

BAB III

LANDASAN TEORI

3.1 Geometri Jalan

Perencanaan jalan ada suatu bagian yang memfokuskan perencanaan bentuk fisik dari jalan itu sendiri yaitu geometrik, sehingga jalan tersebut dapat memenuhi fungsinya antara lain memberikan pelayanan yang optimum pada pengguna jalan dan menghasilkan infrastruktur yang aman, nyaman dan efisien. Jadi dapat ditarik kesimpulan untuk penelitian ini pengertian geometri jalan adalah suatu bangun jalan yang menggambarkan ruang, bentuk atau ukuran jalan yang baik sehingga memberikan pelayanan yang optimum, aman, nyaman, dan efisien. Elemen geometrik jalan meliputi alinyemen horisontal, alinyemen vertikal, dan jarak pandang. Pedoman serta teori perencanaan perhitungan telah diatur dalam peraturan Bina Marga tahun 1997 tentang tata cara perencanaan geometri jalan antar kota, Badan Standarisasi Nasional tahun 2004 tentang geometri jalan perkotaan, dan Peraturan Menteri Pekerjaan Umum tahun 2011 tentang persyaratan teknis jalan dan kriteria perencanaan teknis jalan.

3.2 Jalan Antar Kota

Jalan antar kota menurut Bina Marga (1997) adalah jalan-jalan yang menghubungkan simpul-simpul jasa distribusi dengan ciri-ciri tanpa perkembangan yang menerus pada sisi manapun termasuk desa, rawa, hutan, meskipun mungkin terdapat perkembangan permanen, misalnya rumah makan, pabrik atau perkampungan.

Tipe jalan pada jalan antar kota adalah sebagai berikut.

1. Jalan dua lajur dua arah tak terbagi (2/2 UD).
2. Jalan empat lajur dua arah.
3. Jalan enam lajur dua arah terbagi (6/2 D).

3.3 Klasifikasi Perencanaan Jalan

Penentuan kelas jalan raya untuk penerapan pengendalian dan kriteria perencanaan geometri. terdapat tiga faktor penentu yaitu volume lalu lintas rencana, fungsi jalan raya, dan medan jalan. Volume lalu lintas Rencana (VLR) mempunyai peranan yang penting yaitu menjadi pedoman dalam penentuan standar lebar daerah manfaat jalan, standar alinyemen, dan standar lainnya. Kelas-kelas standar juga harus mengikuti fungsi jalan. Fungsi jalan dikelompokkan menjadi tiga yaitu arteri, kolektor, lokal. Pengelompokan ini nantinya akan berkaitan dengan perencanaan geometri suatu jalan. Klasifikasi jalan ini merupakan suatu titik awal dan penentuan dalam perencanaan jalan raya. Klasifikasi perencanaan yang didasarkan pada volume kendaraan yang melewati ruas jalan dapat dilihat pada Tabel 3.1.

Tabel 3.1 Klasifikasi Perencanaan Jalan

Spesifikasi Penyediaan Jalan Prasarana Jalan		Jalan Bebas Hambatan			Jalan Raya			Jalan Sedang	Jalan Kecil
									Untuk Kendaraan Beroda 3 atau Lebih
LHRT (SMP/ hari)	Datar	≤ 156.00 0	≤ 117.00 0	≤ 78.00 0	≤ 110.00 0	≤ 82.00 0	≤ 61.00 0	≤ 22.000	≤ 17.000
	Bukit	≤ 153.00 0	≤ 115.00 0	≤ 77.00 0	≤ 106.00 0	≤ 79.90 0	≤ 59.80 0	≤ 21.500	≤ 16.300
	Gunung	≤ 146.00 0	≤ 110.00 0	≤ 73.00 0	≤ 103.00 0	≤ 77.70 0	≤ 58.10 0	≤ 20.800	≤ 15.800
Fungsi Jalan		Arteri (Kelas I, II, III, Khusus)			Arteri (Kelas I, II, III, Khusus)			Jalan Lokal,	
		Kolektor (Kelas I, II, III)			Kolektor (Kelas I, II, III)			Lingkunga n (Kelas III)	
					Lokal (Kelas I, II, III)				

Sumber : Peraturan Pemerintah Pekerjaan Umum No. 19 (2011)

3.4 Satuan Mobil Penumpang

Satuan mobil penumpang (SMP) adalah jumlah mobil penumpang yang digantikan tempatnya oleh kendaraan jenis lain dalam kondisi jalan, lalu lintas, dan pengawasan berlaku. Volume lalu lintas harian rencana (VLHR) adalah prakiraan volume lalu lintas harian pada akhir tahun rencana lalu lintas dinyatakan dalam SMP/hari. Persamaan yang digunakan untuk menghitung VLHR seperti berikut ini.

$$VLHR = \frac{\text{jumlah lalu lintas selama pengamatan}}{\text{lama pengamatan}} \quad (3.1)$$

3.5 Ekuivalen Mobil Penumpang

Menurut Direktorat Bina Marga (1997), Ekuivalensi Mobil Penumpang (EMP) adalah faktor dari berbagai kendaraan dibandingkan terhadap mobil penumpang sehubungan dengan pengaruhnya kepada kecepatan mobil penumpang dalam arus lalu lintas campuran. EMP untuk klasifikasi perencanaan jalan luar kota terbagi 2 arah dapat dilihat pada Tabel 3.2.

Tabel 3.2 Ekuivalen Mobil Penumpang

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

Sumber : Bina Marga (1997)

3.6 Kendaraan Rencana

Menurut Bina Marga (1997), Kendaraan rencana adalah yang dimensi dan radius putarnya digunakan sebagai acuan dalam perencanaan geometrik jalan. Kendaraan rencana dikelompokkan menjadi 3 kategori menurut Bina Marga yaitu sebagai berikut.

Tabel 3.3 Golongan Kendaraan Rencana

Katagori kendaraan rencana	Dimensi Kendaraan (cm)			Tonjolan (cm)		Radius Putar		Radius Tonjolan (cm)
	Tinggi	Lebar	Panjang	Depan	Belakang	Minimum	Maksimum	
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	1,20	90	290	1400	1370

Sumber : Bina Marga (1997)

Ruas Jalan Klaten-Jatinom termasuk dalam jalan kelas III, menurut Undang-undang nomor 22 tahun 2009 menyatakan untuk jalan kelas III, yaitu arteri, kolektor, lokal, dan lingkungan yang dapat dilalui kendaraan bermotor dengan ukuran lebar tidak melebihi 2100 milimeter, ukuran panjang tidak melebihi 9000 milimeter, ukuran paling tinggi 3500 milimeter, dan muatan sumbu terberat 8 ton.

3.7 Kecepatan Rencana (V_r)

Kecepatan rencana (V_r) 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, V_r suatu segmen jalan dapat diturunkan dengan syarat bahwa penurunan tersebut tidak lebih dari 20 km/jam. V_r untuk masing-masing fungsi jalan dapat ditetapkan dari Tabel 3.4.

