

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Dasar Perencanaan Geometrik

Perencanaan geometrik jalan adalah 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 (Shirley L. Hendarsin, 2000). Perencanaan geometrik jalan juga 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 (Silvia Sukirman 1999).

Dalam lingkup perencanaan geometrik tidak termasuk perencanaan tebal perkerasan jalan walaupun dimensi dari perkerasan merupakan bagian dari perencanaan geometrik sebagai bagian dari perencanaan jalan seutuhnya. Demikian pula dengan drainase jalan jadi tujuan dari perencanaan geometrik jalan adalah menghasilkan infrastruktur 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.

2.2 Jalan

Berdasarkan UU RI No 38 Tahun 2004 tentang Jalan, mendefinisikan jalan adalah prasarana transportasi darat yang meliputi segala bagian jalan, termasuk bangunan pelengkap dan perlengkapannya yang diperuntukkan bagi lalu lintas, yang berada pada permukaan tanah, di atas permukaan tanah, di bawah

permukaan tanah dan/atau air, serta di atas permukaan air, kecuali jalan kereta api, jalan lori, dan jalan kabel.

2.2.1 Klasifikasi Jalan

Klasifikasi jalan merupakan aspek penting yang pertama kali harus diidentifikasi sebelum melakukan perancangan jalan. Karena kriteria desain suatu rencana jalan yang ditentukan dari standar desain ditentukan oleh klasifikasi jalan rencana.

1. Klasifikasi Jalan Menurut Fungsi Jalan

Klasifikasi jalan menurut fungsinya sesuai dengan Tata Cara Perencanaan Geometrik Jalan Antar Kota (TPGJAK) No. 038/TBM/1997 terbagi atas :

a. Jalan Arteri

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

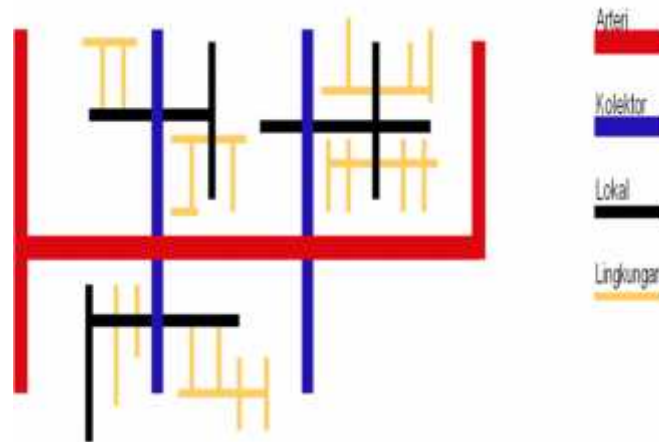
Jalan Kolektor adalah jalan yang melayani angkutan pengumpul/pembagi dengan ciri-ciri perjalanan jarak sedang, kecepatan rata-rata sedang dan jumlah jalan masuk dibatasi.

c. Jalan Lokal

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

d. Jalan Lingkungan

Jalan angkutan lingkungan (jarak pendek kecepatan rendah)



Gambar 2.1 Klasifikasi Jalan Menurut Fungsi Jalan

2. Klasifikasi Jalan Menurut Kelas Jalan

Klasifikasi jalan menurut kelas berkaitan dengan kemampuan jalan untuk menerima beban lalu lintas, dinyatakan dalam muatan sumbu terberat (MST) dalam satuan ton.

Tabel 2.1 Klasifikasi Jalan Menurut Kelas Jalan

No.	Fungsi	Kelas	Muatan Sumbu Terberat (MST) ton
1	Arteri	I	>10
		II	10
		III A	8
2	Kolektor	III A	8
		III B	8
3	Lokal	III C	8

(Sumber : TPGJAK No.038/TBM/1997)

a. Kelas I

Jalan kelas I yaitu jalan arteri yang dapat dilalui kendaraan bermotor termasuk muatan dengan dengan ukuran lebar tidak melebihi 2.500 milimeter, ukuran panjang tidak melebihi 18.000 milimeter, dan muatan sumbu terberat yang diizinkan lebih besar dari 10 ton.

b. Kelas II

Jalan kelas II, yaitu jalan arteri yang dapat dilalui kendaraan bermotor termasuk muatan dengan ukuran lebar tidak melebihi 2.500 milimeter, ukuran panjang tidak melebihi 18.000 milimeter, dan muatan sumbu terberat yang diizinkan 10 ton

c. Kelas III A

Jalan kelas III A yaitu jalan arteri atau kolektor yang dapat dilalui kendaraan bermotor termasuk muatan dengan ukuran tidak melebihi 2.500 milimeter, dan muatan sumbu terberat yang diizinkan 8 ton.

d. Kelas III B

Jalan kelas III B yaitu jalan kolektor yang dapat dilalui kendaraan bermotor termasuk muatan dengan ukuran lebar tidak melebihi 2.500 milimeter, ukuran panjang tidak melebihi 12.000 milimeter, dan muatan sumbu terberat yang diizinkan 8 ton.

e. Kelas III C

Jalan kelas III C yaitu jalan lokal yang dapat dilalui kendaraan bermotor termasuk muatan dengan ukuran lebar tidak melebihi 2.100 milimeter, ukuran panjang tidak melebihi 9.000 milimeter, dan muatan sumbu terberat yang diizinkan 8 ton.

Dalam penentuan kelas jalan sangat diperlukan adanya data Lalulintas Harian Rata-rata (LHR) dengan cara menghitung LHR akhir umur rencana. LHR akhir umur rencana adalah jumlah perkiraan kendaraan dalam Satuan Mobil Penumpang (SMP) yang akan dicapai pada akhir tahun rencana dengan mempertimbangkan perkembangan jumlah kendaraan mulai dan saat merencanakan dan pelaksanaan jalan itu dikerjakan.

Adapun rumus yang akan digunakan dalam menghitung nilai LHR umur rencana yaitu :

$$P_n = P_o + (1+i)^n \dots \dots \dots (2.1)$$

Dimana :

P_n = Jumlah kendaraan pada tahun ke n

Po = Jumlah kendaraan pada awal tahun

I = angka pertumbuhan lalu lintas (%)

N = umur rencana

Setelah di dapat nilai LHR yang direncanakan dan dikalikan dengan faktor ekuivalensi (FE), maka didapat klasifikasi kelas jalan tersebut. Nilai faktor ekuivalensi dapat dilihat pada tabel 2.2 dibawah ini :

Tabel 2.2 Nilai faktor ekuivalensi

No	Jenis Kendaraan	Datar/Perbukitan	Pegunungan
1	Sedan, Jeep, Station Wagon	1,00	1,00
2	Pick up, Bus kecil, Truk kecil	1,20-2,40	1,90
3	Bus dan Truk besar	1,20-5,00	2,20-6,00

(Sumber : TPGJAK No.038/TBM/1997)

Klasifikasi jalan di Indonesia menurut peraturan perencanaan geometrik jalan raya (PPGJR, 1997). Dapat dikelompokkan berdasarkan volume lalulintas harian rata-rata (VLHR) seperti pada tabel 2.3 dibawah ini:

Tabel 2.3 Klasifikasi Jalan Berdasarkan VLHR

VLHR (SMP/Hari)	Faktor – K (%)	Faktor – F (%)
>50.000	4-6	0.90-1
30.000-50.000	6-8	0.80-1
10.000-30.000	6-8	0.80-1
5.000-10.000	8-10	0,60-0,80
1.000-5.000	10.12	0,60-0,80
<1.000	12-16	<0,60

(Sumber : TPGJAK No.038/TBM/1997)

Kelas jalan sesuai dengan Peraturan Perencanaan Geometrik Jalan Raya (PPGJR 1997) dapat dilihat pada tabel 2.4 dibawah ini :

Tabel 2.4 Klasifikasi Kelas Jalan berdasarkan LHR dalam Satuan SMP

No	Klasifikasi Jalan	Kelas	Lalulintas Harian(smp)
1	Jalan utama	I	>20.000
2	Jalan sekunder	II A	6.000-20.000
		II B	1.500-8.000
		II C	<2.000
3	Jalan penghubung	III	-

(Sumber : TPGJAK No.038/TBM/1997)

3. Klasifikasi Jalan Menurut Medan Jalan

Berdasarkan perhitungan rata-rata dari ketinggian muka tanah lokasi rencana, maka dapat diketahui lereng melintang yang digunakan untuk menentukan golongan medan. Klasifikasi jalan berdasarkan medan jalan dapat dilihat pada tabel 2.5 dibawah ini :

Tabel 2.5 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/TBM/1997)

4. Klasifikasi Jalan Menurut Wewenang Pembinaan Jalan

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

a. Jalan Nasional

Jalan arteri dan kolektor yang menghubungkan ibukota Propinsi dan Jalan yang bersifat strategis Nasional

b. Jalan Provinsi

Jalan kolektor yang menghubungkan ibu kota Propinsi dengan ibu kota Kabupaten / Kota, atau antar ibu kota kabupaten / kota, Jalan yang bersifat strategis Regional

c. Jalan Kabupaten

Jalan Lokal yang menghubungkan ibukota kabupaten dengan ibukota kecamatan, antar ibukota kecamatan kabupaten dengan Pusat Kegiatan Lokal, antar Pusat Kegiatan Lokal, serta jalan strategis lokal.

d. Jalan Kota

Jalan Sekunder yang menghubungkan antar pusat pelayanan dalam Kota, pusat pelayanan dengan persil, antar persil, menghubungkan antar pusat permukiman dan berada di dalam Kota.

f. Jalan Desa

Jalan Umum yang menghubungkan kawasan di dalam Desa dan antar permukiman serta jalan lingkungan.

g. Jalan Khusus

Jalan bukan untuk lalu lintas umum yang peruntukannya bagi kepentingan instansi, badan usaha maupun perorangan atau kelompok masyarakat.

2.2.2 Bagian - Bagian Jalan

Bagian Jalan dapat diklasifikasikan menjadi tiga bagian, antara lain adalah sebagai berikut:

1. Ruang Manfaat Jalan (Rumaja)

Ruang manfaat jalan meliputi badan jalan, saluran tepi jalan dan ambang pengamanannya, badan jalan meliputi jalur lalu lintas dengan atau tanpa jalur pemisah dan bahu jalan

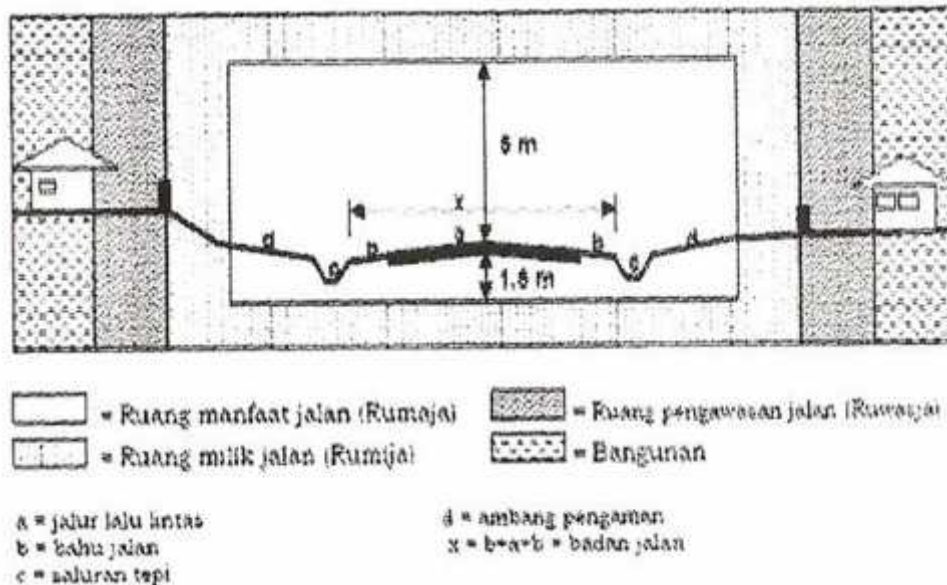
2. Ruang Milik Jalan (Rumija)

Ruang milik jalan merupakan ruang sepanjang jalan yang dibatasi oleh lebar dan tinggi tertentu yang dikuasai oleh Pembina jalan dengan

suatu hak tertentu. setiap jarak 1 km di pasang patok RMJ berwarna kuning

3. Ruang Pengawasan Jalan (Ruwasja)

Ruang pengawasan jalan adalah sejalur tanah tertentu yang terletak diluar daerah milik jalan yang penggunaannya diawasi oleh pembina jalan, dengan maksud agar tidak mengganggu pandangan pengemudi dan konstruksi jalan apabila luas milik jalan tidak mencukupi



Gambar 2.2 Bagian – Bagian Jalan

(Sumber: PP. NO. 34 tahun 2006 Tentang Jalan. Pasal 33)

2.3 Perencanaan Geometrik

Menurut Silvia Sukirman (1999), Perencanaan geometrik 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 merencanakan suatu konstruksi jalan harus memiliki data perencanaan diantaranya, data lalu lintas, data topografi, data tanah dan data penunjang lainnya. Semua data ini diperlukan karena data ini dapat memberikan gambaran yang sebenarnya dari kondisi suatu daerah dimana ruas jalan ini akan

dibangun. Dengan adanya data ini, kita dapat menentukan geometrik dan tebal perkerasan yang diperlukan dalam merencanakan suatu konstruksi jalan.

2.3.1 Data Lalulintas

Menurut Shirley L. Hendarsin (2000), Data lalulintas adalah data utama yang diperlukan untuk perencanaan teknik jalan karena kapasitas jalan yang akan direncanakan tergantung dari komposisi lalulintas yang akan menggunakan jalan pada suatu segmen jalan yang ditinjau.

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

Analisis data lalulintas pada intinya dilakukan untuk menentukan kapasitas jalan, akan tetapi harus dilakukan bersamaan dengan perencanaan geometrik dan lainnya, karena saling berkaitan satu sama lain.

Unsur lalulintas, adalah benda atau pejalan kaki sebagai bagian dari lalulintas, sedangkan unsur lalulintas diatas roda disebut kendaraan dengan unit.

