BAB III
LANDASAN TEORI

3.1 KECELAKAAN LALU LINTAS

UU Nomor 22 Tahun 2009 tentang Lalu Lintas dan Angkutan Jalan dibentuk disebabkan tingginya jumlah kecelakaan yang terjadi di jalan dimana menyatakan bahwa kecelakaan lalu lintas adalah suatu peristiwa di jalan yang tidak disangka – sangka dan tidak disengaja yang melibatkan kendaraan yang sedang bergerak dengan atau tanpa pemakai jalan lainnya, mengakibatkan korban manusia atau kerugian harta benda.

3.1.1 Faktor - Faktor Penyebab Kecelakaan

Menurut Ogden dan Taylor (1999), terdapat 3 elemen utama penyebab kecelakaan, yakni manusia, kendaraan, serta jalan. Dari ketiga faktor tersebut, faktor manusia/pengemudi merupakan faktor yang paling menentukan. Mengemudikan kendaraan merupakan faktor pekerjaan yang komplek. Selama mengemudi, pengemudi langsung berinteraksi dengan kendaraan serta menerima dan menerjemahkan rangsangan di sekelilingnya terus-menerus. Kondisi jalan dengan perkerasan stabil dan nyaman berdampak pengemudi merasa nyaman dalam mengemudikan kendaraan. Kondisi ini mendorong pengemudi menjalankan kendaraan dengan kecepatan tinggi dan kewaspadaan pengemudi menurun yang akan berakibat mudah timbulnya kecelakaan. Faktor-faktor penyebab kecelakaan biasanya sangat kompleks. Untuk daerah rawan kecelakaan dapat diidentifikasikan dari seluk beluk kejadian kecelakaan dengan mengelompokkan kejadian-kejadian kecelakaan tersebut, yang mana kelompok – kelompok itu terdiri dari sebagai beikut.

1) *Black Spot* adalah mengspesifikasikan lokasi -lokasi kecelakaan yang biasanya berhubungan dengan geometrik jalan.
2) *Black Site* adalah mengspesifikasikan lokasi -lokasi kecelakaan dari panjangnya jalan yang mempunyai frekuensi kecelakaan tinggi.
3) *Black Area* adalah mengelompokan daerah - daerah yang sering terjadi kecelakaan.

Berdasarkan definisi Fachrurozy (1996), kecelakaan dapat dibedakan menurut keadaan korban yaitu sebagai berikut.

1) *Fatal Accident* adalah kecelakaan yang mengakibatkan sedikitnya seorang meninggal.
2) *A-Type Injury Accident* adalah kecelakaan yang menyebabkan luka yang mengeluarkan banyak darah, anggota badan terganggu fungsinya atau korban diusung dengan tandu.
3) *B-Type Injury Accident* adalah kecelakaan yang mengakibatkan luka memar atau luka lecet.
4) *C-Type Injury Accident* adalah kecelakaan yang tidak mengakibatkan luka yang nampak, tetapi korban mengeluh sakit.
5) *Properti Damage Only Accident (PDO)* adalah kecelakaan yang hanya menimbulkan kerusakan harta benda

1.1.2 Pembobotan Jenis Kecelakaan

Untuk mengetahui jenis kecelakaan suatu ruas jalan digunakan metode pembobotan (*Weighting*) yang merupakan suatu nilai yang digunakan untuk menghitung indeks kecelakaan. Angka yang digunakan untuk pembobotan jenis kecelakaan didasarkan pada nilai kecelakaan. Dengan pembobotan tingkat kecelakaan menggunakan angka ekivalen kecelakaan sehingga didapat Nilai bobot standar yang digunakan adalah Meninggal dunia (M) = 12, Luka berat (B) = 3, Luka ringan (R) = 3.

Rumus Tipe Kecelakaan :

$$M : B : R = 12 : 3 : 3 \qquad (3.1)$$

1.1.3 Angka Kecelakaan Per Km

Angka kecelakaan per km (*Accident rate per kilometers*), digunakan untuk membandingkan suatu seri dari bagian jalan yang mempunyai aliran relatif seragam. Angka kecelakaan dapat dihitung dengan menggunakan Persamaan 3.2.

$$R_L = \frac{Ac}{L} \qquad (3.2)$$

Keterangan :

R_L = total kecelakaan rerata per km untuk satu tahun.

AC = total jumlah kecelakaan selama satu tahun.

L = panjang jalan dalam km.

