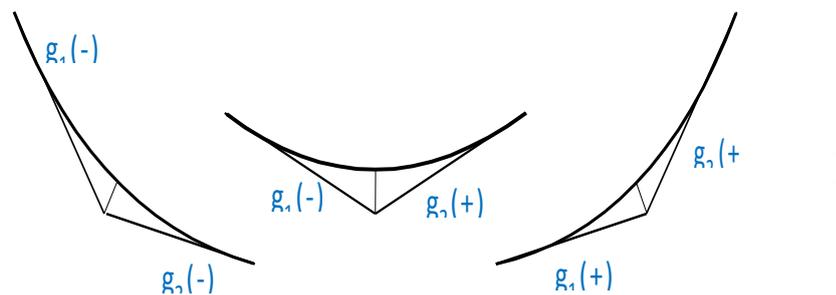
Lengkung vertikal terbagi menjadi 2 bagian yaitu :

- a. Lengkung Vertikal Cembung, adalah lengkung yang berbentuk pada perpotongan antara kedua kelandaian yang berada diatas permukaan jalan.



Gambar 2.11 Bentuk-Bentuk Lengkung Vertikal Cembung

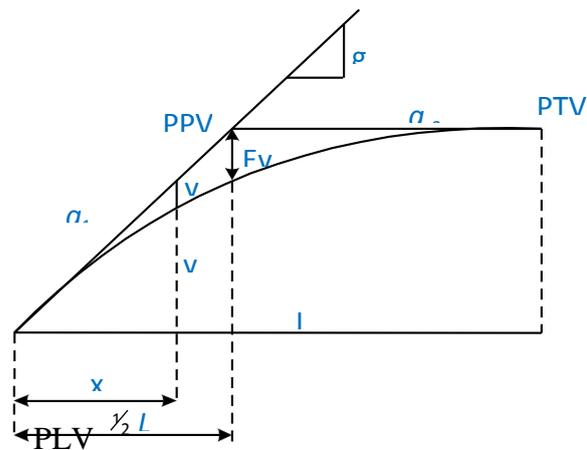
- b. Lengkung Vertikal Cekung, adalah lengkung yang berbentuk pada perpotongan antara kedua kelandaian berada dibawah permukaan jalan



Gambar 2.12 Bentuk-bentuk lengkung vertikal cekung

Dengan mempertimbangkan faktor keamanan, maka dipilih jenis lengkung parabola sebagai lengkung vertikal. Dimana sifat parabola, adalah : pergeseran dari setiap titik pada lengkung terhadap garis tangen adalah sebanding dengan kuadrat jarak horizontal diukur dari ujung lengkung.

Bentuk lengkung vertikal yang pada umumnya digunakan adalah parabola sederhana sebagaimana seperti yang terlihat pada gambar berikut ini :



Gambar 2.13 Tipikal Lengkung vertikal bentuk parabola

Bentuk persamaan umumnya :

$$A = [g_1 - g_2] \dots \dots \dots (2.13 a)$$

$$E_v = \frac{A \cdot L_v}{800} \dots \dots \dots (2.13 b)$$

$$X = \frac{L_v}{4} \dots \dots \dots (2.13 c)$$

$$Y = \left[\frac{A}{200 \cdot L_v} \right] \cdot X^2 \dots \dots \dots (2.13 d)$$

dimana :

E_v = Pergeseran vertikal dari titik PPV ke bagian lengkung

A = Perbedaan kelandaian

X, Y = Letak titik-titik pada lengkung vertikal terhadap sumbu koordinat yang melalui titik PLV

L = Panjang lengkung vertikal

(Dasar-dasar Perencanaan Geometrik Jalan, Silvia Sukirman; 1999)

2.6.2 Landai Maksimum dan Panjang Maksimum Landai

Kelandaian maksimum yang ditentukan untuk berbagai variasi kecepatan rencana, dimaksudkan agar kendaraan dapat bergerak terus tanpa kehilangan kecepatan yang berarti.

Tabel 2.13 Kelandaian Maksimum yang Diijinkan

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

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

Panjang kritis landai adalah panjang yang masih dapat diterima tanpa mengakibatkan gangguan lalu lintas (panjang ini mengakibatkan pengurangan kecepatan maksimum sebesar 25 km/jam). Landai maksimum hanya digunakan bila pertimbangan biaya sangat memaksa dan hanya untuk jarak yang pendek. Bila pertimbangan biaya memaksa, maka panjang kritis dapat dilampaui dengan syarat ada jalur khusus untuk kendaraan berat.