2.3.2 Data Peta Topografi

Data Peta Topografi merupakan salah satu faktor penting dalam menentukan lokasi jalan dan pada umumnya mempengaruhi alinyemen sebagai standar perencanaan geometrik seperti kelandaian jalan, jarak pandang, penampang melintang, saluran tepi dan lain sebagainya.

2.3.3 Data Penyelidikan Tanah

Penyelidikan tanah yaitu pengujian Dynamic Cone Penetrometer (DCP). Pengujian DCP dilakukan untuk mendapatkan besar daya dukung tanah dengan parameter yang dihasilkan adalah angka CBR pada lapisan di bawah *subgrade*.

2.4 Parameter Perencanaan Geometrik Jalan

Dalam perencanaan geometrik jalan terdapat beberapa parameter perencanaan yang harus dipahami seperti, 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.

2.4.1 Kendaraan Rencana

Menurut Silvia Sukirman (1999) Kendaraan rencana adalah kendaraan yang merupakan wakil dari kelompoknya, dipergunakan untuk merencanakan bagian-bagian dari jalan. Untuk perencanaan geometrik jalan, ukuran lebar kendaraan rencana akan mempengaruhi lebar lajur yang dibutuhkan.

Kendaraan Rencana adalah kendaraan yang dimensi dan radius putarnya dipakai sebagai acuan dalam perencanaan geometrik.

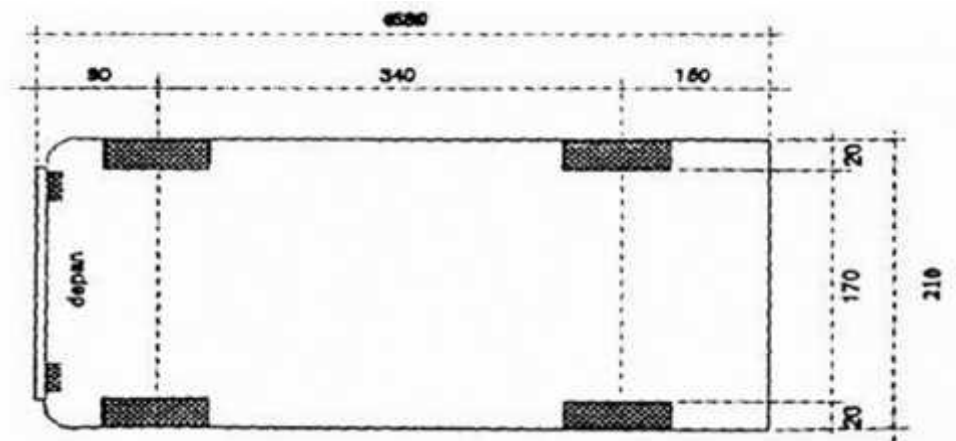
Kendaraan Rencana dikelompokkan ke dalam 3 kategori:

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

Tabel 2.6 Dimensi Kendaraan Rencana

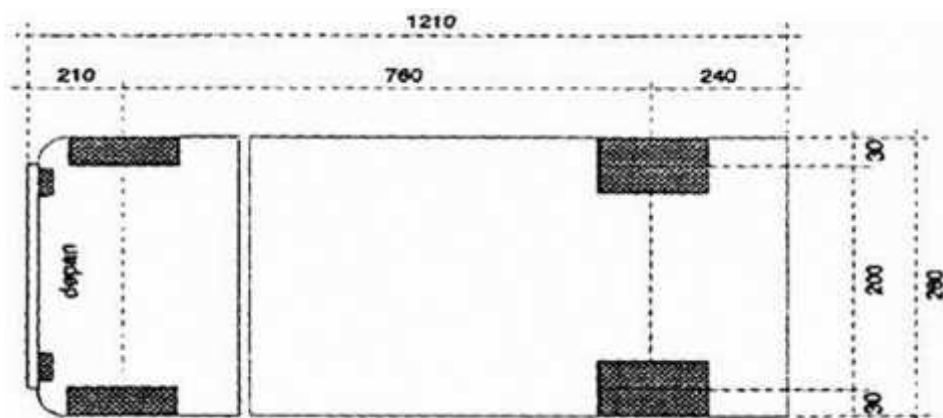
Kategori Kendaraan Rencana	Dimensi Kendaraan (cm)			Tonjolan (cm)		Radius Putar		Radius Tonjolan (cm)
	Tinggi	Lebar	Panjang	Depan	Belakang	Min	Mak	
Kendaraan kecil	130	210	580	90	150	420	730	780
Kendaraan sedang	410	260	1210	210	240	740	1280	1410
Kendaraan besar	410	260	2100	120	90	290	1400	1370

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



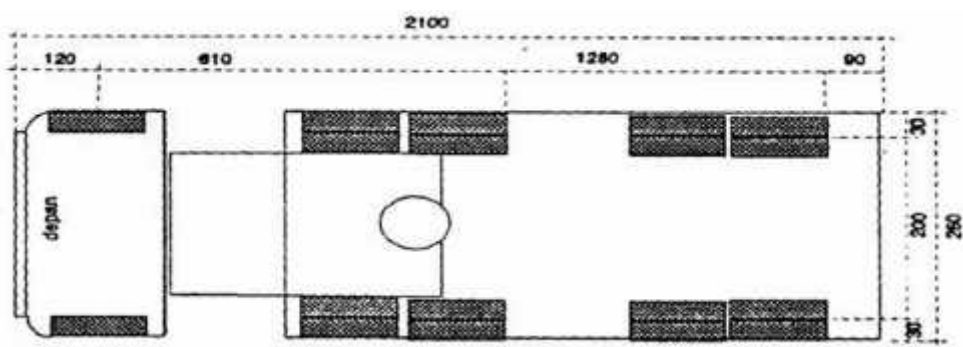
Gambar 2.3 Dimensi kendaraan kecil

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



Gambar 2.4 Dimensi kendaraan sedang

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



Gambar 2.5. Dimensi kendaraan besar

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

2.4.2 Kecepatan Rencana

Menurut Silvia Sukirman (1999). 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.

Kecepatan rencana (VR) pada suatu ruas jalan adalah kecepatan yang dipilih sebagai dasar perencanaan geometrik jalan yang memungkinkan kendaraan-kendaraan bergerak dengan aman dan nyaman dalam kondisi cuaca yang cerah, lalu lintas yang lengang, dan pengaruh samping jalan yang tidak berarti. Untuk kondisi medan yang sulit, VR suatu segmen jalan dapat diturunkan dengan syarat bahwa penurunan tersebut tidak lebih dari 20 km/jam.

Tabel 2.7 Kecepatan Rencana Sesuai Klasifikasi Fungsi & Medan Jalan

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

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

2.4.3 Komposisi Lalulintas

Menurut Tata Cara Perencanaan Geometrik Jalan Antar Kota (No. 038/TBM/1997) Volume lalulintas Harian Rata-Rata (VLHR) adalah prakiraan volume lalulintas harian pada akhir tahun rencana lalulintas 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. Ekvivalen Mobil Penumpang (EMP)

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

Tabel 2.8 Ekvivalen Mobil Penumpang (EMP)

No	Jenis Kendaraan	Datar / Perbukitan	Pegunungan
1	Sedan, Jep Station Wagon	1,0	1,0
2	<i>Pick Up</i> , Bus Kecil, Truck Kecil	1,2 – 2,4	1,9 – 3,5
3	Bus dan Truck Besar	1,2 – 5,0	2,2 – 6,0

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

3. Faktor (F)

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

4. Faktor VLHR (K)

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

$$V = V \times \frac{K}{F} \dots\dots\dots (2.2)$$

VJR (Volume Jam Rencana) digunakan untuk menghitung jumlah lajur jalan dan fasilitas lalu lintas lainnya yang diperlukan.

Tabel 2.9 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 : Tata Cara Perencanaan Geometri Jalan Antar Kota No. 038/T/BM/1997)

2.5 Komponen Penampang Melintang

Menurut Sukirman (1999), penampang melintang jalan merupakan potongan melintang tegak lurus sumbu jalan. Pada potongan melintang jalan dapat terlihat bagian bagian jalan yang. Penampang melintang jalan terdiri atas bagian-bagian sebagai berikut:

1. Jalur lalu lintas

Jalur lalu lintas adalah bagian jalan yang dipergunakan untuk lalu lintas kendaraan yang secara fisik berupa perkerasan jalan. Jalur lalu lintas terdiri dari beberapa lajur. Lebar lajur sangat ditentukan oleh jumlah dan lebar lajur peruntukannya. Tabel 2.10 menunjukkan lebar jalur dan bahu jalan sesuai VLHR-nya.

Tabel 2.10 Penentuan Lebar Jalur dan Bahu Jalan

VLHR (smp/hari)	ARTERI				KOLEKTOR				LOKAL			
	Ideal		Min		Ideal		Min		Ideal		Min	
	Lebar Jalur (m)	Lebar Bahu (m)	Lebar Jalur (m)	Lebar Bahu (m)	Lebar Jalur (m)	Lebar Bahu (m)	Lebar Jalur (m)	Lebar Bahu (m)	Lebar Jalur (m)	Lebar Bahu (m)	Lebar Jalur (m)	Lebar Bahu (m)
<3000	6,0	1,5	4,5	1,0	6,0	1,5	4,5	1,0	6,0	1,0	4,5	1,0
3000 - 10000	7,0	2,0	6,0	1,5	7,0	1,5	6,0	1,5	7,0	1,5	6,0	1,0
10001 - 25000	7,0	2,0	7,0	2,0	7,0	2,0	**)	**)	-	-	-	-

>25000	2nx3,5*)	2,5	2x7,0*)	2,0	2nx3,5*)	2,0	**)	**)	-	-	-	-
--------	----------	-----	---------	-----	----------	-----	-----	-----	---	---	---	---

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

2. Median dan jalur tepian (jika ada)

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

3. Bahu

Bahu Jalan adalah bagian jalan yang terletak di tepi jalur lalu lintas dan harus diperkeras. Kemiringan bahu jalan normal antara 3 - 5%.

4. Jalur pejalan kaki

Fasilitas pejalan kaki berfungsi memisahkan pejalan kaki dari jalur lalu lintas kendaraan guna menjamin keselamatan pejalan kaki dan kelancaran lalu lintas.

2.6 Jarak Pandangan

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. Dibedakan dua jarak pandang, yaitu Jarak Pandang Henti (Jh) dan Jarak Pandang Mendahului (Jd). Menurut Sukirman (1999), jarak pandang berguna untuk:

1. Menghindarkan terjadinya tabrakan yang dapat membahayakan kendaraan dan manusia akibat adanya benda yang berukuran cukup besar, kendaraan yang sedang berhenti, pejalan kaki, atau hewan-hewan pada lajur jalannya.
2. Memberi kemungkinan untuk mendahului kendaraan lain yang bergerak dengan kecepatan lebih rendah dengan mempergunakan lajur disebelahnya.
3. Menambah efisiensi jalan tersebut, sehingga volume pelayanan dapat dicapai semaksimal mungkin.

4. Sebagai pedoman bagi pengatur lalu lintas dalam menempatkan rambu-rambu lalu lintas yang diperlukan pada setiap segmen jalan.

2.6.1 Jarak Pandangan Henti (J_h)

Menurut Silvia Sukirman (1999) Jarak pandangan henti adalah jarak yang ditempuh pengemudi untuk dapat menghentikan kendaraanya.

Setiap titik di sepanjang jalan harus memenuhi J_h . Jarak pandang diukur berdasarkan asumsi bahwa tinggi mata pengemudi adalah 105 cm dan tinggi halangan 15 cm diukur dari permukaan jalan. J_h terdiri atas 2 elemen jarak, yaitu:

1. 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; dan
2. jarak pengereman (J_{hm}) adalah jarak yang dibutuhkan untuk menghentikan kendaraan sejak pengemudi menginjak rem sampai kendaraan berhenti.

Jarak pandangan henti dalam satuan meter, dapat dihitung dengan rumus :

- Untuk jalan datar

$$J_h = J_{ht} + J_{hm} \dots \dots \dots (2.3)$$

- Untuk jalan dengan kelandaian tertentu

$$J_h = \frac{VR}{3,6} T + \frac{\left(\frac{VR}{3,6}\right)^2}{2g} \dots \dots \dots (2.4)$$

Dimana :

VR = Kecepatan rencana (km/jam)

T = Waktu Tanggap, ditetapkan 2,5 detik

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

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

Persamaan diatas dapat disederhanakan menjadi :

- Untuk jalan datar :

$$J_h = 0,278 \times V_R \times T + \frac{V^2}{2 \cdot f} \dots\dots\dots(2.5)$$

- Untuk jalan dengan kelandaian tertentu :

$$J_h = 0,278 \times V_R \times T + \frac{V^2}{2 \cdot (f \pm L)} \dots\dots\dots(2.6)$$

Dimana :

L = kelandaian jalan dalam perseratusan (%)

Nilai jarak pandang henti (Jh) minimum dapat dilihat berdasarkan nilai VR pada tabel 2.11 dibawah ini:

Tabel 2.11 Jarak Pandang Henti (Jh) Minimum

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

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

2.6.2 Jarak Pandang Mendahului

Menurut Shirley L. Hendarsin (2000) Jarak pandang mendahului adalah jarak yang memungkinkan suatu kendaraan mendahului kendaraan lain di depannya dengan aman sampai kendaraan tersebut kembali ke lajur semula.