Tabel 3.4 Kecepatan Rencana

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 : Bina Marga (1997)

Kecepatan rencana didapat dengan menggunakan berbagai metode salah satunya adalah survei *spot speed* yaitu metode pengukuran menggunakan alat *speed gun* dengan menembak kendaraan yang bergerak mengikuti arus lalu lintas. Untuk menghitung kecepatan kendaraan dapat dihitung pada Persamaan 3.2.

$$U_k = \frac{U_0}{\cos \alpha} \quad (3.2)$$

Keterangan :

U_k : Kecepatan terkoreksi

U_0 : Kecepatan terbaca pada *spot speed*

α : Sudut tembakan

3.8 Lajur Jalan

Lajur jalan adalah bagian jalur lalu lintas yang memanjang, dibatasi oleh marka lajur jalan, memiliki lebar yang cukup untuk dilewati suatu kendaraan bermotor sesuai dengan kendaraan rencana. Lebar lajur merupakan jalan yang dilewati lalu lintas, tetapi tidak termasuk bahu jalan. Lajur menjadi salah satu pertimbangan keselamatan kecelakaan dengan adanya pelebaran lajur akan mengurangi tingkat kecelakaan antara 2-15% per meter pelebaran (nilai yang besar mengacu pada jalan kecil/sempit), lajur pendakian pada kelandaian yang curam mengurangi tingkat kecelakaan 25-30%, lajur menyalip (lajur tambahan untuk menyalip pada daerah datar) mengurangi tingkat kecelakaan 15-20%. Untuk lebar lajur berbagai klasifikasi perencanaan sebaiknya sesuai dengan Tabel 3.5.

Tabel 3.5 Lebar Lajur Jalan Berdasarkan Kelas Jalan

Spesifikasi Penyediaan	Jalan Bebas Hambatan (m)			Jalan Raya (m)			Jalan Sedang (m)	Jalan Kecil (m)
	I	II	III	I	II	III		
$V_r < 80$ km/jam	3,5	3,5	3,5	3,5	3,5	3,5	3,5	2,75
$V_r \geq 80$ km/jam	3,6	3,6	3,6	3,6	3,6	3,6	-	-

Sumber : Kementerian Pekerjaan Umum (2011)

3.9 Bahu Jalan

Bahu jalan adalah bagian jalan yang terletak di tepi jalur lalu lintas dan sudah diperkeras berfungsi untuk lajur lalu lintas darurat, tempat berhenti sementara, dan tempat parkir darurat, ruang bebas samping bagi lalu lintas, penyangga sampai untuk kestabilan perkerasan jalur lalu lintas. Kemiringan bahu jalan normal antara 3-5%. Berdasarkan nilai klasifikasi jalan memiliki lebar minimum bahu jalan yang dapat dilihat pada Tabel 3.6.

Tabel 3.6 Lebar Bahu Jalan

VLHR (smp/hari)	Bahu Jalan (m)	Arteri	Kolektor	Lokal
<3.000	Lebar minimum	1,0	1,0	1,0
	Lebar Ideal	1,5	1,5	1,0
3.000-10.000	Lebar minimum	1,5	1,5	1,0
	Lebar Ideal	2,0	1,5	1,5
10.000-25.000	Lebar minimum	2,0	**)	-
	Lebar Ideal	2,0	2,0	-
>25.000	Lebar minimum	2,0	**)	-
	Lebar Ideal	2,5	2,0	-

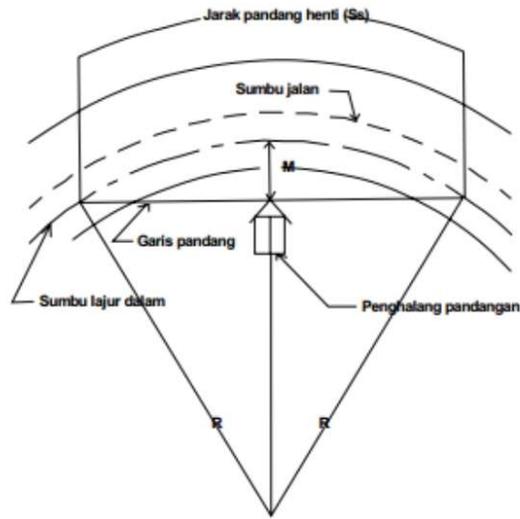
Sumber : Direktorat Jendral Bina Marga (1997)

Keterangan : **) = mengacu pada persyaratan ideal

- = tidak ditentukan

3.10 Daerah Bebas Samping

Badan Standarisasi Nasional (2004), menyatakan 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 objek penghalang pandangan, sehingga persyaratan jarak pandang henti terpenuhi. Adapun sketsa penentuan daerah bebas samping dapat dilihat pada Gambar 3.1 berikut ini.



Gambar 3.1 Sketsa Penentuan Daerah Bebas Samping

(Sumber : Badan Standarisasi Nasional, 2004)

Ruang bebas samping dapat diperoleh dengan menggunakan rumus Persamaan 3.3 dan Persamaan 3.4.

$$1. \text{ JPH} < \text{Lt}$$

$$E = R \cdot \left(1 - \cos \frac{90^\circ \cdot \text{JPH}}{\pi \cdot R}\right) \quad (3.3)$$

$$2. \text{ JPH} > \text{Lt}$$

$$E = \left(R \cdot \left(1 - \cos \frac{90^\circ \cdot \text{JPH}}{\pi \cdot R}\right)\right) + \left(\frac{\text{JPH} - \text{Lt}}{2} \cdot \sin \frac{90^\circ}{\pi \cdot R}\right) \quad (3.4)$$

Keterangan :

E = Ruang bebas samping (m)

R = Jari-jari tikungan (m)

JPH= Jarak pandang henti (m)

Lt = Panjang tikungan (m)

3.11 Alinyemen Horisontal

Alinyemen horisontal terdiri dari bagian lurus jalan dan bagian lengkung jalan atau biasa disebut juga tikungan. Perubahan badan jalan oleh kebutuhan pemakai jalan yang akan diproyeksikan tegak lurus bidang datar. Bagian lengkung

jalan atau tikungan terbagi menjadi tiga jenis tikungan. Tikungan tersebut adalah sebagai berikut.

1. Lingkaran penuh (*Full Circle = FC*)
2. Spiral-Lingkaran-Spiral (*Spiral-Circle-Spiral=S-C-S*)
3. Spiral-Spiral (*S-S*)

3.1.1.1 Panjang Bagian Lurus

Faktor keselamatan pengguna jalan merupakan salah satu faktor yang harus diperhatikan. Oleh karena itu, perencanaan geometri menentukan panjang maksimum bagian lurus harus dapat ditempuh dengan pertimbangan keselamatan pengemudi akibat kelelahan pengemudi. Panjang maksimum tersebut ditetapkan dalam Tabel 3.7

Tabel 3.7 Panjang Bagian Lurus Maksimum

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

Sumber : Direktorat Jendral Bina Marga (1997)

3.1.1.2 Jari-Jari Tikungan

Bagian lengkung merupakan bagian kritis pada alinyemen horisontal, gaya sentrifugal merupakan gaya yang akan melemparkan kendaraan keluar daerah tikungan, sehingga ada gaya yang menyebabkan kendaraan tidak stabil. Untuk mendapatkan kenyamanan dan keamanan dalam berkendara maka dalam bagian lengkung perlu dibuat suatu kemiringan jalan yang disebut superelevasi(*e*). Dalam perencanaan yang aman perlu adanya perhitungan jari-jari minimum dengan kecepatan tertentu untuk menghindari terjadinya kecelakaan, sehingga pengendara dapat menggunakan jalan dengan aman dan nyaman. Untuk perhitungan dapat dilihat pada Persamaan 3.5.

$$R_{min} = \frac{v^2}{127(e_{max} + f_{max})} \quad (3.5)$$

Keterangan :

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

V = Kecepatan Rencana (km/jam),

E_{max} = Superelevasi maximum (%),

F = koefisien gesek, untuk perkerasan aspal $f=0,14-0,24$

Untuk Tabel 3.8 digunakan untuk menetapkan R_{min} .