Tabel 2.14 Panjang Kritis

Landai Max (%)	3	4	5	6	7	8	10	12
Panjang Kritis (m)	480	330	250	200	170	150	135	120

Sumber : TPGJAK No.038/ TBM/ 1997

2.7 Perencanaan Galian dan Timbunan.

Didalam perencanaan jalan raya diusahakan agar volume galian (cut) sama dengan volume timbunan (fill). Dengan mengkombinasikan alinemen horizontal dan alinemen vertikal memungkinkan kita untuk menghitung banyaknya 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:

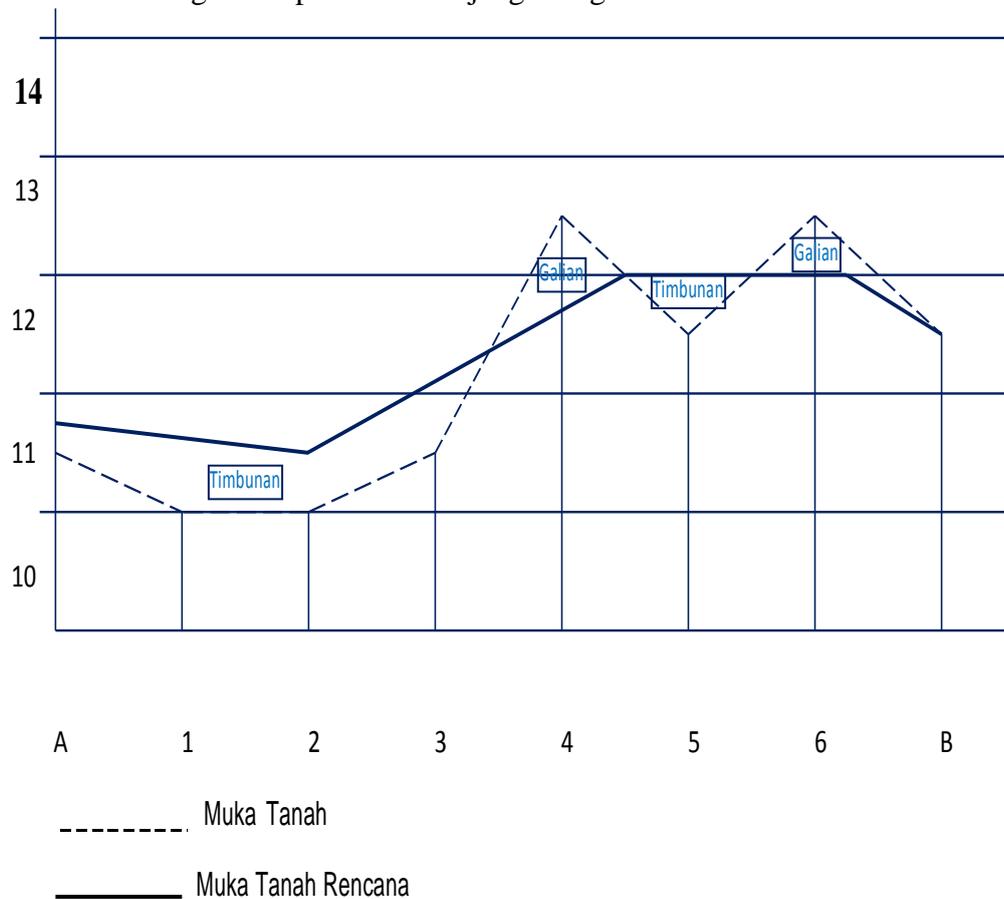
- Untuk daerah datar dan lurus, jarak antara patok 100 m
- Untuk daerah bukit, jarak antara patok 50 m
- Untuk daerah gunung, jarak antara patok 25 m

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 sebagai berikut :