1.1.4 Angka Kecelakaan

Menurut Pignataro (1973) Salah satu metode untuk menghitung angka kecelakaan adalah dengan menggunakan metode *EAN* (*Equivalent Accident Number*) yang merupakan pembobotan angka ekivalen kecelakaan mengacu pada biaya kecelakaan lalu lintas. *EAN* dihitung dengan menjumlahkan kejadian kecelakaan pada setiap kilometer panjang jalan kemudian dikalikan dengan nilai bobot sesuai tingkat keparahan. Nilai bobot standar yang digunakan adalah Meninggal dunia (MD) = 12, Luka berat (LB) = 6, Luka ringan (LR) = 3, Kerusakan kendaraan (K) = 1

Rumus EAN :

$$EAN = 12\ MD + 6\ LB + 3\ LR + 1\ K \qquad (3.3)$$

1.1.5 Tingkat Kecelakaan

Untuk mengetahui tingkat kecelakaan (*Accident Rute*) suatu ruas jalan adalah jumlah kecelakaan setiap 100 juta km per perjalanan (Pignataro, 1973). Tingkat kecelakaan dapat dihitung dengan menggunakan Persamaan 3.4.

$$RSEC = \frac{100.000.000 \times A}{365 \times T \times V \times L} \qquad (3.4)$$

Keterangan :

RSEC = tingkat kecelakaan sepanjang jalan yang diamati.

A = jumlah kecelakaan yang terliput.

V = LHR.

L = panjang jalan.

T = waktu analisa.

3.2 PENGERTIAN GEOMETRI JALAN

Dalam perencanaan jalan ada suatu bagian yang mengtitik beratkan perencanaan bentuk fisik dari jalan itu sendiri yaitu geometrik, sehingga jalan tersebut dapat memenuhi fungsinya antara lain memberikan pelayanan yang optimum pada arus lalu lintas dan menghasilkan infrastruktur yang aman, nyaman dan efisien. Jadi dapat di tarik kesimpulan untuk peneltian 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. Adapun pedoman dan teori perencanaan perhitungan geometri jalan ini menggunakan dari Direktorat Jenderal Bina Marga.

3.3 KLASIFIKASI PERENCANAAN JALAN

Klasifikasi perencanaan jalan pada penelitian ini mengacu pada pedoman Perencanan Geometri Jalan Antar Kota Tahun 1997. Berikut ini dasar-dasar yang menjadi acuan penelitian. Untuk memudahkan mengklasifikasikan fungsi jalan maka dapat dilihat pada Tabel 3.1.

Tabel 3.1 Klasifikasi perencanaan jalan

Fungsi	**Medan Jalan**	**Volume Lalu lintas (SMP/hari)**	**Kelas**
Arteri	Datar	>50.000	1
		≤50.000	2
	Bukit	>50.000	1
		≤50.000	2
	Gunung	>50.000	1
		≤50.000	2
Kolektor	Datar	>30.000	3
		10.000-30.000	3
		≤10.000	4
	Bukit	>30.000	3
		10.000-30.000	3
		≤10.000	4
	Gunung	>30.000	3
		10.000-30.000	3
		≤10.000	4
Lokal	Datar	>30.000	3
		10.000-30.000	4
		≤10.000	5
	Bukit	>30.000	3
		10.000-30.000	4
		≤10.000	5
	Gunung	>30.000	3
		10.000-30.000	4
		≤10.000	5

Sumber : Direktorat Jendral Bina Marga, 1997

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 3.5 digunakan untuk menghitung VLHR seperti berikut ini.

$$\text{VLHR} = \frac{\text{Jumlah lalu lintas selama pengamatan}}{lamanya\ pengamatan} \tag{3.5}$$

Ekivalen Mobil Penumpang (EMP) adalah faktor dari berbagai kendaraan dibandingkan terhadap mobil penumpang sehubungan dengan pengaruhnya kepada kecepatan mobil penumpang dalam arus lalu lintas campuran. Ketentuan nilai EMP sesuai dengan kondisi medan seperti pada Tabel 3.2.

Tabel 3.2 Ekivalen mobil penumpang (EMP)

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

Sumber : Direktorat Jendral Bina Marga, 1997

3.5 KENDARAAN RENCANA

Menurut Bina Marga (1997), kendaraan rencana adalah kendaraan yang dimensi dan radius putarnya digunakan sebagai acuan dalam perencanaan geometrik jalan. Kendaraan rencana dikelompokkan menjadi 8 kategori menurut Bina Marga yaitu sebagai berikut.

Tabel 3.3 Golongan Kendaraan Rencana

Golongan Kendaraan	Deskripsi Kendaraan
1	Sepeda motor (MC) dengan 2 atau 3 roda (meliputi sepeda motor dan kendaraan roda 3 sesuai sistem klasifikasi Bina Marga)
2	Sedan, jeep, dan station wagon (sesuai sistem klasifikasi Bina Marga)