Tabel 3.8 Jari-jari Minimum (R_{min})

V (km/jam)	120	100	80	60	50	40	30	20
R_{min} (m)	600	370	210	110	80	50	30	15

Sumber : Direktorat Jendral Bina Marga (1997)

3.11.3 Lengkung Peralihan

Lengkung peralihan (L_s) adalah lengkung yang disisipkan di antara bagian lurus jalan dan bagian lengkung jalan berjari-jari. Berfungsi mengantisipasi perubahan alinyemen jalan dari bentuk lurus sampai ke bagian bentuk jalan berjari-jari sehingga gaya sentrifugal yang bekerja terhadap kendaraan saat berjalan di tikungan berubah secara berangsur-angsur. Menurut Bina Marga 1997 untuk menentukan panjang L_s diambil nilai yang terbesar dari tiga persamaan di bawah ini.

1. Berdasarkan waktu tempuh maksimum (3 detik)

$$L_s = \frac{V_r}{3,6} \times T \quad (3.6)$$

2. Berdasarkan antisipasi gaya sentrifugal

$$L_s = 0,002 \times \frac{V_r^3}{Rdxc} - 2,727 \times \frac{V_r \times e}{c} \quad (3.7)$$

3. Berdasarkan tingkat pencapaian perubahan kelandaian

$$L_s = \frac{(e_m - e_n) \times V_r}{3,6 \times r_e} \quad (3.8)$$

Keterangan :

T = waktu tempuh (3 detik)

Rd = jari-jari busur lingkaran (m)

C = perubahan percepatan 0,3-1,0 disarankan 0,4 m/det²

Vr = kecepatan rencana (km/jam)

em = superelevasi maksimum

en = superelevasi normal

re = tingkat pencapaian perubahan kemiringan melintang jalan (m/m/detik) sebagai berikut :

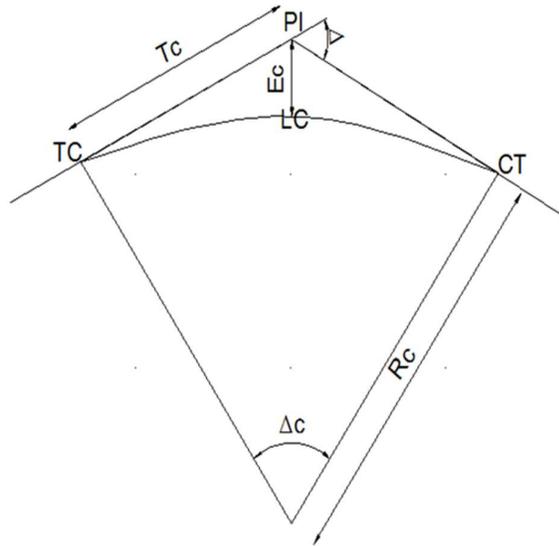
untuk $V_r \leq 70$ km /jam maka $r_{e \text{ mak}} = 0,035$ m/m/detik

untuk $V_r \geq 70$ km/jam maka $r_{e \text{ mak}} = 0,025$ m/m/detik

3.11.4 Bentuk Tikungan

Bentuk bagian lengkung terdiri dari tiga bentuk tikungan yaitu :

1. *Full Circle* (FC) adalah jenis tikungan yang hanya terdiri dari bagian satu lingkaran saja, tikungan ini merupakan tikungan berbentuk busur lingkaran secara penuh. Tikungan FC hanya digunakan untuk jari-jari tikungan yang besar agar tidak terjadi patahan. Tipe tikungan FC jika diterapkan untuk jari-jari yang kecil menyebabkan superelevasi bernilai besar. Penentuan tipe tikungan *Full Circle* dapat dilihat pada Tabel 3.9 karena tikungan ini tidak membutuhkan lengkung peralihan. Tikungan *Full Circle* dinyatakan pada Gambar 3.2.



Gambar 3.2 Tikungan *Full Circle* (FC)

(sumber : Hendarsin,2000)

keterangan :

PI = *Point of Intersection* (titik potong tangen)

Δ = Sudut tikungan alinyemen horisontal ($^{\circ}$)

TC = Titik dari tangen ke *circle*

CT = Titik dari *circle* ke tangen

Tc = Panjang Tangen dari TC ke titik PI atau dari PI ke TC (m)

Rc = Jari-jari lingkaran (m)

Δ_c = Sudut lingkaran ($^{\circ}$)

Ec = Jarak luar dari PI ke busur lingkaran (m)

Lc = Panjang busur lingkaran, panjang titik TC ke titik CT (m)

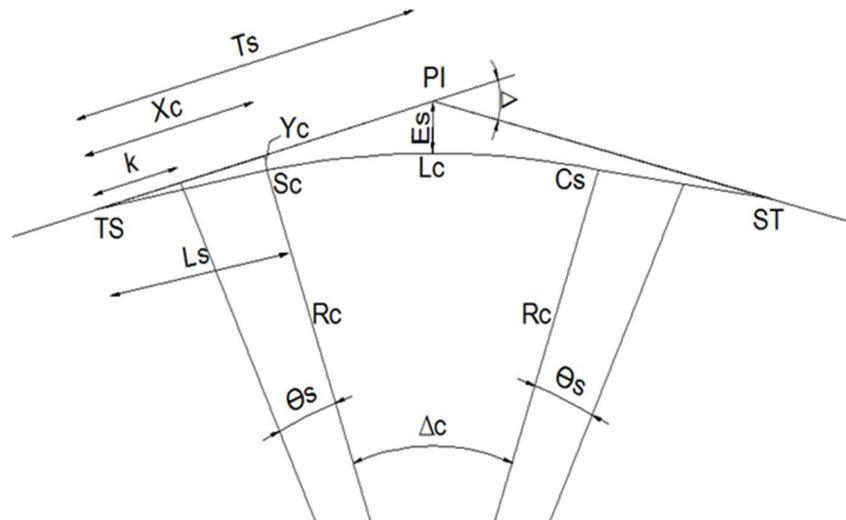
Untuk mendapatkan jarak-jarak yang diperlukan dapat menggunakan Persamaan 3.9, Persamaan 3.10, dan Persamaan 3.11.

$$T_c = R_c \cdot \tan \frac{1}{2} \Delta \quad (3.9)$$

$$E_c = T_c \cdot \tan \frac{1}{4} \Delta \quad (3.10)$$

$$L_c = \frac{\Delta \cdot 2 \cdot \pi \cdot R_c}{360^{\circ}} \quad (3.11)$$

2. *Spiral-Circle-Spiral* (SCS) merupakan tikungan yang digunakan pada saat tikungan peralihan, lengkung *Spiral-Circle-Spiral* adalah tikungan yang terdiri atas satu lengkung *Circle* dan dua lengkung *Spiral*. Lengkung peralihan ini disisipkan di antar bagian lurus jalan dan bagian lingkaran jalan. Lengkung spiral berfungsi untuk mengantisipasi perubahan alinyemen jalan dari bentuk lurus sampai bagian lengkung jalan berjari-jari tetap, lengkung pada tikungan ini merupakan jenis lengkung yang mempunyai jari-jari serta sudut tangen Δ sedang, perubahan dari tangen ke lengkung *Spiral* dihubungkan oleh lengkung peralihan (L_s). Tikungan *Spiral-Circle-Spiral* dapat dilihat pada Gambar 3.3.