Gambar 2.14 Profil Memanjang

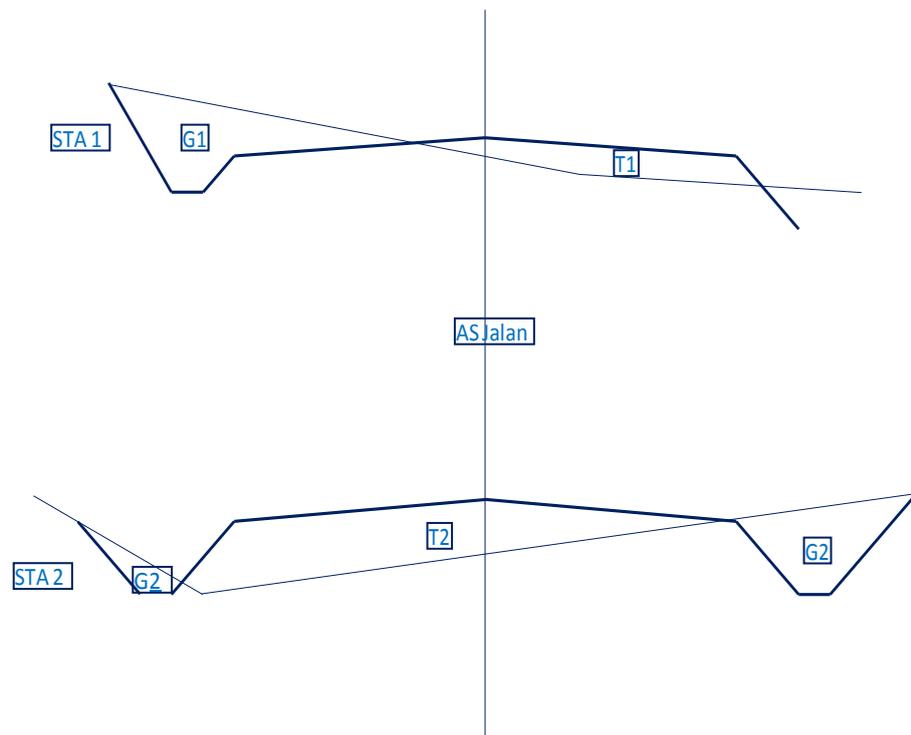
7) Profil Melintang

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

lerang 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.

Gambar 2.15 Profil Melintang

8) 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 sederhana, misalnya bangun segitiga, segi

empat dan trapesium, kemudian dijumlahkan. Hasil dari setiap perhitungan tersebut kemudian dituangkan kedalam formulir sebagai berikut :

Tabel 2.15 Contoh perhitungan galian timbunan

Antar STA	Luas Penampang Melintang (m ³)				Jarak	Volume (m ³)	
	G	T	G _{rata-rata}	T _{rata-rata}	d (m)	G	T
	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(3x5)	(4x5)
STA 1	G1	T1	$\frac{G_1 + G_2}{2}$	$\frac{T_1 + T_2}{2}$	d	d x G	d x T
STA 2	G2	T2				rata-rata	rata-rata
Dst							

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 hargayang sesungguhnya. Sebaliknya semakin besar jarak antar Sta, maka semakin jauh ketidak tepatan 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 mahalnya 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.

(Perencanaan Geometrik Jalan Raya, Djamal Abdat; 1981)

2.8 Perencanaan Tebal Perkerasan

Perkerasan jalan adalah konstruksi yang dibangun diatas lapisan tanah dasar (subgrade) yang berfungsi untuk menopang beban lalu lintas.

Jenis konstruksi perkerasan pada umumnya ada dua jenis, yaitu :

1. Perkerasan lentur (*flexible pavement*)
2. 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).

2.8.1 Metode Perencanaan

Perencanaan konstruksi atau tebal lapisan perkerasan jalan dapat dilakukan dengan banyak cara (metoda) antara lain : AASTHO dan *The Asphalt Institute (Amerika)*, *Road Note* (Inggris), NAASRA (Australia)

dan Bina Marga (Indonesia).

2.8.2 Lapisan Perkerasan Lentur

Untuk perencanaan perkerasan lentur jalan yang akan diuraikan dalam laporan ini menggunakan cara Bina Marga dengan “ Metode Analisa Komponen ” SKBI : 2.3.26.1987/SNI 03-1732-1989.

2.8.3 Karakteristik Perkerasan Lentur

Adapun karakteristik perkerasan lentur antara lain:

- a. Bersifat elastis jika menerima beban, sehingga dapat memberi kenyamanan pada pengguna jalan.
- b. Pada umumnya menggunakan bahan pengikat aspal.
- c. Seluruh lapisan ikut menerima beban.
- d. Penyebaran tegangan kelapisan tanah dasar sedemikian rupa, sehingga tidak merusak lapisan tanah dasar.
- e. Usia rencana maksimum 20 tahun.
- f. Selama usia rencana memerlukan pemeliharaan secara berkala (*routine maintenance*).