Jd diukur berdasarkan asumsi bahwa tinggi mata pengemudi adalah 105 cm dan tinggi halangan adalah 105 cm. Jarak pandangan mendahului dalam satuan meter ditentukan sebagai berikut :

$$J_d = d_1 + d_2 + d_3 + d_4 \dots\dots\dots(2.7)$$

dimana :

d₁ = jarak yang ditempuh selama waktu tanggap (meter)

d₂ = jarak yang ditempuh selama mendahului sampai dengan kembali ke lajur semula (meter)

d₃ = jarak antara kendaraan yang mendahului dengan kendaraan yang datang dari arah berlawanan setelah proses mendahului selesai (meter)

d₄ = jarak yang ditempuh oleh kendaraan yang datang dari arah berlawanan (meter)

Rumus yang dipergunakan adalah :

$$d_1 = 0,278 T_1 (V_R - m + \frac{a \cdot T_1}{2}) \dots \dots \dots (2.8)$$

$$d_2 = 0,278 \cdot V_R \cdot T_2 \dots \dots \dots (2.9)$$

$$d_3 = \text{antara } 30 - 100 \text{ meter} \dots \dots \dots (2.10)$$

$$d_4 = \frac{2}{3} d_2 \dots \dots \dots (2.11)$$

Dimana :

T_1 = Waktu dalam detik, $2,12 + 0,026 V_R$

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

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

m = Perbedaan kecepatan dari kendaraan yang mendahului dan kendaraan yang didahului.

V_R = Kecepatan kendaraan rata-rata dalam keadaan mendahului Kecepatan rencana (km/jam).

d_1 = Jarak kebebasan.

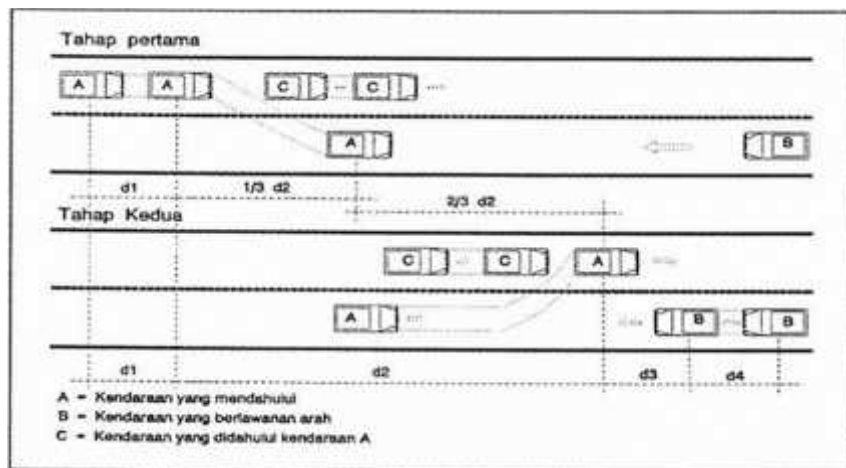
d_2 = Jarak yang ditempuh kendaraan yang datang dari arah berlawanan.

J_d yang sesuai dengan V_R ditetapkan dari Tabel 2.12.

Tabel 2.12. Panjang Jarak Pandang Mendahului

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

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



Gambar 2.6 Jarak pandang mendahului

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

2.7 Alinyemen Horizontal

Menurut Shirley L. Hendarsin (2000) Pada perencanaan alinyemen horizontal, umumnya akan ditemui dua jenis bagian jalan, yaitu : bagian lurus, dan bagian lengkung atau umum disebut 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)

Dalam perencanaan bagian jalan yang lurus perlu mempertimbangkan faktor keselamatan pemakai jalan, di tinjau dari segi kelelahan pengemudi, maka panjang maksimum bagian jalan yang lurus harus ditempuh dalam waktu tidak lebih dari 2,5 menit (sesuai VR). Nilai panjang bagian lurus maksimum dapat dilihat pada tabel 2.13

Tabel 2.13 Panjang Bagian Lurus Maksimum

Fungsi Jalan	Panjang Bagian Lurus Maksimum (m)		
	Datar	Bukit	Gunung
Arteri	3000	2500	2000
Kolektor	2000	1750	1500

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

2.7.1 Penentuan Golongan Medan

Berdasarkan perhitungan rata-rata dari ketinggian muka tanah lokasi rencana, maka dapat diketahui lereng melintang yang digunakan untuk menentukan golongan medan. Klasifikasi golongan medan dapat dilihat pada tabel 2.14 dibawah ini:

Tabel 2.14 Klasifikasi golongan medan

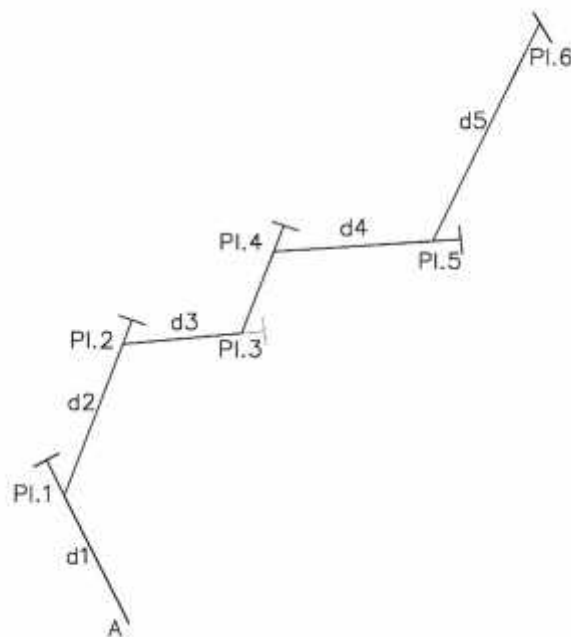
No	Jenis Medan	Notasi	Kemiringan Medan (%)
1	Datar	D	<3

2	Perbukitan	B	3 – 25
3	Pegunungan	G	>25

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

2.7.2 Menentukan Koordinat dan Jarak

Perencanaan geometrik jalan raya merupakan perencanaan bentuk fisik jalan dalam tiga dimensi. Untuk mempermudah dalam penggambaran bagian-bagian perencanaan, maka bentuk fisik jalan digambarkan dalam bentuk alinyemen horizontal atau trase jalan, alinyemen vertikal atau penampang jalan dan potongan melintang. (Hamirhan Saodang, 2004: 128).



Gambar 2.7 Koordinat dan Jarak

Keterangan :

A = Titik awal proyek

PI = Sebagai titik potong (*Point of Intersection*) dari dua bagian lurus rencana alinyemen horizontal

d = Jarak

B = Titik akhir Proyek

Jarak yang dihitung setelah penentuan koordinat adalah:

d1 = Jarak titik A ke titik PI.1

d2 = Jarak titik A ke titik PI.1

d3 = Jarak titik A ke titik PI.1

d4 = Jarak titik A ke titik PI.1

Rumus yang dipakai untuk menghitung jarak adalah:

$$d = \sqrt{(X_2 - X_1)^2 + (Y_2 - Y_1)^2} \dots\dots\dots(2.12)$$

Keterangan :

d = Jarak antara titik A dengan PI.1

X2 = Koordinat titik PI.1 pada sumbu X

X1 = Koordinat titik A pada sumbu X

Y2 = Koordinat titik PI.1 pada sumbu Y

Y1 = Koordinat titik A pada sumbu Y

2.7.3 Menentukan Sudut Jurusan () dan Sudut Bearing ()

Sudut jurusan () ditentukan berdasarkan arah utara

$$PI.1 = (A - PI.1) \dots\dots\dots(2.13)$$

$$PI.2 = (PI.1 - PI.2)$$

$$PI.3 = (PI.2 - PI.3)$$

Sudut jurusan () dihitung dengan rumus :

$$\alpha_1 = \tan^{-1} \frac{(Y_2 - Y_1)}{(X_2 - X_1)} \dots\dots\dots(2.14)$$

$$\alpha_2 = \tan^{-1} \frac{(Y_3 - Y_2)}{(X_3 - X_2)}$$

Dimana:

= Sudut jurusan

Y_1, Y_2 = Koordinat pada titik akhir garis tangen

X_1, X_2 = Koordinat pada titik awal garis tangen

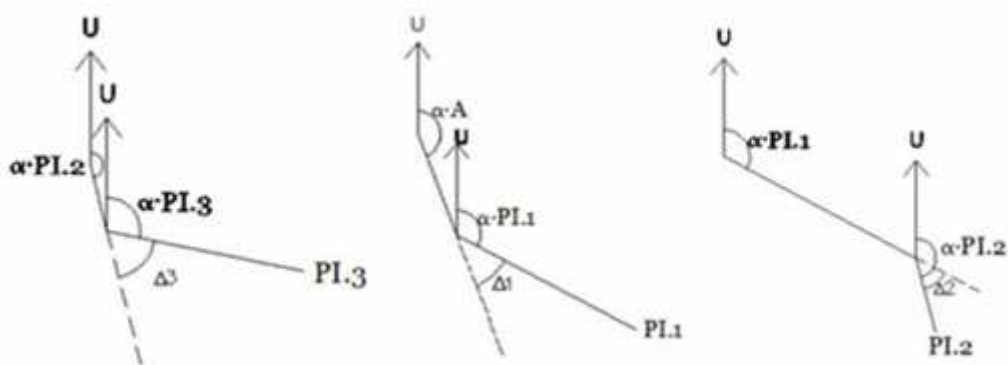
Sudut Bearing () diperlukan dalam menentukan tikungan

$$\Delta = \alpha_1 \pm \alpha_2 \dots\dots\dots(2.15)$$

$$1 = (A - PI.1)$$

$$2 = (PI.2 - PI.1)$$

$$3 = (PI.2 - PI.3)$$



Gambar 2.8 Sudut Jurusan () dan Sudut Bearing ()

2.7.4 Komponen Tikungan

Bagian yang sangat kritis pada alinyemen horizontal adalah bagian tikungan, dimana terdapat gaya sentrifugal yang menyebabkan kendaraan tidak stabil. Gaya sentrifugal ini mendorong kendaraan secara radial keluar jalur.

Atas dasar ini maka perencanaan tikungan agar dapat memberikan keamanan dan kenyamanan perlu mempertimbangkan hal-hal sebagai berikut :

1. Jari-jari Minimum

Kendaraan pada saat melalui tikungan dengan kecepatan (V) akan menerima gaya sentrifugal yang menyebabkan kendaraan tidak stabil. Untuk mengimbangi gaya sentrifugal tersebut, perlu dibuat suatu kemiringan jalan pada tikungan yang disebut super superelevasi. Bina Marga Menganjurkan nilai maksimum e adalah 10 %. Nilai panjang jari-jari minimum dapat dilihat pada tabel 2.15

Tabel 2.15 Panjang Jari-Jari Minimum untuk $e_{maks} = 10 \%$

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

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

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

$$R_{min} = \frac{V^2}{1 - (e_{maks} + f_{maks})} \dots\dots\dots(2.16)$$

Ket :

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

V = Kecepatan rencana (km/jam)

e maks = Superelevasi maksimum

f maks = Koefisien maksimum

2. Batas tikungan tanpa lemiringan

Telah dijelaskan bahwa, kemiringan jalan adalah fungsi dari ketajaman tikungan. Untuk tikungan-tikungan yang tumpul karena kecilnya kemiringan yang diperlukan, dapat saja tidak di adakan kemiringan. Untuk jari-jari yang di ijinakan tanpa adanya superelevasi dapat dilihat pada tabel 2.16

Tabel 2.16 Jari-jari yang diijinkan tanpa superelevasi (Lengkung Peralihan)

Kecepatan Rencana – Vr (Km/jam)	R (m)
60	700
80	1250
100	2000
120	5000

(Sumber: Tata Cara Perencanaan Geometrik Jalan antar kota No. 38/T/BM/1997)

3. Lengkung Peralihan

Perubahan arah, yang harus diikuti oleh suatu kendaraan yang melintasi bagian lurus menuju suatu lengkungan berupa busur lingkaran,

secara teoritis harus dilakukan dengan mendadak, yaitu R tidak berhingga menuju R tertentu.

Secara praktis hal ini tidak mungkin dilakukan oleh ban kendaraan, karena harus membuat sudut belokan tertentu pengemudi memerlukan jangka waktu tertentu, berarti perlu jarak tertentu pula. Demikian pula gaya sentrifugal akan timbul secara mendadak yang akan membahayakan pengemudi.

Oleh sebab itu agar kendaraan tidak menyimpang dari lajunya, dibuatkan lengkung dimana lengkung tersebut merupakan peralihan dari R_{∞} ke $R = R_c$ yang disebut lengkung peralihan.

Adapun nilai yang diambil adalah

- 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:

$$L_s = 0,022 \frac{V_R^3}{R.C} - 2,727 \frac{V_R^e}{C} \dots\dots\dots(2.18)$$

- Berdasarkan tingkat pencapaian perubahan ke;andaian :

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

Dimana:

T = Waktu tempuh pada lengkung peralihan, ditetapkan 3 detik.

V_R = Kecepatann rencana (km/jam)

E = Superelevasi

C = Perubahan percepatan diambil 0,3 – 1,0 disarankan 0,4 m/det²

R = Jari-jari busur lingkaran (m)

e_m = Superelevasi maksimum

e_n = Superelevasi Normal

r_e = Tingkat pencapaian perubahan kemiringan melintang jalan

Untuk $V = 70$ km/jam, $e = 0,035$ m/m/dt

Untuk $V_R = 80 \text{ km/jam}$, $e = 0,025 \text{ m/m/dt}$

Tabel 2.17 Jari-jari Tikungan yang tidak memerlukan Lengkung Peralihan

VR (Km/ jam)	120	100	90	80	60	50	40	30	20
Rmin (m)	2500	1500	280	210	115	80	50	30	15

(Sumber : Tata Cara Perencanaan Geometrik Antar Jalan kota, Ditjen Bina Marga, 1997).

4. Bentuk-bentuk Tikungan

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

a. Bentuk tikungan *Full Circle* (FC)

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

- Lengkung peralihan
- Kemiringan melintang (superelevasi)
- Pelebaran Perkerasan Jalan
- Kebebasan samping

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

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

pembangunannya yang relatif terbatas, jenis tikungan ini merupakan pilihan yang sangat mahal.