Gambar 3.3 *Spiral-Circle-Spiral* (SCS)

(Sumber : Hendarsin, 2000)

keterangan :

PI = *Point of Intersection* (titik potong tangen)

Δ = Sudut tikungan ($^{\circ}$)

SC = Titik temu *spiral* ke *circle*

CS = Titik temu *spiral* ke tangen

Δ_c = Sudut lingkaran ($^{\circ}$)

θ_s = Sudut lengkung *spiral* ($^{\circ}$)

R_c = Jari-jari lingkaran (m)

- TS = Titik temu tangen ke *spiral*
 k = Absis dari P pada garis tangen terhadap *spiral* (m)
 Ls = Panjang lengkung *spiral*, panjang titik TS ke titik SC atau titik CS ke titik ST (m)
 Xc = Absis titik SC pada garis tangen, jarak dari titik TS ke SC (jarak lurus lengkung peralihan) (m)
 Yc = Ordinat titik SC pada garis tegak lurus garis tangen, jarak tegak lurus garis tangen ke titik SC pada lengkung (m)
 Ec = Jarak luar PI ke busur lingkaran (m)
 Lc = Panjang busur lingkaran, panjang titik SC ke titik CS (m)
 Ts = Panjang tangen dari titik TS ke titik PI atau dari titik PI ke titik TS (m),

untuk mendapatkan jarak-jarak yang diperlukan dapat menggunakan persamaan-persamaan berikut :

$$\theta_s = \frac{90.Ls}{\pi.Rc} \quad (3.12)$$

$$\Delta_c = \Delta - 2. \theta_s \quad (3.13)$$

$$Lc = \frac{\Delta_c}{360}.2\pi.Rc \quad (3.14)$$

$$L_{tot} = Lc + 2.Ls \quad (3.15)$$

$$Xc = Ls. \left(1 - \frac{Ls^2}{40.Rc^2}\right) \quad (3.16)$$

$$Yc = \frac{Ls^2}{6.Rc} \quad (3.17)$$

$$p = Yc - Rc. (1 - \cos \theta_s) \quad (3.18)$$

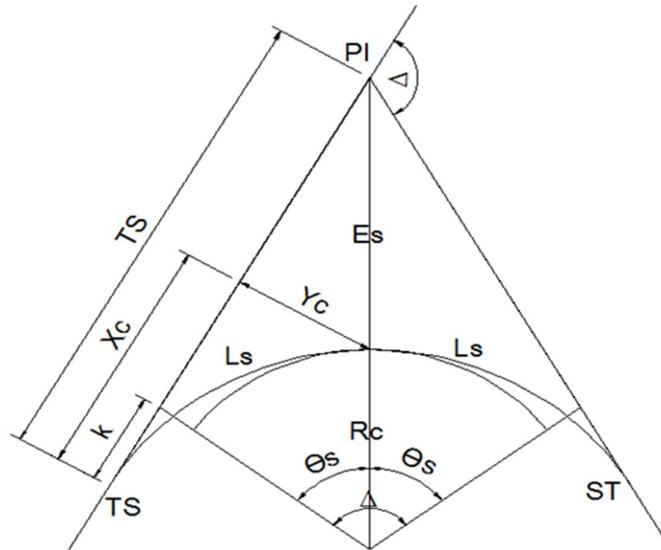
$$k = Xc - Rc. \sin \theta_s \quad (3.19)$$

$$Ts = (Rc + p). \tan \left(\frac{1}{2} \Delta\right) + k \quad (3.20)$$

$$Es = (Rc + p). \sec \left(\frac{1}{2} \Delta\right). Rc \quad (3.21)$$

jika diperoleh LC < 20 m, maka sebaiknya tidak digunakan bentuk S-C-S, tetapi digunakan lengkung S-S, yaitu lengkung yang terdiri dari dua lengkung peralihan.

3. *Spiral-Spiral* (SS) adalah tikungan yang terdiri dari dua lengkung Spiral, Jenis lengkung pada tikungan *spiral-spiral* mempunyai sudut tangen Δ yang sangat besar. Pada lengkung ini tidak dijumpai adanya busur lingkaran sehingga titik SC berhimpit dengan titik CS. Berikut bentuk lengkung *spiral-spiral* serta penjelasannya dapat dilihat pada Gambar 3.4.



Gambar 3.4 Tikungan *Spiral-Spiral* (SS)

(Sumber : Hendarsin, 2000)

keterangan :

- PI = *Point of Intersection* (titik potong tangen)
 Δ = Sudut tikungan ($^{\circ}$)
 R_c = Jari-jari lingkaran *spiral* (m)
 TS = Titik temu tangen ke *spiral*
 ST = Titik temu *spiral* ke tangen
 θ_s = Sudut dalam lengkung *spiral* (m)
 k = Absis dari p pada garis tangen terhadap *spiral* (m)
 L_s = Panjang lengkung *spiral*, panjang titik TS ke titik SC atau titik CS ke titik ST (m)
 X_c = Absis titik SC pada garis tangen, jarak dari titik TS ke SC (jarak lurus lengkung peralihan) (m)

Y_c = Ordinat titik SC pada garis tegak lurus garis tangen, jarak tegak lurus garis tangen ke titik SC pada lengkung (m)

E_c = Jarak luar PI ke busur lingkaran (m)

T_s = Panjang tangen dari titik TS ke titik PI atau dari titik PI ke titik TS (m),

untuk mendapatkan jarak-jarak yang diperlukan dapat menggunakan persamaan-persamaan berikut.