2.8.4 Lalu Lintas Rencana Untuk Perkerasan Lentur

Lalu lintas rencana untuk perkerasan lentur antara lain:

- a. Presentase Kendaraan Pada Lajur Pertama
Jalur rencana merupakan jalur lalu lintas dari suatu ruas jalan raya yang terdiri dari suatu jalur atau lebih.

Tabel 2.16
Jumlah Lajur Berdasarkan Lebar Perkerasan

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

Sumber : SKBI 2.3.26.1987 / SNI 1732-1989-F

Jika jalan, tidak memiliki batas lajur, maka jumlah lajur ditentukan dari lebar perkerasan.

Tabel 2.17
Koefisien distribusi kendaraan (c)
Untuk kendaraan ringan dan berat yang lewat
lajur rencana

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

Sumber : SKBI 2.3.26.1987 / SNI 1732-1989-F

- b. Angka Ekuivalen (E) Beban Sumbu Kendaraan
Angka ekuivalen masing-masing golongan sumbu :
- Angka ekuivalen sumbu tunggal :

$$E = \left[\frac{\text{Beban satu sumbu tunggal dalam kg}}{8160} \right]^4$$

- Angka ekivalen ganda :

$$E = 0,086 \left[\frac{\text{Beban satu sumbu tunggal dalam kg}}{8160} \right]^4$$

Tabel2.18

Angka ekivalen (e) beban sumbu kendaraan

Beban satu sumbu		Angka ekivalen	
Kg	Lbs	Sumbu tunggal	Sumbu ganda
1000	2205	0,0002	-
2000	4409	0,0036	0,0003
3000	6614	0,0183	0,0016
4000	8818	0,0577	0,0050
5000	11023	0,1410	0,0121
6000	13228	0,2923	0,0251
7000	15432	0,5415	0,0466
8000	17637	0,9238	0,0794
8160	18000	1,0000	0,0860
9000	19841	1,4798	0,1273
10000	22046	2,2555	0,1940
11000	14251	3,3022	0,2840
12000	16466	4,6770	0,4022
13000	28660	6,4419	0,5540
14000	30864	8,6647	0,7452
15000	33069	11,4148	0,9820
16000	35276	14,7815	1,2712

Sumber : SKBI 2.3.26.1987 / SNI 1732-1989-F

Perhitungan Lalu Lintas

- Lintas ekivalen permulaan (LEP)

$$LEP = \sum_{j=1}^n (LHR_j) \times C_j \times E_j$$

- Lintas ekivalen akhir (LEA)

$$LEA = \sum_{j=1}^n (LHR_j) \times (1-i)^{UR} \times C_j \times E_j$$

- Lintas ekivalen tengah (LET)

$$LET = \frac{LEP - LEA}{2}$$

- Lintas ekivalen rencana (LER)

$$LER = LET \times FP$$

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

Dimana :

i = Perkembangan lalu lintas

j = Jenis kendaraan

LHR = Lalu lintas harian rata-rata

UR = Umur rencana

FP = Faktor penyesuaian

2.8.5 Perhitungan Daya Dukung Tanah Dasar

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

a. Cara Analitis

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

$$CBR_{SEGMENT} = CBR_{RATA-RATA} - \left[\frac{CBR_{MAX} - CBR_{MIN}}{R} \right]$$

Nilai R tergantung dari jumlah data yang terdapat dalam satu segmen, besarnya nilai R dapat dilihat pada Tabel 17

Tabel 2.19 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

c. Cara Grafis

Cara memperoleh nilai CBR rencana berdasarkan cara grafis dapat

dilakukan dengan mengikuti prosedur sebagaimana tersebut di

bawah ini :

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

2.8.6 Faktor Regional

Faktor regional adalah faktor koreksi sehubungan dengan adanya perbedaan hasil percobaan AASHTO Road Test dan disesuaikan dengan keadaan Indonesia. FR ini dipengaruhi oleh bentuk alinemen, presentase kendaraan berat dan yang berhenti serta iklim.