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

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

$$T_c = R \cdot T_g \cdot \frac{1}{2} \dots\dots\dots(2.20)$$

$$E_c = T \cdot T_g \cdot \frac{1}{4} \dots\dots\dots(2.21)$$

$$L_c = \frac{\Delta}{3} \cdot 2 \cdot R \dots\dots\dots(2.22)$$

Dimana :

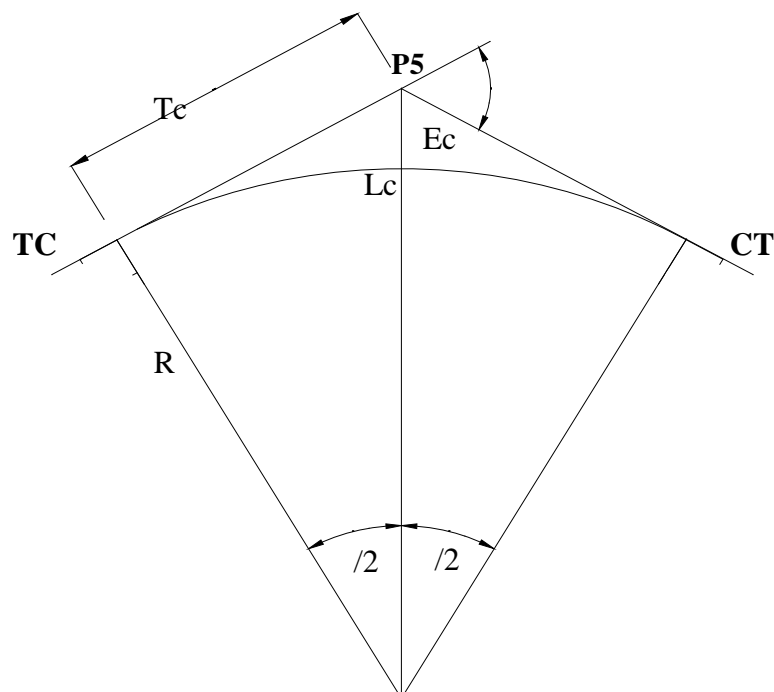
= sudut tikungan atau sudut tangent ($^{\circ}$)

T_c = Jarak T_c dan P1 (m)

R = Jari-jari (m)

L_c = Panjang Tikungan (m)

E_c = Jarak P1 ke lengkungan peralihan



Gambar 2.9 Tikungan *Full Circle*

Keterangan :

= Sudut tikungan

O = Titik pusat lingkaran

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

Rc = Jari-jari lingkaran

Lc = Panjang busur lingkaran

Ec = Jarak luar dari P1 ke busur lingkaran

b. Tikungan *Spiral Circle Spiral* (SCS)

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

Jenis alinyemen horizontal ini sering dipakai dalam perencanaan suatu jalan, karena tikungan ini memiliki tingkat keamanan dan kenyamanan yang paling tinggi dibandingkan dengan jenis tikungan yang lainnya.

Bentuk tikungan ini digunakan pada daerah-daerah perbukitan atau pegunungan, karena tikungan jenis ini memiliki lengkung peralihan yang memungkinkan perubahan menikung tidak secara mendadak dan tikungan tersebut menjadi aman.

Rumus :

$$X_s = L_s \left(1 - \frac{L^2}{4 R^2} \right) \dots\dots\dots (2.23)$$

$$Y_s = \frac{L^2}{6 R} \dots\dots\dots (2.24)$$

$$L_c = \frac{\Delta v}{1} R_c \dots\dots\dots (2.25)$$

$$T_s = (R_c + p) \tan \frac{\Delta}{2} + k \dots\dots\dots (2.26)$$

$$E_s = (R_c + p) \sec \frac{\Delta}{2} - R_c \dots\dots\dots (2.27)$$

$$c = -2\theta \dots\dots\dots (2.28)$$

$$P = \frac{L^2}{6 R} - R_c (1 - \cos \theta) \dots\dots\dots (2.29)$$

$$k = L_s - \frac{L^2}{4 R^2} - R_c \sin \theta \dots\dots\dots (2.30)$$

$$L = L_c + 2L_s \dots\dots\dots(2.31)$$

$$s = \frac{9L}{11R} \dots\dots\dots(2.32)$$

Keterangan:

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

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

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

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

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

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

= Sudut tikungan, ()

c = Sudut lengkung *circle* ()

s = Sudut lengkung spiral, ()

R_c = Jari-jari tikungan, (m)

p = Pergeseran tangen terhadap spiral, (m)

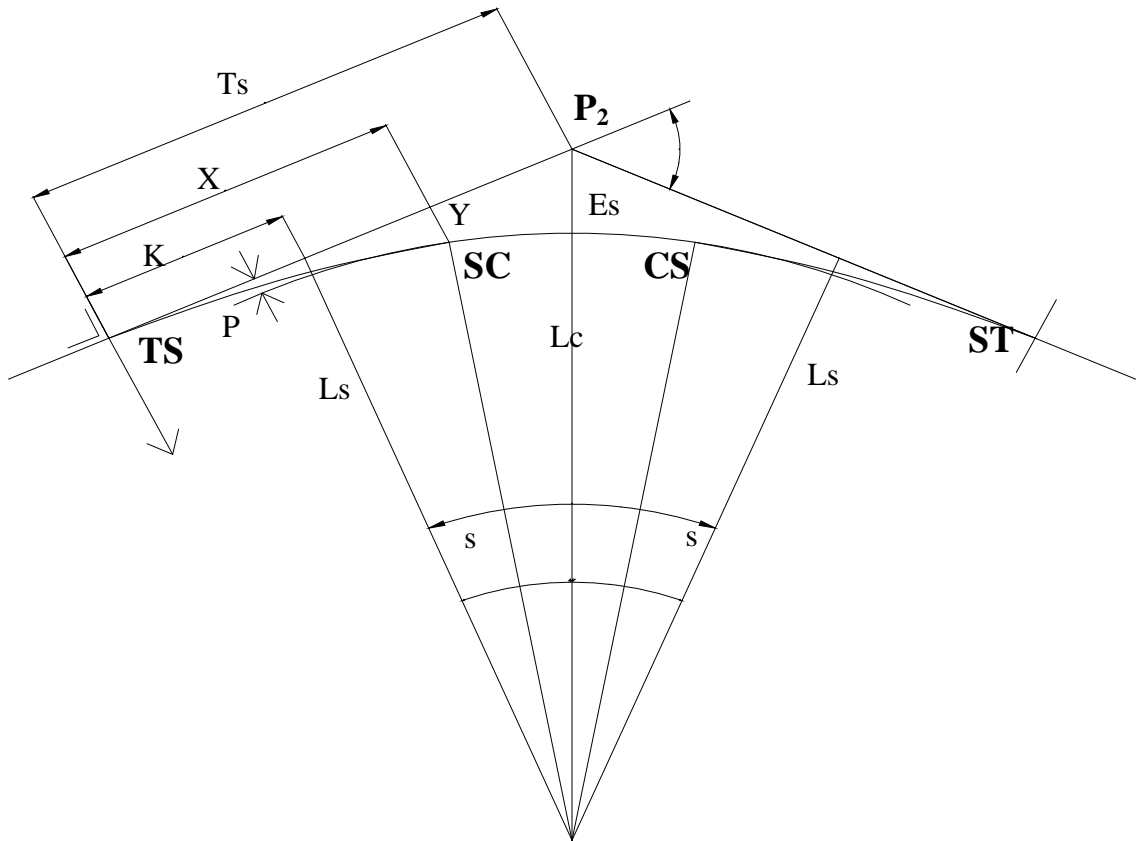
k = Absis p pada garis tangen spiral, (m)

L = Panjang tikungan SCS, (m)

Kontrol :

Jika diperoleh $L_c < 25$ m , maka sebaiknya tidak digunakan untuk SCS, tetapi digunakan lengkung SS, yaitu lengkung yang terdiri dari 2 lengkung peralihan. Jika P yang di hitung dengan rumus :

$$P = \frac{L^2}{2 \cdot R} < 0.25 \text{ maka digunakan tikungan jenis FC } \dots\dots\dots(2.34)$$



Gambar 2.10 Tikungan *Spiral-Circle-Spiral*

c. Tikungan *Spiral Spiral* (SS)

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

Rumus :

$$Lc = 0 \text{ dan } s = \frac{1}{2} \dots\dots\dots(2.35)$$

$$Ls = \frac{eS \cdot R}{g} \dots\dots\dots(2.36)$$

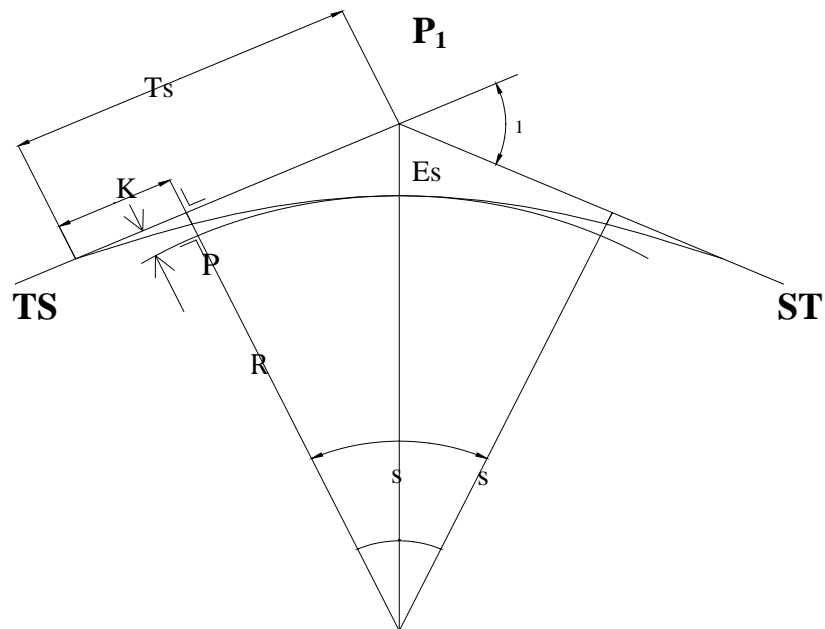
$$Ts = (Rc + p) \operatorname{Tg} \frac{1}{2} \Delta + k \dots\dots\dots(2.37)$$

$$Es = (Rc + p) \sec \frac{1}{2} \Delta - Rc \dots\dots\dots(2.38)$$

$$K = k \cdot Ls \dots\dots\dots(2.39)$$

$$P = p \cdot L \dots \dots \dots (2.40)$$

$$L = 2 \cdot L_s \dots \dots \dots (2.41)$$



Gambar 2.11 Tikungan *Spiral – Spiral*

Keterangan :

Es = Jarak dari P1 ke lingkaran

TS = Titik dari tangen ke *spiral*

Ts = Panjang Tangen dari titik P1 ke titik TS atau ke titik ST

Sc = Titik dari *spiral* ke lingkaran

R = Jari-jari Lingkaran

K = Absis dari P pada garis tangen *spiral*

P = Pergesekan tangen terhadap *spiral*

2.7.5 Kemiringan melintang

Pada jalan lurus kendaraan bergerak tanpa membutuhkan kemiringan melintang jalan. Tetapi agar air hujan yang jatuh ke atas permukaan jalan cepat mengalir ke samping dan masuk kedalam selokan, maka dibuatkan kemiringan

melintang jalan yang umum disebut sebagai kemiringan melintang normal. Besarnya kemiringan melintang normal ini sangat tergantung dari jenis lapis permukaan yang dipergunakan. Semakin kedap air muka jalan tersebut semakin landai kemiringan melintang jalan yang dibutuhkan, sebaliknya lapisan permukaan yang mudah dirembesi oleh air harus mempunyai kemiringan melintang jalan yang cukup besar, sehingga kerusakan kontruksi perkerasan dapat dihindari. Besarnya kemiringan melintang berkisar antara 2 % - 4 %.

2.7.6 Menentukan *Stationing* (STA)

Penomoran (*stationing*) panjang jalan pada tahap perencanaan adalah dengan memberi nomor pada interval-interval tertentu dari awal sampai akhir proyek. Nomor jalan (STA) dibutuhkan sebagai sarana informasi untuk dengan cepat mengenali lokasi yang sedang ditinjau dan sangat bermanfaat pada saat pelaksanaan dan perencanaan. Adapun interval untuk masing-masing penomoran jika tidak adanya perubahan arah tangent pada alinyemen horizontal maupun alinyemen vertikal adalah sebagai berikut :

1. Setiap 100 m, untuk daerah datar
2. Setiap 50 m, untuk daerah bukit
3. Setiap 25 m, untuk daerah gunung

2.7.7 Superelevasi

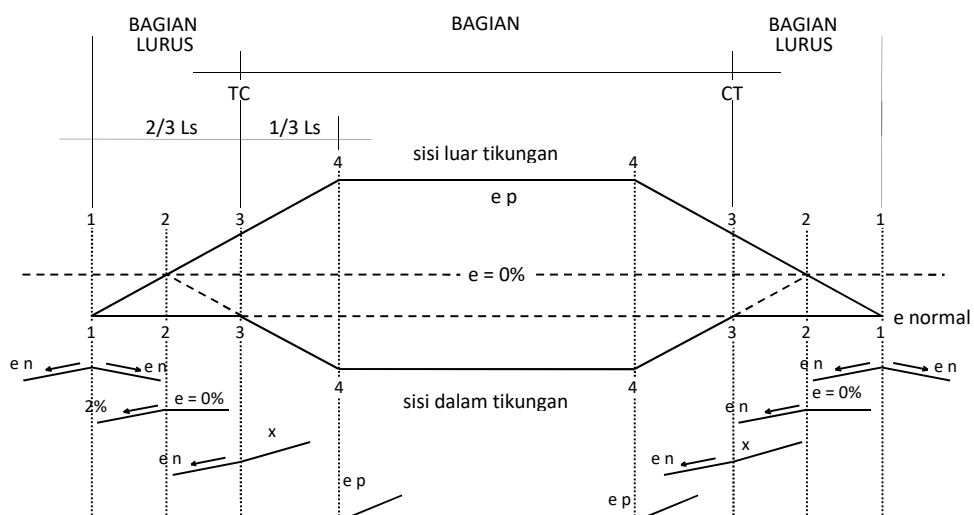
Penggambaran superelevasi dilakukan untuk mengetahui kemiringan-kemiringan jalan pada bagian tertentu yaitu berfungsi untuk mempermudah dalam pekerjaannya atau pelaksanaannya dilapangan.