Tabel 3.3 Golongan Kendaraan Rencana

Golongan Kendaraan	Deskripsi Kendaraan
3	Oplet, pick-up oplet, combi dan minibus (sesuai sistem klasifikasi Bina Marga) a. Kecuali combi, umumnya sebagai kendaraan penumpang umum,maksimum 12 tempat duduk, seperti : mikrolet, angkot, minibus. b. Pick-up yang diberi penaung, kanvas/pelat dengan route dalam kota atau angkutan pedesaan
4	Pick-up, micro truck dan mobil hantaran atau pick-up box (sesuai sistem klasifikasi Bina Marga) a. Umumnya sebagai kendaraan barang, maksimal beban sumbu belakang 3,5 ton dengan bagian belakang sumbu tunggal roda tunggal (STRT)
5a	Sebagai kendaraan penumpang umum dengan tempat duduk 16 – 26 buah seperti : kopaja, metromini, elf dengan bagian belakang sumbu tunggal roda ganda (STRG), panjang kendaraan maksimal 9 m, dengan sebutan bus ¾
5b	Sebagai kendaraan penumpang umum dengan tempat duduk 30 – 56 buah seperti : bus malam, Bus Kota, Bus Antar Kota dengan bagian belakang sumbu tunggal roda ganda (STRG)
6a	Truck 2 sumbu 4 roda Kendaraan barang dengan muatan sumbu terberat 5 ton (MST-5, STRT) pada sumbu belakang dengan as depan 2 roda dan as belakang 2 roda
6b	Truck 2 sumbu 6 roda Kendaraan barang dengan muatan sumbu terberat 8 – 10 ton (MST 8 – 10, STRG) pada sumbu belakang dengan as depan 2 roda dan as belakang 4 roda
7a	Truck 3 sumbu Kendaraan barang dengan 3 sumbu yang tata letaknya STRT (Sumbu Tunggal Roda Tunggal) dan SGRG (Sumbu Ganda Roda Ganda)

Tabel 3.3 Golongan Kendaraan Rencana

Golongan Kendaraan	Deskripsi Kendaraan
7b	Truck gandengan Kendaraan nomor 6 atau 7 yang diberi gandengan bak truck dan dihubungkan dengan batang besi segitiga disebut juga Full Trailler Truck
7c	Truck semi trailer Atau disebut truck tempelan, adalah kendaraan yang terdiri dari kepala truck dengan 2-3 sumbu yang dihubungkan secara sendi dengan pelat dan rangka bak yang beroda belakang, yang mempunyai 2 atau 3 sumbu pula
8	Kendaraan bertenaga manusia atau hewan di atas roda (meliput sepeda, becak, kereta kuda dan kereta dorong sesuai sistem klasifikasi Bina Marga). Catatan: dalam hal ini kendaraan bermotor tidak dianggap sebagai unsur lalu-lintas, tetapi sebagai unsur hambatan samping.

Sumber : Manual Kapasitas Jalan Indonesia (1997)

3.6 KECEPATAN RENCANA

Kecepatan rencana (Vr) 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. Vr untuk masing masing fungsi jalan 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 : Direktorat Jenderal Bina Marga, 1997

3.7 KECEPATAN DI LAPANGAN

Kecepatan lapangan adalah kecepatan kendaraan sebenarnya di lapangan. Kecepatan lapangan didapat dengan menggunakan berbagai metode salah satunya adalah *MCO* (*Moving Car Observation*) yaitu metode pengukuran yang mengikut sertakan pengamat dalam kendaraan yang bergerak mengikuti arus lalu lintas. Untuk menghitung kecepatan di lapangan dapat dihitung pada Persamaan 3.6.

$$SMS = \frac{X}{\frac{1}{n}\sum_{i=1}^{n} t^1} \tag{3.6}$$

keterangan,

SMS = *Space Mean Speed*/kecepatan rata-rata

X = jarak yang ditempuh

N = jumlah sampel kendaraan

t1 = $\frac{\text{waktu tempuh rata-rata}}{\text{sampel kendaraan}}$

3.8 BAHU JALAN

Bahu jalan adalah bagian tepi jalan yang dipergunakan sebagai tempat untuk kendaraan yang mengalami kerusakan berhenti atau digunakan oleh kendaraan darurat seperti ambulans, pemadam kebakaran dan polisi. Jalan lalu lintas hendaknya dilengkapi dengan bahu jalan, bila jalur lintas telah dilengkapi dengan median, jalur pemisah atau jalur parkir makan bahu jalan tidak diperlukan lagi. Berdasarkan nilai klasifikasi jalan memiliki lebar minimum bahu jalan yang dapat dilihat pada Tabel 3.5.

Tabel 3.5 Lebar Bahu Jalan

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

Tabel 3.5 Lebar Bahu Jalan

VLHR (smp/hari)	Bahu Jalan	Arteri	Kolektor	Lokal
>25.000	Lebar Minimum (m)	2,0	**)	-
	Lebar Ideal (m)	2,5	2,0	-

Sumber : Direktorat Jenderal Bina Marga, 1997

Keterangan: **) = Mengacu pada persyaratan ideal
- = Tidak ditentukan

3.9 LEBAR LAJUR

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 kelanjdaian 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 perencnaan sebaiknya sesuai dengan Tabel 3.6.

Tabel 3.6 Lebar Lajur

Bentuk median	Lebar ideal (m)
Arteri	3,0 - 3,75
Kolektor	3,00
Lokal	3,00

Sumber : Direktorat Jenderal Bina Marga, 1997.