$$L_c = 0 \quad (3.22)$$

$$\theta_s = \frac{1}{2} \Delta \quad (3.23)$$

$$L_s = \frac{\theta_s \cdot \pi \cdot R_c}{90} \quad (3.24)$$

$$L_{tot} = 2 \cdot L_s \quad (3.25)$$

3.11.5 Superelevasi

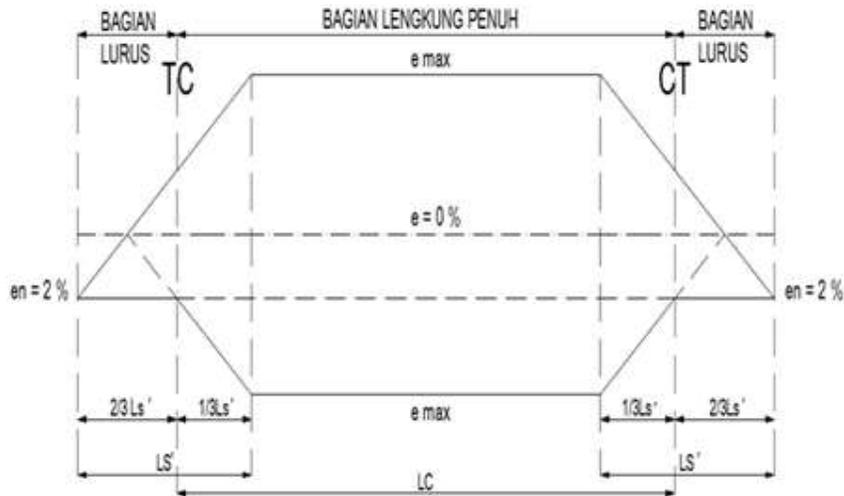
Superelevasi adalah kemiringan melintang di tikungan yang berfungsi mengimbangi gaya sentrifugal yang diterima kendaraan pada saat berjalan melalui tikungan pada kecepatan (V_r). Superelevasi berlaku pada jalur lalu lintas dan bahu jalan, pada setiap tikungan superelevasi sangat penting untuk dibuat kecuali tikungan yang memiliki radius yang lebih besar dari R_{min} tanpa superelevasi. Hubungan parameter perencanaan lengkung horisontal dengan kecepatan rencana ditunjukkan pada nilai superelevasi. Pada superelevasi tikungan *Full Circle* tidak terdapat lengkung peralihan (L_s) melainkan lengkung peralihan semu (L_s'). Lengkung peralihan semu sebagai pencapaian superelevasi secara bertahap dari kemiringan melintang normal pada bagian jalan yang lurus sampai ke kemiringan penuh (superelevasi) pada bagian lengkung. Tabel 3.9 menyatakan jari-jari tikungan yang tidak memerlukan lengkung peralihan.

Tabel 3.9 Jari-jari Tikungan yang Tidak Memerlukan Lengkung Peralihan

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

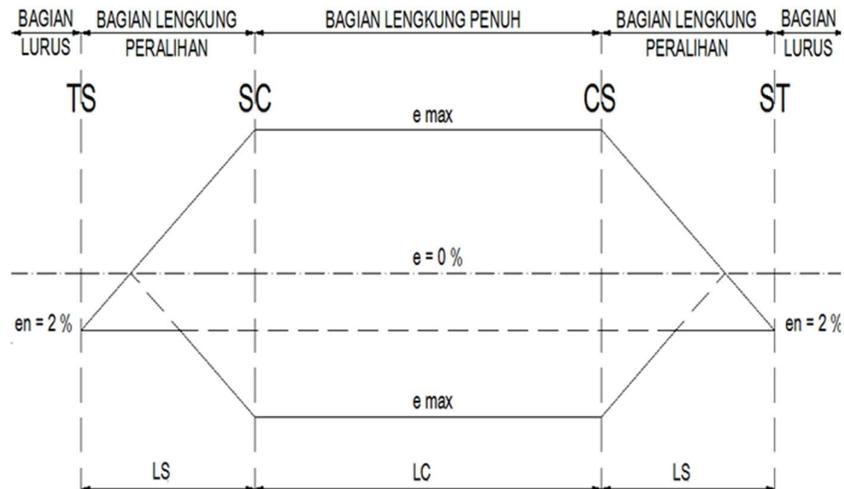
Sumber : Direktorat Bina Marga (1997)

Berikut adalah metode pencapaian superelevasi pada tikungan pada tikungan FC, SCS, dan SS. Gambar superelevasi FC, SCS, dan SS dapat dilihat pada Gambar 3.5, Gambar 3.6, dan Gambar 3.7.



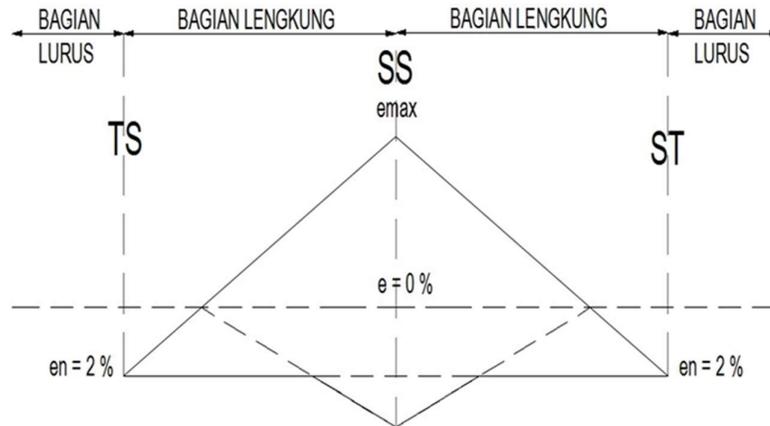
Gambar 3.5 Superelevasi Tikungan *Full Circle* (FC)

(Sumber : Hendarsin, 2000)



Gambar 3.6 Superelevasi Tikungan *Spiral Circle Spiral* (SCS)

(Sumber : Hendarsin, 2000)



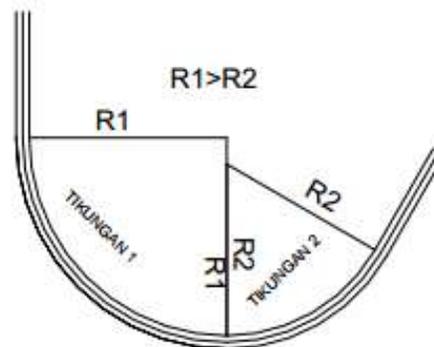
Gambar 3.7 Superlevasi Tikungan *Spiral-Spiral* (SS)

(Sumber : Hendarsin,2000)

3.11.6 Tikungan Gabungan

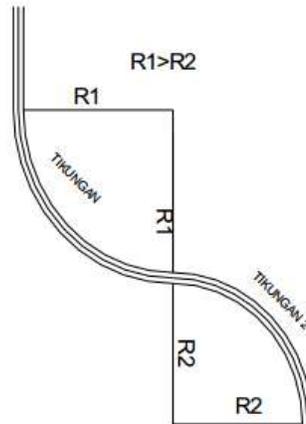
Tikungan gabungan alinyemen horisontal diketahui dua macam tikungan gabungan, yaitu tikungan gabungan searah dan tikungan gabungan balik arah.