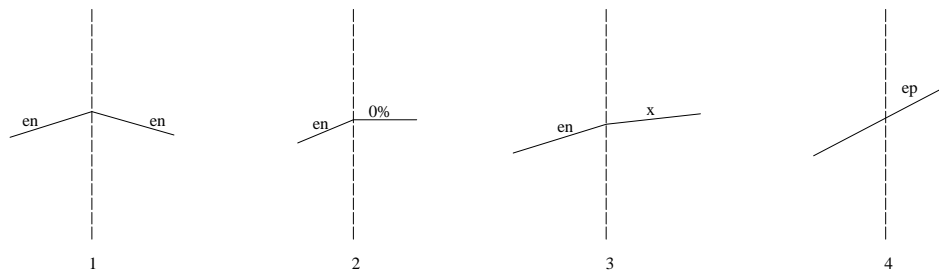
- Superelevasi dapat dicapai secara bertahap dari kemiringan melintang normal pada bagian jalan yang lurus sampai kemiringan penuh (superelevasi) pada bagian lengkung,
- Pada tikungan *Spiral-Circle-Spiral*, pencapaian superelevasi dilakukan secara linier, diawali dari bentuk normal samapi lengkung peralihan (S) yang berbentuk pada bagian lurus jalan, lalu dilanjutkan samapi superelevasi penuh pada akhir bagian lengkung peralihan.

- Pada tikungan *Full Circle* , pencapaian superelevasi dilakukan secara linier, diawali dari bagian lurus sepanjang $2/3 L_s$ sampai dengan bagian lingkaran penuh sepanjang $1/3 L_s$.
- Pada tikungan *Spiral-Spiral*. Pencapaian superelevasi seluruhnya dilakukan pada bagian spiral
- Superelevasi tidak diperlukan jika ruas cukup besar, untuk itu cukup lereng luar diputar sebesar lereng normal (LP), atau bahkan tetap lereng normal (LN)

Superelevasi tikungan *Full Circle* dapat dilihat pada gambar 2.12 dibawah

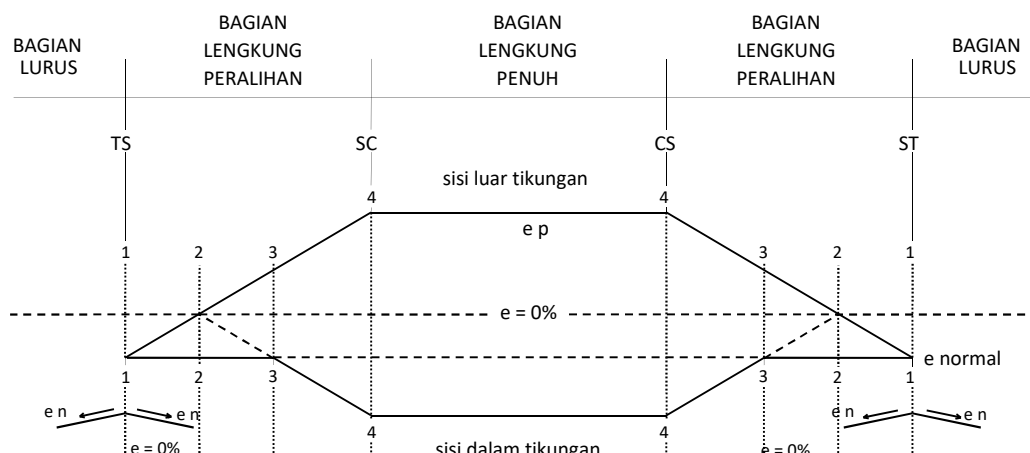
ini:

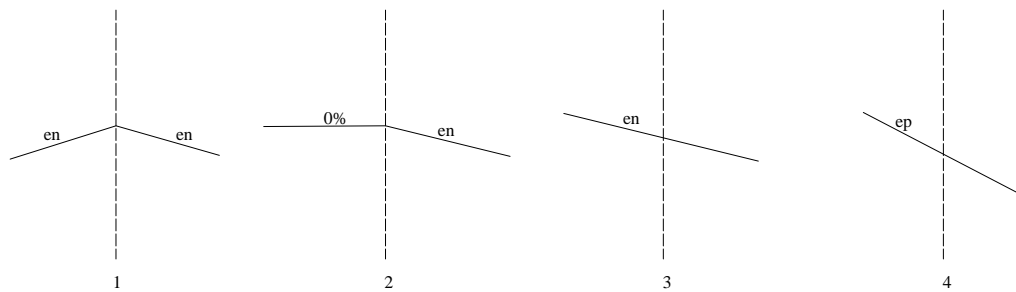




Gambar 2.12 Superelevasi tikungan *Full Circle*

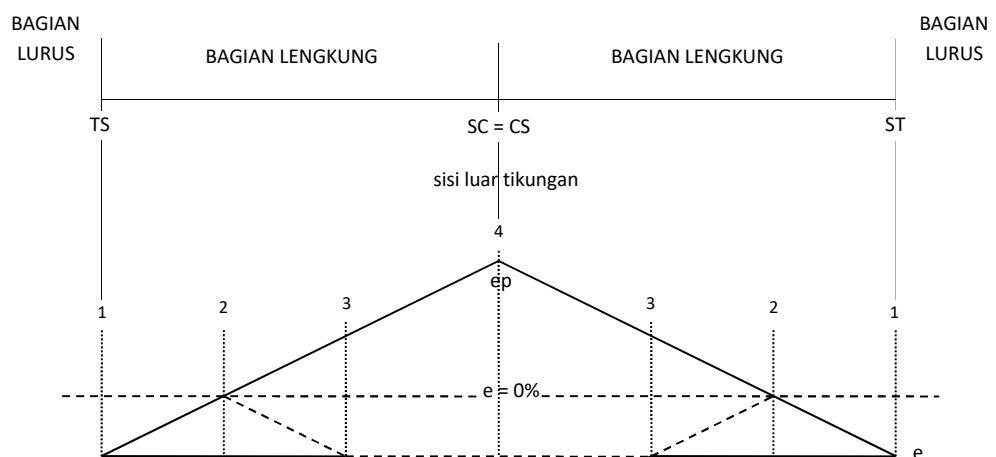
Superelevasi tikungan *Spiral-Circle-Spiral* dapat dilihat pada gambar 2.13 dibawah ini:

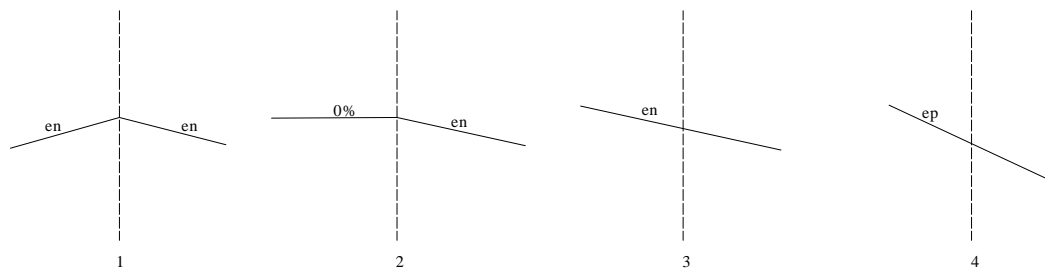




Gambar 2.13 Superelevasi tikungan *Spiral-Circle-Spiral*

Superelevasi tikungan *Spiral-Spiral* dapat dilihat pada gambar 2.14 dibawah ini :





Gambar 2.14 Superelevasi tikungan *Spiral-Spiral*

Keterangan :

- Potongan I, kemiringan permukaan perkerasan jalan bersifat normal, yaitu sebagian miring kekiri dan sebagian lagi miring kekanan.
- Potongan II, pada kondisi ini, bagian sisi luar sudah bergerak keatas dari posisi awal seperti pada potongan I menjadi rata (datar) dengan kemiringan sebesar 0%. Dengan demikian bentuk permukaan jalan menjadi rata sebelah.

- Potongan III, bagian sisi luar tikungan terus bergerak keatas sehingga akhirnya segaris (satu kemiringan) dengan sisi dalam. Besarnya kemiringan tersebut menjadi sebesar kemiringan normal.
- Potongan IV, baik sisi luar maupun sisi dalam tikungan sama-sama bergerak naik sehingga mencapai kemiringan sebesar kemiringan maksimum yang ditetapkan pada tikungan tersebut. Kondisi seperti ini akan bertahan sampai sepanjang lengkung circle (khusus tikungan SS hanya pada satu titik), yaitu sampai titik CS. Setelah melewati titik CS, maka bentuk potongan berangsur-angsur kembali ke bentuk potongan III selanjutnya ke potongan II dan akhirnya kembali lagi ke bentuk potongan I, yakni bentuk normal.

2.7.8 Pelebaran Perkerasan jalan pada tikungan

Pelebaran perkerasan pada tikungan direncanakan untuk menghindari kendaraan yang bergerak dari jalan lurus menuju ke tikungan tidak mengalami *off tracking* (keluar jalur) tepatnya lintasan roda belakang pada saat membelok.

Pelebaran pada tikungan dimaksudkan untuk mempertahankan konsistensi geometrik jalan agar kondisi operasional lalu lintas di tikungan sama dengan dibagian lurus. Pada jalan dua lajur sebaiknya terdapat pelebaran jalan, terutama pada tikungan tajam karena hal-hal sebagai berikut:

1. Kecenderungan pengemudi terlempar keluar dari tepi perkerasan.
2. Meningkatkan lebar efektif kendaraan karena ban depan dan belakang tidak melintasi satu garis.
3. Pertambahan lebar karena posisi kendaraan yang miring terhadap as jalan.

Pelebaran jalan ditikungan menurut Bina Marga mempertimbangkan sebagai berikut:

1. Kesulitan pengemudi untuk menempatkan kendaraan tetap pada lajurnya.
2. Penambahan lebar (ruang) lajur yang dipakai saat kendaraan melakukan gerakan melingkar. Dalam segala hal pelebaran di tikungan harus memenuhi gerak berputar kendaraan rencana sedemikian sehingga proyeksi kendaraan tetap pada lajurnya.

3. Pelebaran di tikungan ditentukan oleh radius belok kendaraan rencana.

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

$$B = \sqrt{(\sqrt{R^2 - 64} + 1,25)^2 + 64} - \sqrt{R^2 - 64} + 1,25 \text{ (m)} \dots\dots\dots (2.42)$$

Dimana :

B = Lebar perkerasan yang ditempati satu kendaraan di tikungan pada lajur Sebelah dalam (m)

Rc = Radius lengkung untuk lintasan luar roda depan

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

$$Rc = R - \frac{1}{4} Bn + \frac{1}{2} b \text{ (m)} \dots\dots\dots (2.43)$$

Dimana :

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

Bn = Lebar total perkerasan pada bagian lurus (m)

B = Lebar kendaraan rencana (m)

$$Bt = n (B + C) + Z \text{ (m)} \dots\dots\dots (2.44)$$

Dimana :

n = Jumlah jalur lalu lintas

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

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

Z = Lebar tambahan akibat kesukaran mengemudi di tikungan (m)

Adapun rumus untuk menghitung tambahan lebar perkerasan di tikungan sebagai berikut :

$$\Delta b = B - B \dots\dots\dots (2.45)$$

$$Z = 0,015 \frac{V}{\sqrt{R}} \dots\dots\dots (2.46)$$

Dimana :

Δb = Tambahan lebar perkerasan di tikungan (m)

B_n = Lebar total perkerasan pada bagian lurus (m)

V = Kecepatan rencana (Km/jam)

R = Jari-jari tikungan (m)

2.7.9 Kebebasan Samping pada Tikungan

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

Apabila kondisi medan mengijinkan, maka penerapan kebebasan samping sangat membantu meningkatkan keamanan dan kenyamanan kendaraan yang melintasi tikungan tersebut. Akan tetapi apabila kondisi medan sudah tidak mengijinkan, kebebasan samping boleh ditiadakan dengan syarat diganti dengan pemasangan rambu-rambu peringatan sehubungan dengan kecepatan yang diijinkan.