3.10 JARAK PANDANG

Jarak Pandang adalah suatu jarak yang diperlukan oleh seorang pengemudi pada saat mengemudi sedemikian sehingga jika pengemudi melihat suatu halangan yang membahayakan, pengemudi dapat melakukan sesuatu untuk menghidari bahaya tersebut dengan aman. Dibedakan dua Jarak Pandang, yaitu Jarak Pandang Henti (JPH) dan Jarak Pandang Mendahului (JPM).

3.10.1 Jarak Pandang Henti

Jarak pandang henti (JPH) adalah jarak minimum yang diperlukan oleh setiap pengemudi untuk menghentikan kendaraannya dengan aman begitu melihat

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

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

Untuk menghitung Jarak Pandang Henti dapat menggunakan Persamaan 3.7.

$$JPH = Jht + Jhr$$

$$= \left(\frac{v}{3,6}\right) * t + \left(\frac{(v/3,6)^2}{2gf}\right) \qquad (3.7)$$

Keterangan :

Jht = Jarak tanggap yang ditempuh oleh kendaraan sejak pengemudi melihat suatu halangan sampai saat pengemudi melihat suatu halangan sampai saat pengemudi menginjak rem.

Jhr = Jarak pengereman yang diperlukan untuk menghentikan kendaraan sejak pengemudi menginjak rem sampai kendaraan berhenti.

V = Kecepatan rencana (km/jam)

t = Waktu tanggap, ditetapkan Bina Marga 2,5 detik

g = Percepatan gravitasi, 9,8 m/dt²

f = koefisien gesek memanjang antara ban dengan perkerasaan aspal, (0,30 – 0,40)

Berikut Tabel 3.7 yang dapat digunakan untuk mengetahui jarak pandang henti minimum.

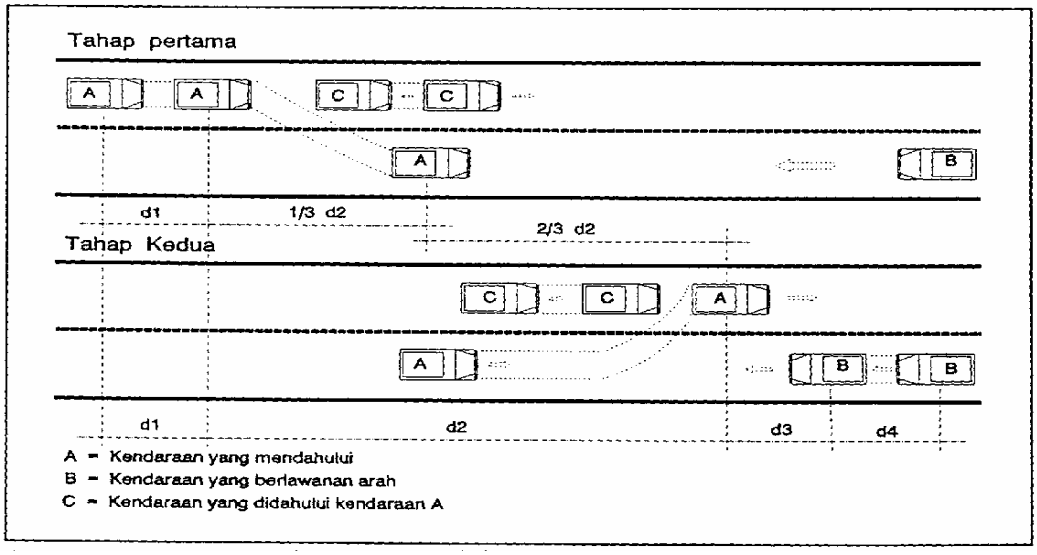
Tabel 3.7 Jarak Pandang Henti Minimum

Vr (Km/jam)	120	100	80	60	50	40	30	20
JPH Minimum (m)	250	175	120	75	55	40	27	16

Sumber : Direktorat Jenderal Bina Marga, 1997.

3.10.2 Jarak Pandang Mendahului

Jarak pandang mendahului (JPM) adalah jarak yang memungkinkan suatu kendaraan mendahului kendaraan lain di depannya dengan aman sampai kendaraan tersebut kembali ke lajur semula (lihat Gambar 3.9). Jarak pandang mendahului diukur berdasarkan asumsi bahwa tinggi mata pengemudi adalah 105 cm dan tinggi halangan adalah 105 cm. Untuk menghitung Jarak Pandang mendahului (JPM) dapat menggunakan Persamaan 3.8.



Gambar 3.1 Jarak Pandang Mendahului
Sumber : Direktorat Jenderal Bina Marga, 1997.

JPM Total = d1 + d2 + d3 + d4 (3.8)

Keterangan :

d1 = jarak yang ditempuh selama waktu tanggap (m),

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

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, yang besarnya diambil sama dengan 213 d2 (m).

Berikut Tabel 3.8 yang dapat digunakan untuk mengetahui jarak pandang mendahului.