Tabel 2.20 Faktor Regional

	Kelandaian i (< 6 %)		Kelandaian ii (6 – 10 %)		Kelandaian iii (> 10 %)	
	% kendaraan berat					
	≤ 30 %	> 30 %	≤ 30 %	> 30 %	≤ 30 %	> 30 %
Iklim I < 900 mm/th	0,5	1,0– 1,5	1,0	1,5 – 2,0	1,5	2,0 – 2,5

Iklm II > 900 mm/th	1,5	2,0 – 2,5	2,0	2,5 – 3,0	2,5	3,0 – 3,5
------------------------	-----	-----------	-----	-----------	-----	-----------

Sumber : SKBI 2.3.26.1987 / SNI 1732-1989-F

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

2.8.7 Indeks Permukaan

Indeks permukaan adalah nilai kerataan atau kehalusan serta kekokohan permukaan yang bertalian dengan tingkat pelayanan bagi lalu lintas lewat.

Tabel 2.21 Indeks Permukaan pada Akhir Usia Rencana (Ip)

Ler *)	Klasifikasi Jalan			
	Lokal	Kolektor	Arteri	Tol
< 10	1,0 – 1,5	1,5	1,5 – 2,0	-
10 – 100	1,5	1,5 – 2,0	2,0	-
100 – 1000	1,5 – 2,0	2,0	2,0 – 2,5	-
> 1000	-	2,0 – 25	2,5	2,5

Sumber : SKBI 2.3.26.1987 / SNI 1732-1989-F

*) LER dalam satuan angka ekivalen 8,16 ton beban sumbu tunggal.

Catatan : Pada proyek-proyek penunjang jalan, JAPAT/jalan murah, atau jalan darurat maka IP dapat diambil 1,0.

IP = 1,0	Menyatakan permukaan jalan dalam keadaan rusak berat sehingga sangat mengganggu lalu lintas kendaraan.
IP = 1,5	Adalah tingkat pelayanan terendah yang masih mungkin (jalan tidak terputus)
IP = 2,0	Adalah tingkat pelayanan terendah bagi jalan yang masih mantap.
IP = 2,5	Menyatakan permukaan jalan masih cukup stabil dan baik.

Tabel 2.22 Indeks Permukaan pada Akhir Usia Rencana (IPt)

Jenis lapisan perkerasan	Ipo	Roughness (mm/km)
LASTON	≥ 4	≤ 1000
	3,9 – 3,5	> 1000
LASBUTAG	3,9 – 3,5	≤ 2000
	3,4 – 3,0	> 2000
HRA	3,9 – 3,5	≤ 2000
	3,4 – 3,0	> 2000
BURDA	3,9 – 3,5	< 2000
BURTU	3,4 – 3,0	< 2000
LAPEN	3,4 – 3,0	≤ 3000
	2,9 – 2,5	> 3000
LATASBUM	2,9 – 2,5	-
BURAS	2,9 – 2,5	-
LATASIR	2,9 – 2,5	-
JALAN TANAH	$\leq 2,4$	-
JALAN KERIKIL	$\leq 2,4$	-

Sumber : SKBI 2.3.26.1987 / SNI 1732-1989-F

Catatan :

Alat ukur roughness yang dipakai adalah roughmeter NAASRA, yang dipasang pada kendaraan standar Datsun 1500 station wagon, dengan kecepatan kendaraan ± 32 km/jam. Gerakan sumbu belakang dalam arah vertikal dipindahkan pada alat roughometer melalui kabel yang dipasang ditengah-tengah sumbu belakang kendaraan yang selanjutnya dipindahkan kepada counter melalui *flexible drive*.

Setiap putaran counter adalah sama dengan 15,2 mm gerakan vertikal antara sumbu belakang dan badan kendaraan. Alat pengukur roughness tipe lain dapat digunakan dengan mengkalibrasikan hasil yang diperoleh terhadap roughometer NAASRA.

2.8.8 Indeks Tebal Perkerasan

Adapun rumus indeks tebal perkerasan adalah dapat dilihat dibawah ini:

$$ITP = a_1 D_1 + a_2 D_2 + a_3 D_3$$

Dimana :

ITP = Indeks tebal perkerasan

a = Koefisien lapisan

D = Tebal lapisan (m)

Tabel 2.23 Koefisien Kekuatan Relatif (a)

Koefisien Kekuatan Relatif			Kekuatan Bahan			Jenis Bahan
A ₁	A ₂	A ₃	Ms (kg)	Kt (kg/cm)	Cbr (%)	
0,40	-	-	744	-	-	LASTON
0,35	-	-	590	-	-	
0,32	-	-	454	-	-	
0,30	-	-	340	-	-	
0,35	-	-	744	-	-	LASBUTAG
0,31	-	-	590	-	-	
0,28	-	-	454	-	-	
0,26	-	-	340	-	-	
0,30	-	-	340	-	-	HRA ASPAL MACADAM LAPEN (mekanis) LAPEN (manual)
0,26	-	-	340	-	-	
0,25	-	-	-	-	-	
0,20	-	-	-	-	-	
-	0,28	-	590	-	-	LASTON ATAS
-	0,26	-	454	-	-	
-	0,24	-	340	-	-	