Menurut Bina Marga (1997), tikungan gabungan searah adalah gabungan antar dua atau lebih tikungan dengan arah putaran sama tetapi dengan jari-jari yang berbeda, sedangkan tikungan gabungan balik arah adalah gabungan dari dua tikungan atau lebih arah putaran yang berbeda. Bentuk tikungan tersebut dapat dilihat pada Gambar 3.8 dan Gambar 3.9



Gambar 3.8 Tikungan Gabungan Searah

(Sumber : Badan Standarisasi Nasional, 2004)

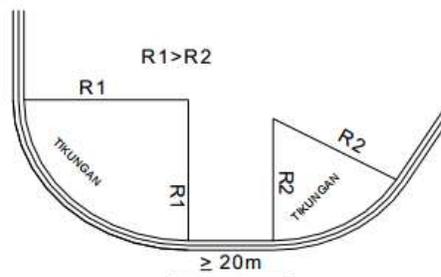


Gambar 3.9 Tikungan Gabungan Balik Arah

(Sumber : Badan Standarisasi Nasional, 2004)

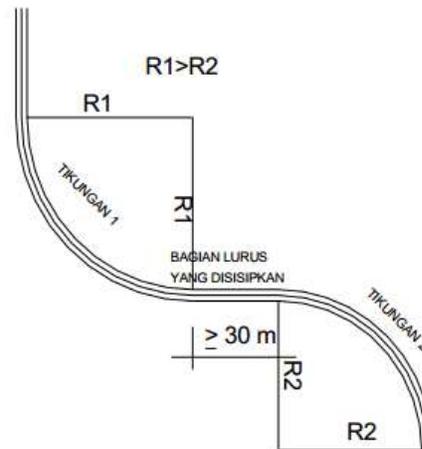
Keadaan tikungan gabungan dipertimbangkan berdasarkan perbandingan R_1 dan R_2 , dimana diasumsikan bahwa R_1 adalah jari-jari tikungan yang lebih besar. Ketentuan untuk tikungan gabungan adalah sebagai berikut.

1. Setiap tikungan gabungan harus disisipi bagian lurus yang memiliki kemiringan normal dengan ketentuan sebagai berikut.
2. Jika $\frac{R_2}{R_1} > \frac{2}{3}$ maka tikungan gabungan searah harus dihindari (Gambar 3.8), dan jika $\frac{R_2}{R_1} < \frac{2}{3}$ maka tikungan gabungan balik arah harus disisipi bagian lurus atau bagian *spiral clothoide* yang dapat dilihat pada Gambar 3.11.



Gambar 3.10 Tikungan Gabungan Searah Dengan Sisipan Bagian Lurus Minimum Sepanjang 20 Meter

(Sumber : Badan Standarisasi Nasional, 2004)



Gambar 3.11 Tikungan Gabungan Balik Arah Dengan Sisipan Bagian Lurus Minimum 30 Meter

(Sumber : Badan Standarisasi Nasional, 2004)

3.12 Alinyemen Vertikal

Alinyemen vertikal adalah perencanaan elevasi sumbu jalan pada setiap titik yang ditinjau, berupa profil memanjang. Alinyemen vertikal terdiri atas bagian landai vertikal dan bagian lengkung vertikal. Ditinjau dari titik awal perencanaan, bagian landai vertikal dapat berupa landai positif (tanjakan), atau landai negatif (turunan), atau landai nol (datar). Kondisi tersebut dipengaruhi oleh keadaan topografi yang dilalui oleh rute jalan rencana. Kondisi topografi tidak saja berpengaruh pada perencanaan alinyemen horisontal, tetapi juga mempengaruhi perencanaan alinyemen vertikal. Bagian lengkung vertikal dapat berupa lengkung cekung atau lengkung cembung.

3.12.1 Kelandaian Maksimum

Kelandaian maksimum dimaksudkan untuk menghasilkan kendaraan bergerak terus tanpa kehilangan kecepatan yang berarti. Kelandaian maksimum didasarkan pada kecepatan tidak lebih dari separuh kecepatan semula tanpa harus menggunakan gigi rendah. Kelandaian maksimum untuk berbagai V_r ditetapkan dapat dilihat dalam Tabel 3.10.

Tabel 3.10 Kelandaian Maksimum yang Diizinkan

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

Sumber : Direktorat Bina Marga (1997)

Persamaan 3.26 merupakan perhitungan yang digunakan untuk mencari kelandaian jalan.

$$gn = \frac{PPVn - PPV(n-10)}{sta\ PPVn - sta\ PPV(n-1)} \quad (3.26)$$

keterangan :

gn = kelandaian tangen

PPV = Titik pertemuan kedua garis tangen

3.12.2 Lengkung Vertikal

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

1. Lengkung cembung

Jika jarak pandang henti lebih kecil dari panjang lengkung vertikal cembung, panjangnya ditetapkan dengan Persamaan 3.27.

$$L = \frac{AS^2}{405} \quad (3.27)$$

2. Lengkung cekung

Jika jarak pandang henti lebih besar dari panjang lengkung vertikal cekung, panjangnya ditetapkan dengan Persamaan 3.28.

$$L = 2S \frac{405}{A} \quad (3.28)$$

Panjang minimum lengkung vertikal ditentukan dengan Persamaan 3.29 dan Persamaan 3.30.

$$L = A Y \quad (3.29)$$

$$L = \frac{s^2}{405} \quad (3.30)$$

Keterangan :

L = panjang lengkung (m)

A = perbedaaan grade (m)

Jh = jarak pandang henti (m)

Y = faktor penampilan kenyamanan

Tabel 3.11 Penentuan Faktor Penampilan Kenyamanan (Y)

Kecepatan Rencana (km/jam)	Faktor penampilan kenyamanan (y)
<40	1,5
46-60	3
>60	8

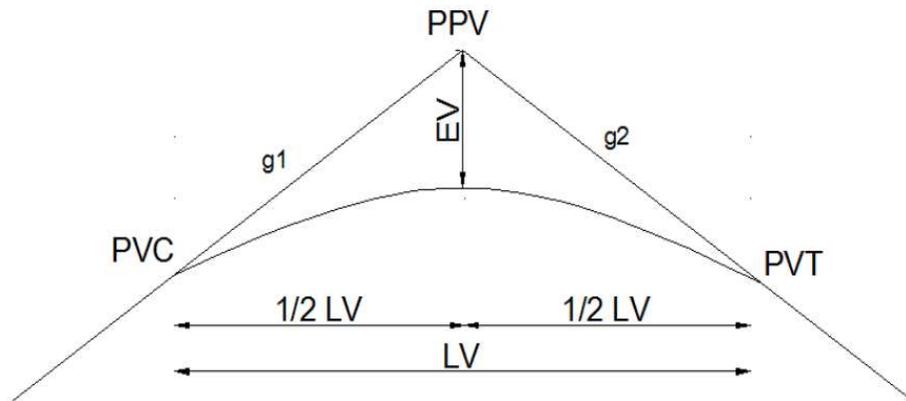
Sumber : Direktorat Bina Mara (1997)

Panjang lengkung vertikal bisa ditentukan langsung sesuai Tabel 3.12 Panjang minimum lengkung vertikal yang didasarkan pada gambar,kenyamanan, dan jarak pandang. Penjelasan tersebut dapat dilihat Gambar 3.12 dan Gambar 3.13.