Tabel 3.8 Jarak Pandang Mendahului

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

Sumber : Direktorat Jenderal Bina Marga, 1997.

3.11 DAERAH BEBAS SAMPING

Daerah bebas samping di tikungan adalah ruang untuk menjamin kebebasan pandang di tikungan sehingga jarak pandang henti dipenuhi. Daerah bebas samping dimaksudkan untuk memberikan kemudahan pandangan di tikungan dengan membebaskan obyek-obyek penghalang sejauh E (m), diukur dari garis tengah lajur dalam sampai obyek penghalang pandangan sehingga persyaratan jarak pandang henti dipenuhi. Daerah bebas samping di tikungan dihitung berdasarkan Persamaan 3.9 dan 3.10.

1. Jika $J_h < L_t$:

$$E = R\left\{1 - \cos\left(\frac{90°\ Jh}{\pi\ R}\right)\right\} \quad (3.9)$$

2. Jika $J_h > L_t$:

$$E = R\left\{1 - \cos\left(\frac{90°\ Jh}{\pi\ R}\right)\right\} + \frac{1}{2}(Jh - Lt)\sin\left(\frac{90°\ Jh}{\pi\ R}\right) \quad (3.10)$$

keterangan,

E = ruang bebas samping (m)

R = jari-jari tikungan (m)

J_h = jarak pandang henti (m)

L_t = panjang tikungan (m)

3.12 ALINYEMEN HORIZONTAL

Alinyemen Horisontal adalah proyeksi sumbu jalan pada bidang horizontal. Alinyemen horizontal dikenal juga dengan nama situasi jalan atau trase jalan. Alinyemen horizontal terdiri dari garis lurus yang dihubungkan dengan garis lengkung. Garis lengkung tersebut dapat terdiri dari busur lingkaran ditambah busur peralihan, busur peralihan saja ataupun busur lingkaran saja. Tampak atas yang menggambarkan jalan secara horizontal yang merupakan garis proyeksi sumbu jalan yang tegak lurus pada bidang peta, jalan yang dimaksud adalah gabungan bentuk jalan lurus dan lengkung (belokan) sesuai

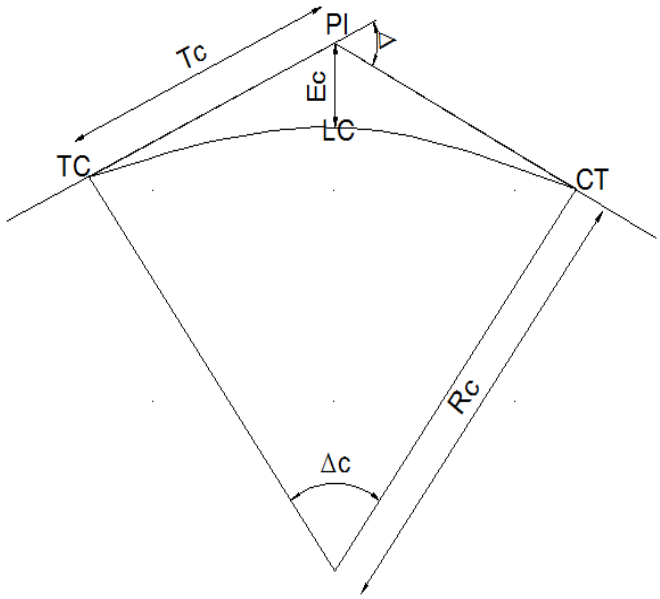
dengan arah mata angin. Pada bagian lurus secara geometrik tidak ada masalah, sedangkan yang perlu mendapat perhatian adalah pada bagian lengkung, karena stabilitas gerakan kendaraan di daerah lengkung mengalami gangguan seperti adanya gaya sentrifugal akibat gerakan membelok. Yang perlu mendapat perhatian pada daerah lengkung adalah kecepatan rencana, jari – jari lengkung, jenis dan panjang kurva, super elevasi dan pelebaran jalur. Dalam perencanaan alinyemen horizontal akan ditemui dua jenis bagian jalan yaitu bagian jalan yang lurus dan bagian jalan yang lengkung atau umumnya disebut tikungan yang terdiri dari tiga jenis tikungan. Tiga jenis tikungan tersebut adalah sebagai berikut.

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

3.11.1 Bentuk – Bentuk Tikungan

Bentuk bagian lengkung terdiri dari tiga bentuk tikungan yaitu sebagai berikut.

1) *Full Circle* (FC) adalah jenis tikungan yang hanya terdiri dari bagian suatu 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. Karena dengan jari – jari yang kecil maka diperlukan superelevasi yang besar. Tikungan *Full Circle* dinyatakan pada Gambar 3.2.



Gambar 3.2 Tikungan *Full Circle* (FC)

Sumber : Hendarsin, 2000.