-	0,23	-	-	-	-	LAPEN (mekanis)
-	0,19	-	-	-	-	LAPEN (manual)
-	0,15	-	-	22	-	Stabilitas tanah dengan semen
-	0,13	-	-	18	-	
-	0,15	-	-	22	-	Stabilitas tanah dengan kapur
-	0,13	-	-	18	-	
-	0,14	-	-	-	100	Batu pecah (kelas A)
-	0,13	-	-	-	80	Batu Pecah (kelas B)
-	0,12	-	-	-	60	Batu Pecah (kelas C)
-	-	0,13	-	-	70	SIRTU/Pitrun (kls A)
-	-	0,12	-	-	50	SIRTU/Pitrun (kls B)
-	-	0,11	-	-	30	SIRTU/Pitrun (kls C)
-	-	0,10	-	-	20	Tanah/lempung
						kepasiran

Sumber : SKBI 2.3.26.1987 / SNI 1732-1989-F

Catatan :

- a. Kuat tekan stabilitas tanah dengan semen diperiksa pada hari ke 7
- b. Kuat tekan stabilitas tanah dengan kapur diperiksa pada hari ke 21

Keterangan : MS (*Marshall Test*), Kt (Kuat tekan)

Tabel 2.24 Batas-batas Minimum
Tebal Lapisan Perkerasan

Itp	Tebal Minimum (cm)	Bahan
1. Lapis permukaan		
< 3,00	5	Lapisan pelindung : BURAS/BURTU/BURDA

3,00 - 6,70	5	LAPEN/Aspal Macadam, HRA, LASBUTAG, ASTON
6,71 - 7,49	7,5	LAPEN/Aspal Macadam, HRA, LASBUTAG, LASTON
7,50 - 9,99	7,5	LASBUTAG, LASTON
$\geq 10,00$	10	LASTON
2. Lapis Pondasi Atas		
$< 3,00$	15	Batu pecah, stabilisasi tanah dengan semen, stabilisasi tanah dengan kapur.
3,00 – 7,49	20*)	Batu pecah, stabilisasi tanah dengan semen, stabilisasi tanah dengan kapur.
7,50 – 9,9	1 0 2 0	LASTON atas Batu pecah stabilisasi tanah dengan semen, stabilisasi tanah dengan kapur, pondasi macadam.

10, - 12,14	1 5	LASTON atas Batu pecah, stabilisasi tanah dengan semen, stabilisasi tanah dengan kapur, pondasi macam, LAPEN, LASTON atas
≥ 12,25	2 5	Batu pecah, stabilisasi tanah dengan semen, stabilisasi tanah dengan kapur, pondasi macam, LAPEN, LASTON atas
3. Lapis Pondasi Bawah		
Untuk setiap nilai ITP bila digunakan pondasi bawah, tebal minimum adalah 10 cm.		

Sumber : SKBI 2.3.26.1987 / SNI 1732-1989-F

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

2.9 Pengelolaan Proyek

Adapun bagian dari pengelolaan proyek dapat dilihat dari bagian bagian berikut:

2.9.1 Penjadwalan Pelaksanaan Pekerjaan

a. Network Planing

Untuk menyelesaikan suatu pekerjaan konstruksi diperlukan perencanaan waktu penyelesaian tiap-tiap pekerjaan yang akan dikerjakan. Dari *network planning* juga kita dapat mengetahui ketergantungan antara pekerjaan yang satu dengan yang lainnya. Kegiatan suatu pekerjaan dapat dilihat atau dilukiskan dengan anak panah.

b. Kurva S

Kurva S berdasarkan bobot setiap pekerjaan atau lama waktu yang diperlukan untuk setiap pekerjaan dari tahap pertama sampai akhir pekerjaan tersebut. Bobot pekerjaan merupakan presentase yang

didapatkan dari perbandingan antara harga total keseluruhan dari jumlah harga penawaran.

c. Diagram *Barchart*

Diagram *barchart* merupakan sesuatu 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 mengganggu pelaksanaan pekerjaan.