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

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

1. Jika $J_h < L_t$

$$E = R \left(1 - \cos \frac{2,6 J_h}{R} \right) \text{ (m)} \dots\dots\dots (2.47)$$

Dimana :

E = Jarak bebas samping (m)

R = Jari-jari tikungan (m)

R' = Jari-jari tikungan (m)

J_h = Jarak pandang henti (m)

L_t = Panjang tikungan (m)

Tabel penentuan nilai E dapat dilihat pada tabel 2.18 dibawah ini :

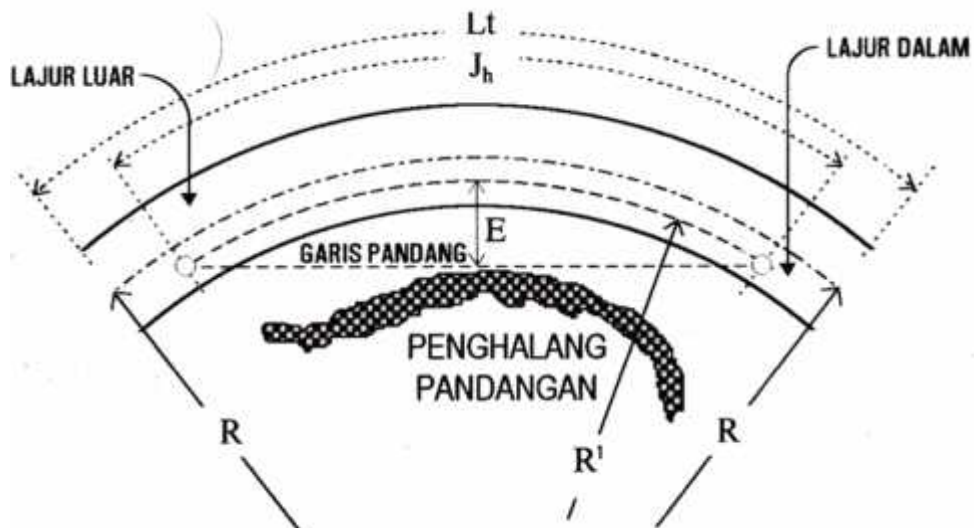
Tabel 2.18 Nilai E untuk $J_h < L_t$

R (m)	$V_r = 20$	30	40	50	60	80	100	120
	$J_h = 16$	27	40	55	75	120	175	250
5000								1,6
3000								2,6
2000							1,9	3,9
1500							2,6	5,2

1200						1,5	3,2	6,5
1000						1,8	3,8	7,8
800						2,2	4,8	9,7
600						3,0	6,4	13,0
500						3,6	7,6	15,5
400					1,8	4,5	9,5	$R_{min}=500$
300					2,3	6,0	$R_{min}=350$	
250				1,5	2,8	7,2		
200				1,9	3,5	$R_{min}=210$		
175				2,2	4,0			
150				2,5	4,7			
130			1,5	2,9	5,4			
120			1,7	3,1	5,8			
110			1,8	3,4	$R_{min}=115$			
100			2,0	3,8				
90			2,2	4,2				
80			2,5	2,7				
70		1,5	2,8	$R_{min}=80$				
60		1,8	3,3					
50		2,3	3,9					
40		3,0	$R_{min}=50$					
30		$R_{min}=30$						
20	1,6							
15	2,1							
	$R_{min}=15$							

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

Berikut adalah gambar kebebasan samping jika $J_h < L_t$:



Gambar 2.15 Daerah bebas samping di tikungan untuk $J_h < L_t$ 2. Jika $J_h > L_t$

$$E = R' \left(1 - \cos \frac{2,6 J_h}{R'} \right) + \left(\frac{J_h - L_t}{2} \sin \frac{2,6 J_h}{R'} \right) \dots \dots \dots (2.48)$$

Dimana :

E = Jarak bebas samping (m)

R = Jari-jari tikungan (m)

R' = Jari-jari tikungan (m)

Jh = Jarak pandang henti (m)

Lt = Panjang tikungan (m)

Tabel penentuan nilai E dapat dilihat pada tabel 2.19 di bawah ini :

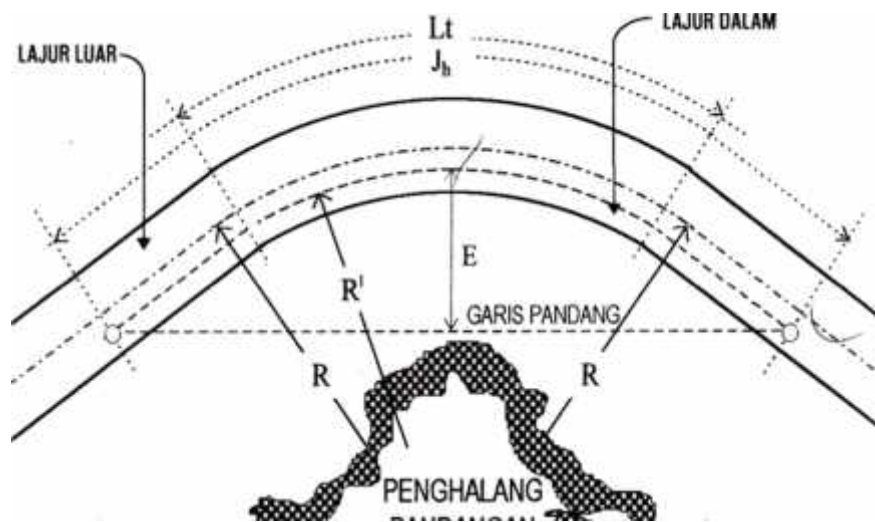
Tabel 2.19 Nilai E untuk $J_h > L_t$

R (m)	Vr = 20	30	40	50	60	80	100	120
	Jh = 16	27	40	55	75	120	175	250
6000								1,6
5000								1,9
3000							1,6	3,1

2000							2,5	4,7
1500						1,5	3,3	6,2
1200						2,1	4,1	7,8
1000						2,5	4,9	9,4
800					1,5	3,2	6,1	11,7
600					2,0	4,2	8,2	15,6
500					2,3	5,1	9,8	18,6
400				1,8	2,9	6,4	12,2	$R_{\min}=500$
300			1,5	2,4	3,9	8,5	$R_{\min}=350$	
250			1,8	2,9	4,7	10,1		
200			2,2	3,6	5,8	$R_{\min}=210$		
175		1,5	2,6	4,1	6,7			
150		1,7	3,0	4,8	7,8			
130		2,0	3,5	5,5	8,9			
120		2,2	3,7	6,0	9,7			
110		2,4	4,1	6,5	$R_{\min}=115$			
100		2,6	4,5	7,2				
90	1,5	2,9	5,0	7,9				
80	1,6	3,2	5,6	8,9				
70	1,9	3,7	6,4	$R_{\min}=80$				
60	2,2	4,3	7,4					
50	2,6	5,1	8,8					
40	3,3	6,4	$R_{\min}=50$					
30	4,4	8,4						
20	6,4	$R_{\min}=30$						
15	8,4							
	$R_{\min}=15$							

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

Berikut adalah gambar kebebasan samping jika $J_h > L_t$



Gambar 2.16 Daerah bebas samping di tikungan untuk $J_h > L_t$

2.8 Alinyemen Vertikal

Menurut Shirley L. Hendarsin (2000) Alinyemen vertikal adalah perencanaan elevasi sumbu jalan pada setiap titik yang ditinjau, berupa profil memanjang.

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

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

2.8.1 Kelandaian Alinyemen Vertikal

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

1. Karakteristik kendaraan pada kelandaian

Hampir seluruh kendaraan penumpang dapat berjalan baik dengan kelandaian 7-8% tanpa ada perbedaan dibandingkan pada bagian datar.

2. Kelandaian maksimum

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

Tabel 2.20 Landai Maksimum

Landai Max (%)	3	3	4	5	6	7	10	10
V_R (km/jam)	120	110	100	80	60	50	40	<40

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

3. Kelandaian minimum

Pada jalan yang menggunakan kerb pada tepi perkerasannya, perlu dibuat kelandaian minimum 0,5% untuk keperluan kemiringan saluran samping, karena kemiringan melintang jalan dengan kerb hanya cukup untuk mengalirkan air ke samping.

4. Panjang kritis suatu kelandaian

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

Tabel 2.21 Panjang Kritis

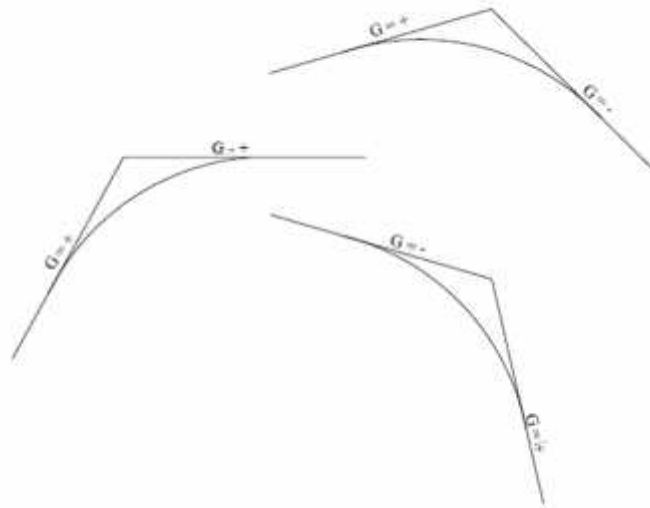
Kecepatan pada awal tanjakan (km/jam)	Kelandaian Maksimum (%)						
	4	5	6	7	8	9	10
80	630	460	360	270	230	230	200
60	320	210	160	120	110	90	80

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

2.8.2 Lengkung vertikal

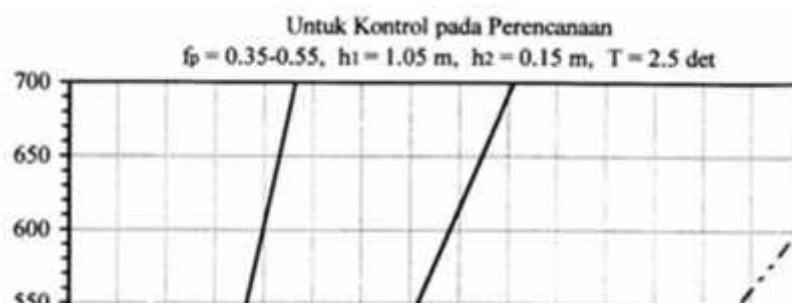
Pada setiap penggantian landai harus dibuat lengkung vertikal yang memenuhi keamanan, kenyamanan dan drainase yang baik. Lengkung vertikal

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



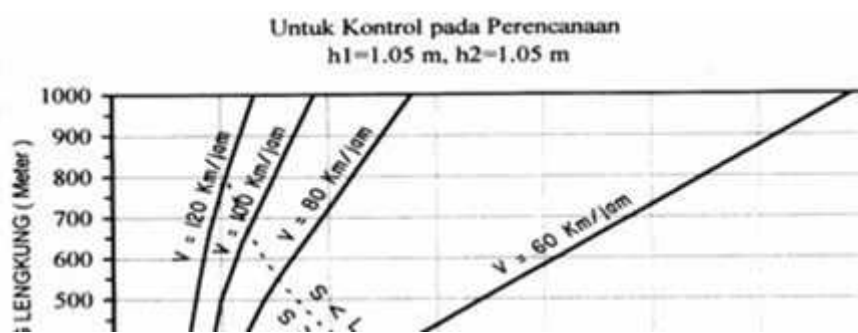
Gambar 2.18 Alinyemen Vertikal Cembung

Untuk menentukan panjang lengkung vertikal cembung (L_v) dapat juga ditentukan berdasarkan grafik pada gambar 2.19 (untuk jarak pandang henti).



Gambar 2.19 Grafik Panjang Lengkung Vertikal Cembung Berdasarkan Jarak Pandang Henti

(Sumber : TPGJAK, 1997)

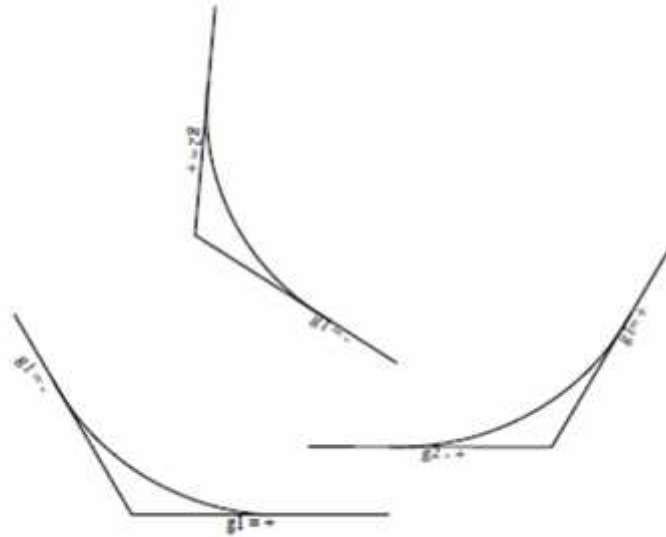


Gambar 2.20 Grafik Panjang Lengkung Vertikal Cembung berdasarkan Jarak
Pandang Mendahului

(Sumber : TPGJAK, 1997)

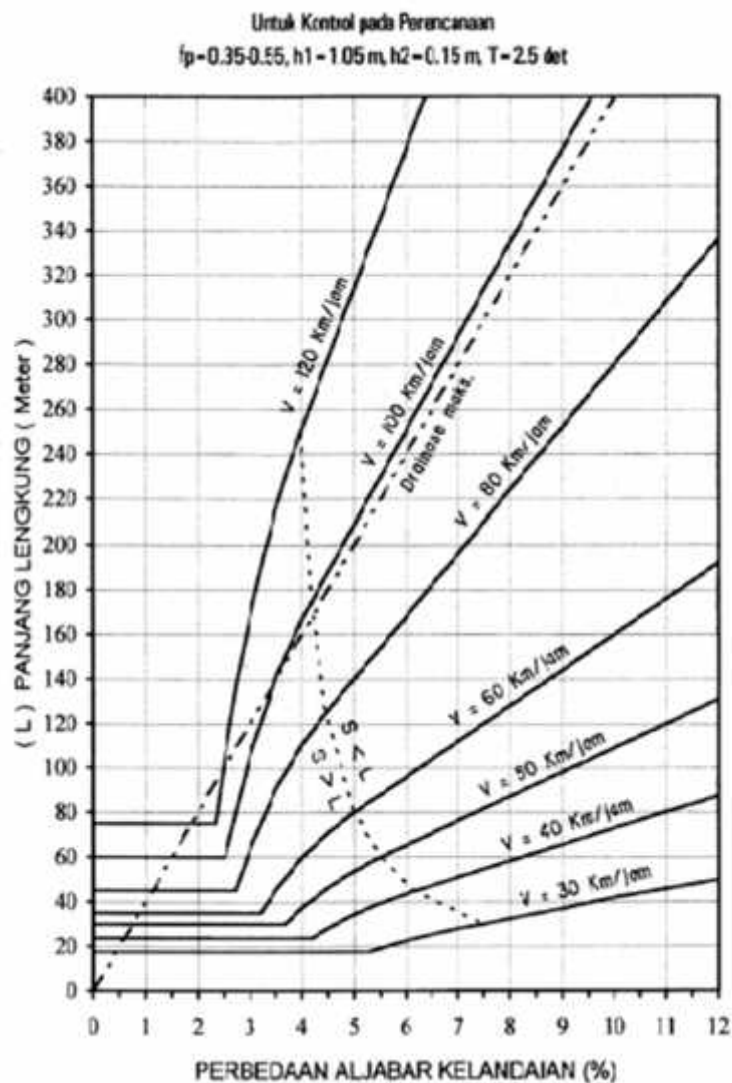
b. Lengkung Vertikal Cekung

Titik perpotongan antara ke 2 tangen berada dibawah permukaan jalan.