Keterangan :

PI = *Point of Intersection* (titik potongan *Tangen*)

TC = Titik dari *Tangen* ke *Circle*

CT = Titik dari *Circle* ke *Tangen*

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

Tc = Panjang *Tangen* jarak dari TC ke PI atau PI ke CT (m)

Rc = Jari – jari lingkaran (m)

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

Δc = sudut lingkaran

Δ = sudut tikungan alinyemen h ri ntal

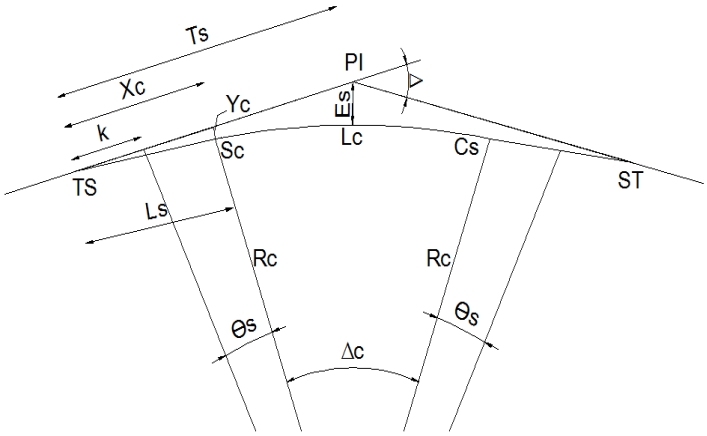
Untuk parameter lengkung *Full Circle* bisa dilihat pada Persamaan 3.11

$$Tc = Rc \tan \frac{1}{2} \Delta \quad (3.11.a)$$

$$Ec = Tc \tan \frac{1}{4} \Delta \quad (3.11.b)$$

$$Lc = \frac{\Delta . 2\pi . Rc}{360} \quad (3.11.c)$$

2) *Spiral-Circle-Spiral* (SCS) merupakan tikungan yang digunakan pada saat tikungan peralihan, lengkung *Spiral-Circle-Spiral* adalah tikungan yang terdiri atas 1 lengkung *Circle* dan 2 lengkung *Spiral*. Lengkung ini disisipkan di antar bagian lurus jalan dan bagian lengkung jalan serta 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 (Ls). Bentuk dan komponen tikungan *Spiral-Circle-Spiral* dapat dilihat pada Gambar 3.3.



Gambar 3.3 Tikungan *Spiral-Circle-Spiral* (SCS)
Sumber : Hendarsin, 2000.

Keterangan :

PI	=	*Point of Intersection* (titik potongan *Tangen*)
Θs	=	Sudut dalam lengkung *Spiral*
Δc	=	Sudut dalam lengkung lingkaran
Δ	=	Sudut tikungan
Ls	=	Panjang lengkung *Spiral*, panjang titik TS ke titik SC atau titik CS ke ST (m)
Lc	=	Panjang busur lingkaran, panjang titik SC ke titik CS (m)
Rc	=	Jari-jari lingkaran (m)
Xc	=	Absis titik SC pada garis *Tangen*, jarak dari titik TS ke SC (jarak lurus lengkung peraliahn) (m)
Yc	=	Ordinat titik SC pada garis tegak lurus garis *Tangen*, jarak tegak lurus garis *Tangen* ke titik SC pada lengkung (m)
Ts	=	Panjang *Tangen* jarak dari TS ke PI atau PI ke ST (m)
K	=	Absis dari p pada garis *Tangen* terhadap *spiral* (m)
Es	=	Jarak luar dari PI ke busur lingkaran (m)
PI	=	Titik potongan antara 2 garis lintasan lurus (m)
TS	=	Titik dari *Tangen* ke *Spiral*
ST	=	Titik dari *Spiral* ke *Tangen*
SC	=	Titik dari *Spiral* ke *Circle*
CS	=	Titik dari *Circle* ke *Spiral*

Pada Persamaan 3.12 di bawah ini bisa dilihat rumus – rumus yang perlukan

untuk perhitungan tikungan SCS :

$$\Theta s = \frac{90.Ls}{\pi.Rc} \quad (3.12.a)$$

$$\Delta c = \Delta - 2.\ \Theta s \quad (3.12.b)$$

$$Lc = \frac{\Delta c}{360}\ .\ 2\pi.Rc \quad (3.12.c)$$

$$Ltot = Lc + 2.Ls \quad (3.12.d)$$

$$Xc = Ls.(\ 1 - \frac{Ls \times Ls}{40.rc.rc}\ ) \quad (3.12.e)$$

$$Yc = \frac{Ls}{6.Rc} \quad (3.12.f)$$

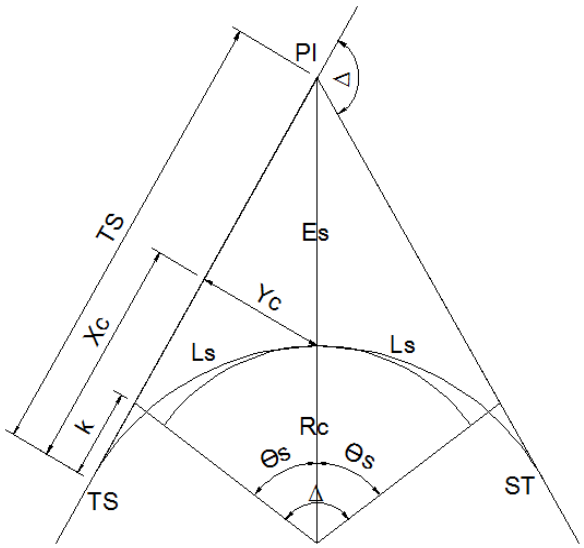
$$P = Yc - Rc\ (1 - Cos\ \Theta s) \quad (3.12.g)$$