Tabel 3.12 Panjang Minimum Lengkung Vertikal

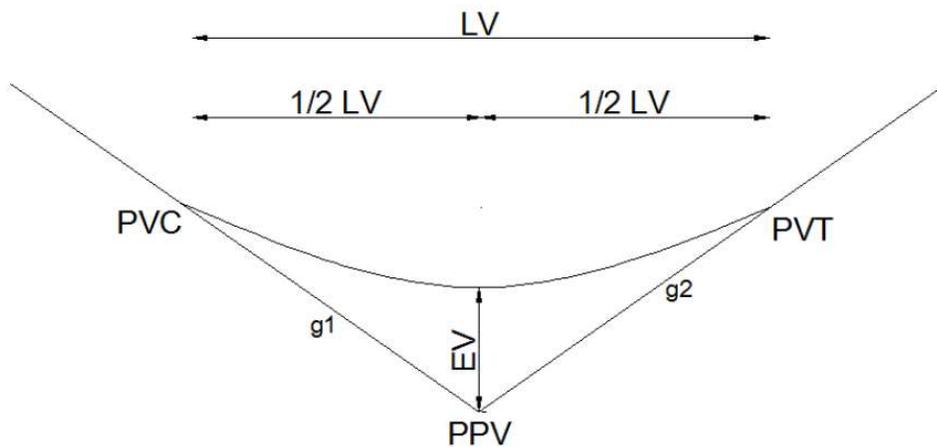
Kecepatan rencana (km/jam)	Perbedaan kelandaian memanjang (%)	Panjang Lengkung (m)
<40	1	20-30
40-60	0,6	40-80
>60	0,4	80-150

Sumber : Direktorat Jendral Bina Marga (1997)



Gambar 3.12 Lengkung Vertikal Cembung

Sumber : Direktorat Jendral Bina Marga (1997)



Gambar 3.13 Lengkung Vertikal Cekung

Sumber : Direktorat Jendral Bina Marga (1997)

3.12.3 Panjang Kritis

Panjang kritis yaitu panjang landai maksimum yang harus disediakan agar kendaraan dapat mempertahankan kecepatannya sedemikian sehingga penurunan kecepatan tidak lebih dari separuh V_r . Lama Perjalanan tersebut ditetapkan tidak lebih dari satu menit. Panjang kritis dapat ditetapkan dari Tabel 3.13.

Tabel 3.13 Panjang Kritis (m)

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

Sumber : Bina Marga (1997)

3.13 Jarak Pandang

Berdasarkan Bina Marga 1997, 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. Jarak pandang dapat dibedakan menjadi dua, yaitu Jarak Pandang Henti (JPH) dan Jarak Pandang Mendahului (Jd).

3.13.1 Jarak Pandang Henti (JPH)

Jarak pandang henti adalah jarak minimum yang diperlukan oleh setiap pengemudi untuk menghentikan kendaraan dengan aman begitu melihat adanya halangan di depan. Setiap titik di sepanjang jalan harus memenuhi jarak pandang henti. Jarak pandang henti diukur berdasarkan asumsi bahwa tinggi mata pengemudi adalah 105 cm dan tinggi halangan 15 cm. Elemen jarak yaitu :

1. Jarak tanggap (Jht) adalah jarak yang ditempuh oleh kendaraan sejak pengemudi melihat suatu halangan yang membahayakan ia harus berhenti sampai saat pengemudi menginjak rem.
2. Jarak pengereman (Jhr) adalah jarak yang dibutuhkan untuk menghentikan kendaraan sejak pengemudi menginjak rem sampai kendaraan berhenti.

Jh dalam satuan meter, dapat dihitung dengan rumus :

$$JPH = Jht + Jhr \quad (3.31)$$

$$JPH = \frac{Vr}{3,6} T + \frac{\left(\frac{Vr}{3,6}\right)^2}{2gf} \quad (3.32)$$

Persamaan disederhanakan, untuk jalan datar :

$$JPH = 2,278 Vr T + \frac{Vr^2}{254f} \quad (3.33)$$

Untuk kelandaian tertentu

$$JPH = 0,278 Vr T + \frac{Vr^2}{254(f \pm L)} \quad (3.34)$$

Keterangan :

Vr = Kecepatan rencana (km/jam)

T = Waktu tanggap, ditetapkan 2,5 detik

g = Percepatan gravitasi, ditetapkan 9,81 m det²

f = Koefisien gesek memanjang perkerasan jalan aspal, ditetapkan 0,35-0,55

L = landai jalan dalam(%) dibagi 100

JPH minimum yang dihitung berdasarkan persamaan di atas dengan pembulatan-pembulatan untuk berbagai Vr terdapat pada tabel 3.14 Jarak Pandang Henti (JPH) minimum

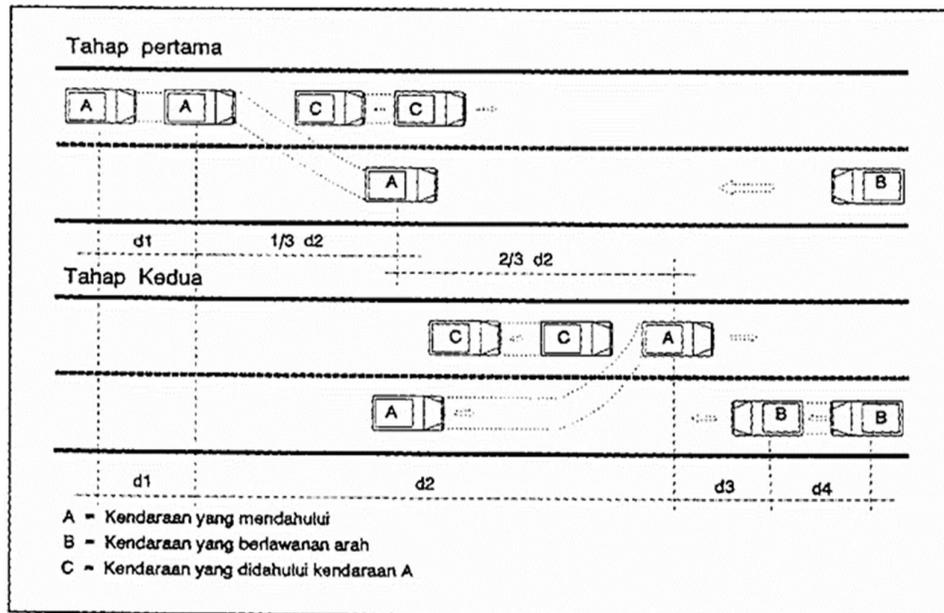
Tabel 3.14 Jarak Pandang Henti (Jh) Minimum

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

Sumber : Bina Marga (1997)

3.13.2 Jarak Pandang Mendahului (Jd)

Jarak pandang mendahului adalah jarak yang memungkinkan suatu kendaraan mendahului kendaraan lain di depannya dengan aman sampai kendaraan tersebut kembali ke lajur semula. Jarak pandang mendahului diukur berdasarkan asumsi bahwa tinggi mata pengemudi adalah 105 cm dan tinggi halangan 15 cm.



Gambar 3.14 Jarak Pandang Mendahului

(Sumber : Direktorat Jendral Bina Marga, 1997)

Jd dapat dihitung dengan dengan persamaan :

$$Jd \text{ total} = d1 + d2 + d3 + d4 \quad (3.35)$$

$$Jd \text{ minimum} = d1 + d2 + d3 \quad (3.36)$$

$$d1 = 0,278 \times t1 \times V - m + \frac{a \cdot t1}{2} \quad (3.37)$$

$$d2 = 0,278 \times V \times t2 \quad (3.38)$$

$$d3 = \text{jarak bebas (30 m sampai 100m)}$$

$$d4 = \frac{2}{3} \times d2 \quad (3.39)$$

keterangan :

- d1 = jarak yang ditempuh pada waktu tanggap (m)
- d2 = jarak yang ditempuh selama mendahului sampai dengan kembali ke lajur semula
- d3 = jarak antara kendaraan yang mendahului dengan kendaraan yang datang dari arah berlawanan setelah proses mendahului selesai (m)
- d4 = jarak yang ditempuh oleh kendaraan yang datang dari arah berlawanan
- V = kecepatan rencana (km/jam)
- t 1 = waktu tanggap (2,5 detik)
- a = kecepatan rata-rata yang bergantung pada kecepatan rencana (2,26-2,36 km/jam/detik)
- m = perbedaan kecepatan (15 km/jam)

Jarak pandang mendahului memiliki standar dan minimum yang ditetapkan oleh Bina Marga, Seperti pada Tabel 3.15 jarak pandang mendahului minimum.