Gambar 2.21 Alinyemen Vertikal Cekung

Panjang lengkung vertikal cekung ditentukan berdasarkan jarak pandangan pada waktu malam hari dan syarat drainase sebagaimana tercantum dalam Grafik pada Gambar 2.22



Gambar 2.22 Grafik Panjang Lengkung Vertikal Cekung

(Sumber : TPGJAK, 1997)

2.9 Perencanaan Galian dan Timbunan

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

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

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

2.10 Perencanaan Tebal Perkerasan

Menurut Shirley L. Hendarsin (2000) Perkerasan jalan adalah konstruksi yang dibangun di atas lapisan tanah dasar (*subgrade*), yang berfungsi untuk menopang beban lalu-lintas. Supaya perkerasan mempunyai daya dukung dan keawetan yang memadai namun tetap ekonomis, maka perkerasan jalan dibuat berlapis-lapis.

Secara umum perkerasan jalan mempunyai persyaratan yaitu kuat, awet, kedap air, rata, tidak licin, murah, dan mudah dikerjakan. Oleh karena itu bahan perkerasan jalan yang paling cocok adalah pasir, kerikil, batu dan bahan pengikat (aspal atau semen).

Berdasarkan suatu bahan pengikat, lapisan perkerasan jalan dibagi menjadi 3 kategori, yaitu :

1. Perkerasan Kaku (*Rigid Pavement*)
Perkerasan kaku yaitu perkerasan yang menggunakan bahan campuran beton bertulang, atau bahan-bahan yang bersifat kaku.
2. Perkerasan Lentur (*Flexibel Pavement*)
Perkerasan lentur yaitu perkerasan yang menggunakan bahan campuran aspal dari agregat atau bahan-bahan yang bersifat tidak kaku / lentur.
3. Perkerasan Komposit (*Composite Pavement*)
Perkerasan komposit yaitu perkerasan dengan memakai dua bahan, dengan maksud menggabungkan dua bahan yang berbeda yaitu aspal dan beton.

2.10.1 Perkerasan Lentur

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

Konstruksi perkerasan terdiri dari lapisan-lapisan yang diletakkan di atas permukaan tanah dasar yang telah dipadatkan. Gambar lapisan perkerasan lentur dapat dilihat pada gambar 2.23 di bawah ini :



Gambar 2.23 Lapisan Perkerasan Lentur

1. Lapisan Permukaan (*Surface Course*)

Lapisan permukaan adalah 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 :

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

Untuk memenuhi fungsi di atas, 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 Atas (*Base Course*)

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

- a. Sebagai perletakkan terhadap lapisan permukaan.
- b. Melindungi lapisan di bawahnya 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 adalah suatu lapisan perkerasan jalan yang terletak antara lapis tanah dasar dan lapis pondasi atas. Fungsi dari lapisan pondasi bawah adalah sebagai berikut :

- a. Sebagai bagian dari konstruksi perkerasan untuk mendukung dan menyebarkan beban roda.
- b. Mencapai efisiensi penggunaan material yang relatif murah agar lapisan – lapisan di atasnya 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*)

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

merupakan permukaan dasar untuk perletakkan bagian-bagian perkerasan lainnya. Kekuatan dan keawetan konstruksi perkerasan jalan tergantung dari sifat-sifat daya dukung tanah dasar. Persoalan yang menyangkut tanah dasar adalah sebagai berikut :

- a. Perubahan bentuk tetap (*deformasi permanent*) dari maacam tanah tertentu akibat beban lalu lintas.
- b. Sifat kembang susut dari tanah tertentu akibat perubahan kadar air.
- c. Daya dukung tanah yang tidak merata, sukar ditentukan secara pasti ragam tanah yang sangat berbeda sifat dan kelembabannya.
- d. Lendutan atau lendutan balik.

Ada tiga tipe lapisan tanah dasar :

- Tanah dasar tanah galian
- Tanah dasar tanah timbunan
- Tanah dasar tanah asli

2.10.2 Kriteria Perancangan

1. Jumlah lajur dan lebar lajur rencana

Lajur rencana merupakan salah satu lajur lalu lintas dari suatu ruas jalan yang menampung lalu lintas terbesar. Jika jalan tidak memiliki tanda batas lajur, jumlah lajur ditentukan dari tabel 2.22 lebar perkerasan berikut ini :

Tabel 2.22 Jumlah Lajur Berdasarkan Lebar Perkerasan

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

(Sumber: Tebal Struktur Perkerasan Lentur, Silvia Sukirman, 2010)

2. Distribusi kendaraan per lajur rencana

Distribusi kendaraan ringan dan berat yang lewat pada lajur rencana dan arah. Distribusi kendaraan ringan dan berat yang lewat pada lajur rencana dipengaruhi oleh volume lalu lintas, sehingga untuk menetapkannya diperlukan survey. Namun demikian koefisien distribusi kendaraan ditentukan dari tabel 2.23 sebagai berikut :

Tabel 2.23 Koefisien Distribusi Kendaraan Per Lajur Rencana (D_L)

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	0,30	0,40	0,45
5 lajur	-	0,25	-	0,425
6 lajur	-	0,20	-	0,40

(Sumber : ASSTHO 1993)

Keterangan: *) Mobil Penumpang

***) Truk dan Bus

3. Tingkat Kepercayaan (Reliabilitas)

Penyertaan tingkat kepercayaan pada dasarnya merupakan cara untuk memasukkan faktor ketidakpastian kedalam proses perancangan perkerasan akan bertahan selama umur rencana. Tingkat reliabilitas untuk bermacam-macam klasifikasi jalan dapat di lihat pada tabel 2.24 di bawah ini :

Tabel 2.24 Tingkat Reabilitas untuk Bermacam-macam Klasifikasi Jalan

Klasifikasi Jalan	Rekomendasi Tingkat Reliabilitas	
	Perkotaan	Antar Kota
Bebas hambatan	85,0 – 99,9	80 – 99,0
Arteri	80 – 99	75 – 95

Kolektor	80 – 95	75 – 95
Lokal	50 – 80	50 – 80

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

Beberapa konsep reliabilitas harus memperhatikan langkah – langkah berikut :

- Definisikan klasifikasi fungsional jalan dan tentukan apakah merupakan jalan perkotaan atau jalan antar kota.
- Pilih tingkat reliabilitas dari rentang yang diberikan pada tabel 2.24.
- Pilih deviasi standar (S_0) yang harus mewakili kondisi setempat, rentang nilai S_0 adalah 0,35 – 0,45.

Tabel 2.25 Deviasi Normal Standar (Z_R) untuk Berbagai Tingkat Kepercayaan

Tingkat kepercayaan, R (%)	Deviasi normal standar, Z_R	Tingkat kepercayaan, R (%)	Deviasi normal standar, Z_R	Tingkat kepercayaan, R (%)	Deviasi normal standar, Z_R
50,00	- 0,000	90,00	- 1,282	96,00	- 1,751
60,00	- 0,253	91,00	- 1,340	97,00	- 1,881
70,00	- 0,524	92,00	- 1,405	98,00	- 2,054
75,00	- 0,674	93,00	- 1,476	99,00	- 2,327
80,00	- 0,841	94,00	- 1,555	99,00	- 3,090
85,00	- 1,037	95,00	- 1,645	99,99	- 3,750

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

4. Koefisien Drainase

Untuk mengakomodasi kualitas sistem drainase yang dimiliki perkerasan jalan. Tabel 2.26 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	0,80 – 0,75	0,60 – 0,40	0,40

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

5. Kinerja Perkerasan

Pada metoda ini tingkat pelayanan perkerasan dinyatakan dengan indeks pelayanan “IP” saat ini (*Present Serviceability Indeks*, PSI) yang diperoleh berdasarkan hasil pengukuran ketidakrataan (*Roughness*) dan keausan (alur, retak, dan tambalan). Untuk keperluan perancangan, diperlukan penentuan indeks pelayanan awal dan indeks pelayanan akhir. Indeks pelayanan awal (IPo) diperoleh berdasarkan perkiraan penggunaan jalan terhadap kondisi perkerasan yang selesai dibangun dapat dilihat pada tabel 2.29. Indeks pelayanan akhir (IPt) merupakan tingkat pelayanan terendah yang masih dapat diterima sebelum perkerasan perlu diperkuat. Untuk jalan utama, indeks pelayanan akhir digunakan minimum 2,5 sedangkan untuk jalan yang kelasnya lebih rendah dapat digunakan 2,0 dapat dilihat pada tabel 2.28.

Tabel 2.28 Indeks Perkerasan Lentur Pada Akhir Umur Rencana (IPt)

Klasifikasi Jalan	Indeks Pelayanan Perkerasan Lentur Pada Akhir Umur Rencana (IPt)
Bebas hambatan	$\geq 2,5$
Arteri	$\geq 2,5$
Kolektor	$\geq 2,0$
Jalan hancur	1,50

(Sumber : AASHTO'93)

Tabel 2.29 Indeks Pelayanan Pada Awal Umur Rencana (IPo)

Klasifikasi Jalan	IPo
Lapis Beton Aspal (Laston/AC) dan Lapis Beton Aspal Modifikasi (AC-Mod)	$\geq 4,0$
Lapis Tipis Beton Aspal (Lataston/HRS)	$\geq 4,0$

(Sumber : AASHTO'93)

2.10.3 Metode Perencanaan Tebal Perkerasan

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 :

1. Metode AASHTO

Metode ini dikembangkan berdasarkan pengujian skala penuh yang dilakukan oleh AASHO (*American Association Of State Highway Official*) yang sekarang bernama AASHTO (*American Association Of State Highway and Transportation Official*).

2. Metode *Asphalt Institute*

Pada prinsipnya perencanaan perkerasan dengan metode ini terlebih dahulu harus ditentukan *Initial Traffic Number* (ITN) kemudian dihitung *Design Traffic Number* (DTN), selanjutnya akan diperoleh ketebalan perkerasan yang akan direncanakan.

3. Metode Bina Marga

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).

2.10.4 Prosedur Perencanaan Tebal Perkerasan

1. Koefisien kekuatan relatif (a)

Koefisien kekuatan relatif bahan jalan, baik campuran beraspal sebagai lapis permukaan, lapis pondasi serta lapis pondasi bawah disajikan pada tabel 2.30 :

Tabel 2.30 Koefisien Kekuatan Relatif (a)

Jenis Bahan	Kekuatan Bahan					Koefisien Kekuatan Relatif			
	Modulus Elastisitas		Stabilitas Marshal (kg)	Kuat Tekan Bebas (kg/cm ²)	ITS (kpa)	CBR (%)	a ₁	a ₂	a ₃
	(Mpa)	(x 1000 psi)							
1. Lapis permukaan ¹									
Laston modifikasi									
Lapis aus modifikasi	3.200 ⁽⁵⁾	460	1000			0,414			
Lapis antara modifikasi	3.500 ⁽⁵⁾	508	1000			0,360			
Laston									
Lapis aus	3.000 ⁽⁵⁾	435	800			0,400			
Lapis antara	3.200 ⁽⁵⁾	464	800			0,344			
Lataston									
Lapis aus	2.300 ⁽⁵⁾	340	800			0,350			
2. Lapis pondasi									
Lapis pondasi laston modifikasi	3.700 ⁽⁵⁾	536	2250 ⁽²⁾				0,305		
Lapis pondasi laston	3.300 ⁽⁵⁾	480	1800 ⁽²⁾				0,290		
Lapis pondasi lataston	2.400 ⁽⁵⁾	350	800						
Lapis pondasi LAPEN							0,190		
CMRFB (Cold Mix Recycling Foam Bitumen)					300		0,270		
Beton padat giling (BPG/RCC)	5.900	850		70 ⁽³⁾			0,230		
CTB(Cement Treated Recycling)	5.300	776		45			0,210		
CTR (Cement Treated Recycling Base)	4.450	645		35			0,170		
CTSB(Cement Treated SubBase)	4.450	645		35			0,170		
CTRSB (Cement Treated Recycling SubBase)	4.270	619		30			0,160		
Tanah semen	4.000	580		24 ⁽⁴⁾			0,145		
Tanah kapur	3.900	566		20 ⁽⁴⁾			0,140		

Agregat kelas A	200	29				90		0,135	
3. Lapis pondasi bawah									
Agregat kelas B	125	18				60			0,125
Agregat kelas C	103	15				35			0,112
Konstruksi Telford									
Pemadatan mekanis						52			0,104
Pemadatan manual						32			0,074
Material pilihan (Selected Material)	84	12				10			0,080

(Sumber : AASTHO,1993)

Keterangan :

- Campuran beraspal panas yang menggunakan bahan pengikat aspal modifikasi atau *modified asphalt* (seperti aspal polimer, aspal yang di modifikasi asbuton, *multigrade*, aspal pen 40 dan aspal pen 60 dengan aditif campuran seperti asbuton butir) termasuk asbuton campuran panas.
- Diameter benda uji 6 inchi.
- Kuat tekan beton untuk umur 28 hari.
- Kuat tekan bebas umur 7 hari dan diameter 7 cm.
- Pengujian modulus elastisitas menggunakan UMATTA pada temperatur 25°C, beban 2500 N.

2. Pemilihan tipe lapisan beraspal

Tipe lapisan beraspal yang digunakan sebaiknya sesuai dengan kondisi jalan yang akan ditingkatkan, yaitu sesuai dengan lalu lintas rencana serta kecepatan kendaraan (terutama kendaraan truk) pada tabel 2.31 disajikan pemilihan tipe lapisan beraspal sesuai lalulintas rencana dan kecepatan kendaraan.

Tabel 2.31 Pemilihan Tipe Lapisan Beraspal Berdasarkan Lalulintas Rencana dan Kecepatan Kendaraan

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

(Sumber : AASTHO,1993)

3. Ketebalan Minimum Lapisan Perkerasan

Pada saat menentukan tebal tipis perkerasan, perlu dipertimbangkan keefektifannya dari segi biaya, pelaksanaan konstruksi, dan batasan pemeliharaan untuk menghindari kemungkinan dihasilkannya perancangan yang tebal praktis. Pada tabel 2.32 disajikan tebal minimum untuk lapis permukaan, lapis pondasi dan lapis pondasi bawah.