$$K = Xc - Rc\ Sin\ \Theta s \quad (3.12.h)$$

$$Ts = (Rc + p)\ tan\ \frac{\Delta}{2} + K \quad (3.12.i)$$

$$Es = \frac{Rc+p}{Cos\frac{\Delta}{2}} - Rc \quad (3.12.j)$$

3) *Spiral – Spiral* (SS) adalah tikungan yang terdiri atas 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 potongan *Tangen*)
Ɵs = Sudut dalam lengkung *Spiral*
Δc = Sudut dalam lengkung lingkaran
Δ = Sudut tikungan
Ls = Panjang lengkung *Spiral*, panjang titik TS ke titik SC atau titik CS ke ST (m)
Rc = Jari-jari lingkaran (m)
Xc = Absis titik SC pada garis *Tangen*, jarak dari titik TS ke SC (jarak lurus lengkung peraliahn) (m)
Yc = Ordinat titik SC pada garis tegak lurus garis *Tangen*, jarak tegak lurus garis *Tangen* ke titik SC pada lengkung (m)
Ts = Panjang *Tangen* jarak dari TS ke PI atau PI ke ST (m)
K = Absis dari p pada garis *Tangen* terhadap *spiral* (m)
Es = Jarak luar dari PI ke busur lingkaran (m)
TS = Titik dari *Tangen* ke *Spiral*
ST = Titik dari *Spiral* ke *Tangen*

Parameter lengkung *Spiral* - *Spiral* dilihat pada Persamaan 3.13 dibawah ini.

$$Ɵs = \frac{1}{2}\,\Delta \qquad (3.13.a)$$

$$P = \frac{Ls}{6.Rc} - Rc\,(1 - \cos Ɵs) \qquad (3.13.b)$$

$$K = Ls.\left(1 - \frac{Ls \times Ls}{40.rc.rc}\right) - Rc \sin Ɵs \qquad (3.13.c)$$

$$Ts = (Rc + p)\tan\frac{\Delta}{2} + K \qquad (3.13.d)$$

$$Es = \frac{Rc+p}{Cos\,\frac{\Delta}{2}} - Rc \qquad (3.13.e)$$

3.11.2 Panjang Bagian Lurus

Dengan mempertimbangkan faktor keselamatan pemakai jalan, ditinjau dari segi kelelahan pengemudi, maka panjang maksimum bagian jalan yang lurus harus

ditempuh dalam waktu tidak lebih dari 2,5 menit (sesuai V_R). Panjang bagian lurus dapat ditetapkan dari Tabel 3.9.

Tabel 3.9 Panjang Bagian Lurus Maksimum

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

Sumber : Direktorat Jenderal Bina Marga, 1997.

3.11.3 Jari-Jari Tikungan

Dalam perencanaan yang aman perlu ada perhitungan jari-jari dminimum dengan kecepatan tertentu untuk menghindari terjadinya kecelakaan, sehingga pengendara dapat menggunakan jalan dengan aman dan nyaman. Untuk perhitungan jari - jari tikungan minimum (R_{min}) ditetapkan pada persamaan 3.14 sebagai berikut.

$$R_{min} = \frac{V_R^2}{127\ (e_{max} + f)} \qquad (3.14)$$

Keterangan :

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

V_R = Kecepatan Rencana (km/j),

e_{max} = Superelevasi maximum (%),

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

Untuk Tabel 3.10 dapat dipakai untuk menetapkan R_{min}.

Tabel 3.10 Panjang Jari-jari Minimum, R_{min} (m)

Vr (Km/jam)	120	100	80	60	50	40	30	20
Rmin (m)	600	370	210	110	80	50	30	15

Sumber : Direktorat Jenderal Bina Marga, 1997.