Tabel 3.15 Jarak Pandang Mendahului Minimum

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

Sumber : Bina Marga (1997)

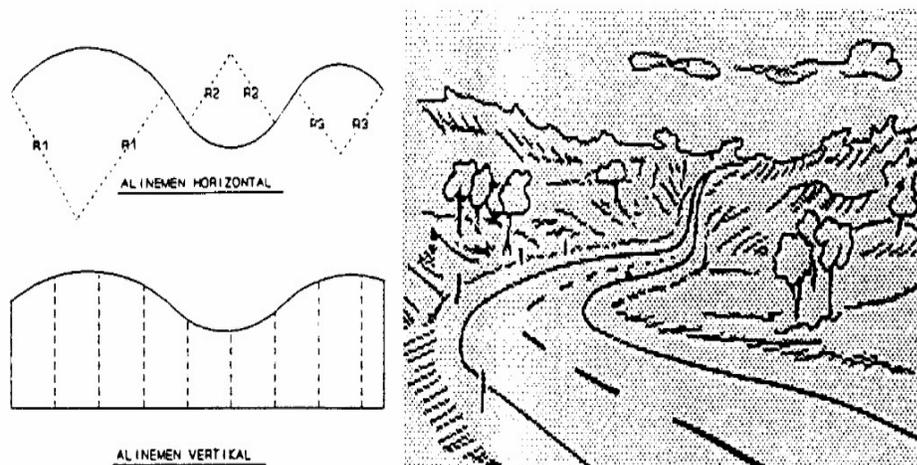
3.14 Koordinasi Alinyemen Horisontal Dan Vertikal

Alinyemen vertikal, alinyemen horisontal, potongan melintang jalan adalah elemen-elemen jalan sebagai keluaran perencanaan harus dikoordinasikan sedemikian sehingga menghasilkan suatu bentuk jalan yang baik dalam arti memudahkan pengemudi mengemudikan kendaraanya dengan aman dan nyaman. Bentuk kesatuan ketiga elemen jalan tersebut diharapkan dapat memberikan kesan

atau petunjuk kepada pengemudi akan bentuk jalan yang akan dilalui di depannya sehingga pengemudi dapat melakukan antisipasi lebih awal. Koordinasi alinyemen vertikal dan alinyemen horisontal harus memenuhi ketentuan sebagai berikut.

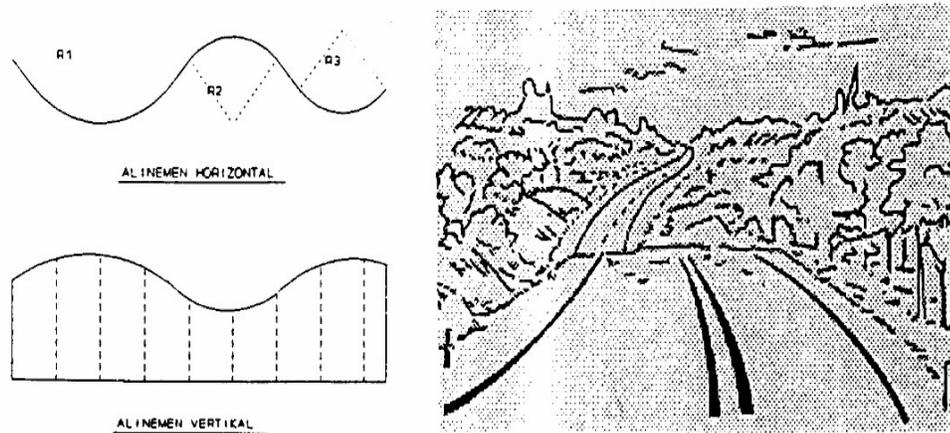
1. Alinyemen horisontal sebaiknya berimpit dengan alinyemen vertikal, dan secara ideal alinyemen horisontal lebih panjang sedikit melingkupi alinyemen vertikal.
2. Tikungan yang tajam pada bagian bawah lengkung vertikal cekung atau pada bagian atas lengkung vertikal cembung harus dihindarkan.
3. Lengkung vertikal cekung pada kelandaian jalan yang lurus dan panjang harus dihindarkan.
4. Dua atau lebih lengkung vertikal dalam satu lengkung horisontal harus dihindarkan.
5. Tikungan yang tajam di antara 2 bagian jalan yang lurus dan panjang harus dihindarkan.

Gambar ilustrasi pada Gambar 3.15, Gambar 3.16, dan Gambar 3.17 menampilkan contoh-contoh koordinasi alinyemen yang ideal dan yang dihindarkan.



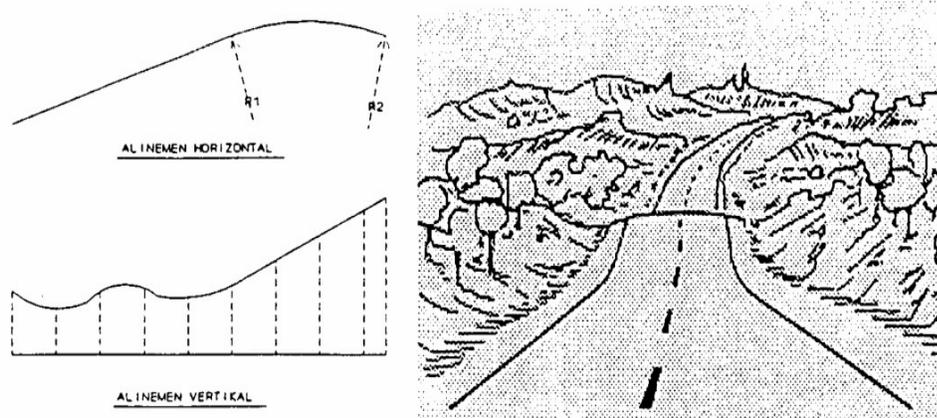
Gambar 3.15 Koordinasi yang Ideal Antara Alinyemen Horisontal dan Alinyemen Vertikal yang Berhimpit

(Sumber : Direktorat Jendral Bina Marga, 1997)



Gambar 3.16 Koordinasi yang Harus Dihindarkan, Dimana Alinyemen Vertikal Menghalangi Pandangan Pengemudi Pada Saat Mulai Memasuki Tikungan Pertama

(Sumber : Direktorat Jendral Bina Marga, 1997)



Gambar 3.17 Koordinasi yang Harus Dihindarkan, Dimana Pada Bagian Yang Lurus Pandangan Pengemudi Terhalang Oleh Puncak Alinyemen Vertikal Sehingga Pengemudi Sulit Memperkirakan Arah Alinyemen di Balik Puncak Tersebut

(Sumber : Direktorat Bina Marga, 1997)