Tabel 2.32 Tebal Minimum Lapisan Perkerasan

Jenis Bahan	Tebal Minimum	
	(inchi)	(cm)
1. Lapis permukaan		
Laston modifikasi		
- Lapis aus modifikasi	1,6	4,0
- Lapis antara modifikasi	2,4	6,0
Laston		
- Lapis aus	1,6	4,0
- Lapis antara	2,4	6,0
Lataston		
- Lapis aus	1,2	3,0
2. Lapis pondasi		
- Lapis pondasi laston modifikasi	2,9	7,5
- Lapis pondasi laston (AC-Base)	2,9	7,5
- Lapis pondasi lataston	1,4	3,5
- Lapis pondasi LAPEN	2,5	6,5
- CMRFB (<i>Cold Mix Recycling Foam Bitumen</i>)	6,0	15,0
- Beton padat giling (BPG/RCC)	6,0	15,0
- CTB (<i>Cement Treated Base</i>)	6,0	15,0
- CTRB (<i>Cement Treated Recycling Base</i>)	6,0	15,0
- CTSB (<i>Cement Treated SubBase</i>)	6,0	15,0
- CTRSB (<i>Cement Treated Recycling SubBase</i>)	6,0	15,0
- Tanah semen	6,0	15,0
- Tanah kapur	6,0	15,0
- Agregat kelas A	4,0	10,0
3. Lapis pondasi bawah		
- Agregat kelas B	6,0	15,0
- Agregat kelas C	6,0	15,0

- Konstruksi telford	6,0	15,0
- Material pilihan (<i>Selected Material</i>)	6,0	15,0

(Sumber : AASTHO,1993)

4. Persamaan Dasar

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

$$\text{Log } (W_{18}) = Z_R + S_o + 9,36 \times \log(S + 1) - 0,20 + \frac{1,4 \left(\frac{\Delta I}{1} \right)}{0,4 + \frac{1}{(S + 1)^{2,1}}} + 2,32 \times \log_1 (M_R) - 8,07 \dots \dots \dots (2.53)$$

Dimana :

W_{18} = Volume lalu lintas selama umur rencana

Z_R = Deviasi normal standar sebagai fungsi dari tingkat kepercayaan (R)

S_o = Gabungan standard error untuk perkiraan lalu lintas dan kinerja

ΔI = Perbedaan antara indeks pelayanan pada awal umur perencanaan (IPo) dengan indeks pelayanan pada akhir umur rencana (IPt)

M_R = Modulus resilien tanah dasar efektif (psi)

IPt = Indeks pelayanan jalan hancur (minimum 1,5)

5. Estimasi Lalulintas

Untuk mengestimasi volume kumulatif lalu lintas selama umur rencana (W_{18}) adalah sesuai dengan prosedur.

6. Tingkat Pelayanan dan Pengaruh Drainase

Untuk menetapkan tingkat pelayanan dalam proses perancangan dan pengaruh drainase adalah sesuai dengan prosedur.

7. Modulus Resilien Tanah Dasar Efektif

Untuk menentukan modulus resilien akibat pengaruh musim, dapat dilakukan dengan pengujian di laboratorium dan pengujian CBR kemudian di korelasikan dengan nilai modulus resilien.

8. Pemilihan Tebal Lapisan

Perhitungan perancangan tebal perkerasan didasarkan pada kekuatan relatif setiap perkerasan dengan persamaan berikut :

$$SN = a_{1-1} \times D_{1-1} + a_{1-2} \times D_{1-2} + a_2 \times D_2 \times m_2 + a_3 \times D_3 \times m_3 \dots\dots\dots (2.54)$$

Dimana :

- $a_1; a_2; a_3$ = Koefisien kekuatan relatif lapis permukaan, lapis podasi dan lapis pondasi bawah
- $D_1; D_2; D_3$ = Tebal lapis permukaan, lapis pondasi, dan lapis pondasi bawah (inchi)
- $m_2; m_3$ = Koefisien drainase untuk lapos permukaan, lapis pondasi, dan lapis pondasi bawah
- Angka 1-1;1-2;1-3 = Masing-masing untuk lapis permukaan, lapis pondasi dan lapis pondasi bawah

9. Analisis perancangan tebal perkerasan

Perlu dipahami untuk perkerasan lentur, struktur perkerasan terdiri atas beberapa lapisan bahan yang perlu dirancang dengan seksama dan hendaknya dirancang menurut prinsip yang ditunjukkan pada gambar 10.

Tahapan perhitungan adalah sebagai berikut :

- a. Tetapkan umur rencana perkerasan dan jumlah lajur lalu lintas yang akan digunakan.
- b. Tetapkan indeks pelayanan akhir (Ipt) dan susunan struktur perkerasan rancangan yang diinginkan.
- c. Hitung CBR tanah dasar yang mewakili segmen, kemudian hitung modulus reaksi tanah dasar efektif (MR).
- d. Hitung lalu lintas rencana selama umur rencana yang 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 telah selesai apabila prediksi rencana lalu lintas relatif sama dengan (sedikit dibawah) kemampuan konstruksi perkerasan rencana diinterpretasikan dengan lalu lintas.

- e. Tahap berikutnya adalah menentukan nilai struktural seluruh lapis perkerasan di atas tanah dasar. Dengan cara yang sama, selanjutnya menghitung nilai struktural bagian perkerasan di atas lapis pondasi bawah dan di atas lapis pondasi atas, dengan menggunakan kekuatan lapis bawah dan lapis atas. Dengan menyelisikan hasil perhitungan nilai struktural yang diperlukan di atas setiap lapisan, maka tebal maksimum yang diizinkan untuk lapis pondasi bawah akan sama dengan nilai struktural perkerasan di atas tanah dasar dikurangi dengan nilai bagian perkerasan di atas lapis pondasi bawah. Dengan cara yang sama, maka nilai struktural lapisan yang lain dapat ditentukan.

Perlu diperhatikan bahwa prosedur tersebut hendaknya tidak digunakan untuk menentukan nilai struktural yang dibutuhkan oleh bagian perkerasan yang terletak di atas lapisan 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.

2.11 Manajemen Proyek

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

Adapun yang akan direncanakan adalah sebagai berikut :

1. RKS (Rencana Kerja dan Syarat)

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

- a. Syarat-syarat umum

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

b. Syarat-syarat administrasi

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

- Administrasi keuangan mencakup hal-hal sebagai berikut : Harga penawaran termasuk didalamnya biaya pelelangan, ketentuan apabila terjadi pekerjaan tambah kurang, persyaratan yang harus dipenuhi dari setiap jenis jaminan yang digunakan, ketentuan denda yang disebabkan karena keterlambatan, kelalaian pekerjaan, pemutusan kontrak dan pengaturan pembayaran kepada kontraktor, resiko akibat kenaikan harga upah dan bahan.
- Administrasi Teknis memuat hal-hal sebagai berikut : ketentuan apabila terjadi perselisihan beserta cara-cara penyelesaian, syarat-syarat penawaran, ketentuan penyampaian dokumen penawaran dan sampul penawaran, syarat peserta lelang dan sanksi yang harus diberikan apabila terjadi pelanggaran, hak sanggah dan kegagalan pelelangan, serta persyaratan pengadaan subkontraktor dan kualifikasi

c. Syarat teknis

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

2. RAB (Rencana Anggaran Biaya)

Rencana Anggaran Biaya merencanakan banyaknya biaya yang akan digunakan serta susunan pelaksanaannya. Dalam perencanaan anggaran biaya perlu dilampirkan analisa harga satuan bahan dari setiap pekerjaan agar jelas jenis-jenis pekerjaan dan bahan yang digunakan.

a. Perhitungan Volume Pekerjaan

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

b. Perhitungan Produktifitas Kerja Aktual

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

c. Perhitungan Biaya Sewa Alat

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

- Biaya kepemilikan

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

- Biaya operasi

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

d. Analisa Harga Satuan

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

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

e. Perhitungan Rekapitulasi Biaya

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

3. Rencana Kerja

Rencana Kerja merupakan pengaturan waktu rencana kerja secara terperinci terhadap suatu *item* pekerjaan yang berpengaruh terhadap selesainya secara keseluruhan suatu proyek konstruksi. Adapun jenis-jenis Rencana kerja adalah:

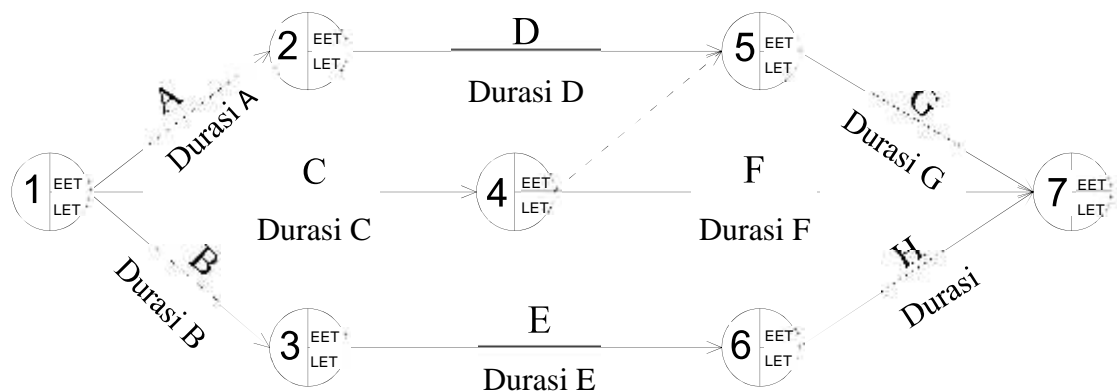
a. *Network Planning* (NWP)

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

Adapun kegunaan dari NWP ini adalah :

- Merencanakan, *scheduling* dan mengawasi proyek secara logis
- Memikirkan secara menyeluruh, tetapi juga secara mendetail dari proyek
- Mendokumentasikan dan mengkomunikasikan secara *scheduling* (waktu) dan alternatif-alternatif lain penyelesaiannya proyek dengan tambahan waktu

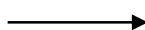

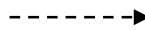

- Mengawasi proyek dengan lebih efisien, sebab hanya jalur-jalur kritis (*critical path*) saja yang perlu konsentrasi pengawasan ketat



Gambar 2.24 Sketsa *Network planning*

(Sumber: *Manajemen Proyek Konstruksi*, 2002)

Keterangan :

1.  (*Arrow*) anak panah, merupakan pekerjaan atau tugas di mana penyelesaiannya membutuhkan jangka waktu tertentu dan *resource* tertentu. Anak panah selalu menghubungkan dua buah *nodes*, arah dari anak-anak panah menunjukkan urutan-urutan waktu.
2.  (*Node/event*) lingkaran, yang berarti saat, peristiwa atau kejadian. Simbol ini merupakan permulaan atau akhir dari suatu kegiatan.
3.  (*Dummy*) anak panah dengan garis putus-putus, artinya kegiatan semu atau aktifitas semu. Yang dimaksud aktifitas semu adalah aktifitas yang tidak menekan waktu.
4.  EET (*Earliest Event Time*) = waktu yang paling cepat yaitu menjumlahkan durasi dari kejadian yang dimulai



dari kejadian awal dilanjutkan dengan kegiatan berikutnya dengan mengambil angka yang terbesar.

5. LET (*Laetest Event Time*) = waktu yang paling lambat, yaitu mengurangi durasi dari kejadian yang dimulai dari kegiatan paling akhir dilanjutkan kegiatan sebeumnya dengan mengambil angka terkecil.
6. A, B, C, D merupakan kegiatan.

b. Barchart

Barchart berupa diagram batang yang dapat menunjukkan lamanya waktu pelaksanaan. Disamping itu dapat menunjukkan lamanya penggunaan suatu alat dan bahan yang diperlukan sehingga tidak saling mengganggu pelaksanaan pekerjaan.

NO	URAIAN PEKERJAAN	JUMLAH HARGA (RP.)	BOBOT (%)	WAKTU PELAKSANAAN PEKERJAAN - 4 BULAN																KET.				
				MARET 2017				APRIL 2017				MEI 2017				JUNI 2017								
				1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4					
A	PEKERJAAN PENDAHULUAN	26,651,680.00	7.50	3.75	3.75																			
B	PEKERJAAN PONDASI	53,663,264.00	15.10			5.03	5.03	5.03																
C	PEKERJAAN STRUKTUR	100,000,000.00	28.14					7.04	7.04	7.04	7.04													
D	PEKERJAAN DINDING BATA	40,000,000.00	11.26						2.81	2.81	2.81	2.81												
E	PEK. KUSEN, PINTU, JENDELA, DAN AKSESORIS	30,000,000.00	8.44						1.41	1.41	1.41	1.41	1.41											
F	PEKERJAAN INSTALASI LISTRIK	15,000,000.00	4.22								0.60	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60						
G	PEKERJAAN SANITAIR	15,000,000.00	4.22								0.53	0.53	0.53	0.53	0.53	0.53	0.53	0.53						
H	PEKERJAAN ATAP BETON	55,000,000.00	15.48								3.10	3.10	3.10	3.10	3.10									
I	PEKERJAAN FINISHING	20,000,000.00	5.63												1.13	1.13	1.13	1.13	1.13					
JUMLAH =		355,314,944.00	100.00																					
RENCANA PROGRESS MINGGUAN (%) =				0.00	3.75	3.75	5.03	5.03	12.07	11.26	11.26	12.39	8.45	5.63	5.63	5.35	5.35	2.26	1.65	1.13				
RENCANA PROGRESS KUMULATIF (%) =				0.00	3.75	7.50	12.54	17.57	29.64	40.90	52.16	64.54	72.99	78.63	84.26	89.61	94.96	97.22	98.87	100.0				

Gambar 2.25 *Barchart*

c. Kurva S

Dibuat berdasarkan bobot setiap pekerjaan dan lama waktu yang diperlukan sampai akhir pekerjaan tersebut. Bobot pekerjaan merupakan persentase yang didapat dari perbandingan antara pekerjaan dengan harga total keseluruhan.



Gambar 2.26 Kurva S