3.11.4 Superelevasi

Superelevasi adalah kemiringan melintang di tikungan yang berfungsi mengimbangi gaya sentrifugal yang diterima kendaraan pada saat berjalan melalui

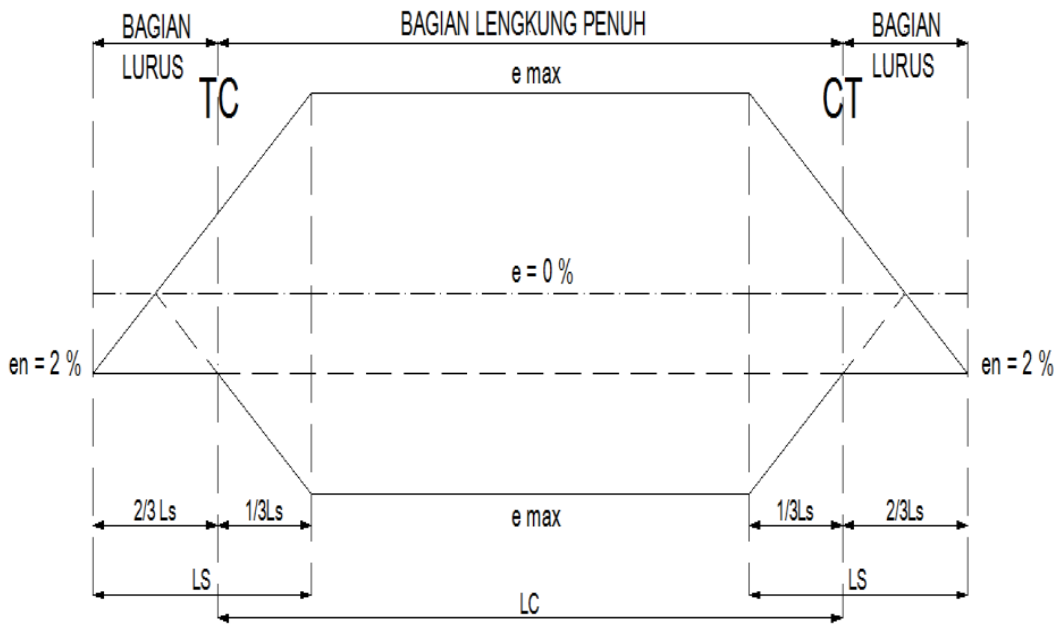
tikungan pada kecepatan (Vr). Superelevasi berlaku pada jalur lalu lintas dan bahu jalan, pada setiap tikungan superelevasi sangat penting untuk dibuat kecuali tikungan yang miliki *radius* yang lebih besar dari Rmin tanpa superelevasi. Hubungan parameter perencanaan lengkung horizontal dengan kecepatan rencana di tunjukan pada nilai superelevasi. Tabel 3.11 menyatakan jari – jari tikungan yang tidak memerlukan lengkung peralihan.

Tabel 3.11 Jari – Jari Tikungan yang Tidak Memerlukan Lengkung Peralihan

Vr (Km/jam)	80	60	50	40	30	20
Rc min	3500	2000	1300	800	500	200

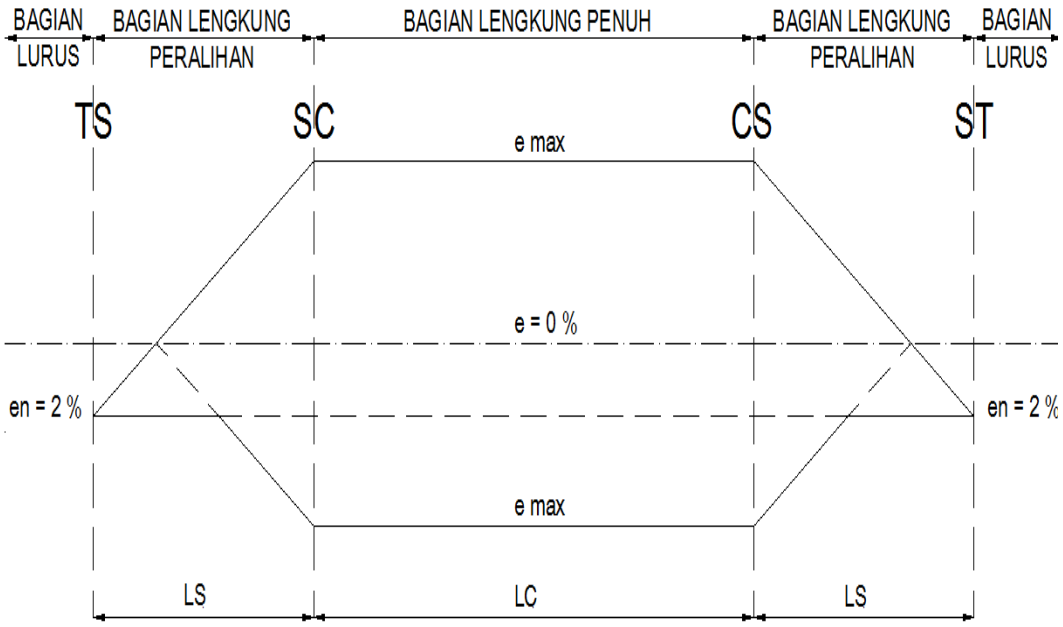
Sumber : Direktorat Jenderal Bina Marga, 1990.

Berikut adalah metoda pencapaian superelevasi pada tikungan pada tikungan FC, SCS, dan SS. Digambarkan pada Gambar 3.5, Gambar 3.6, dan Gambar 3.7.



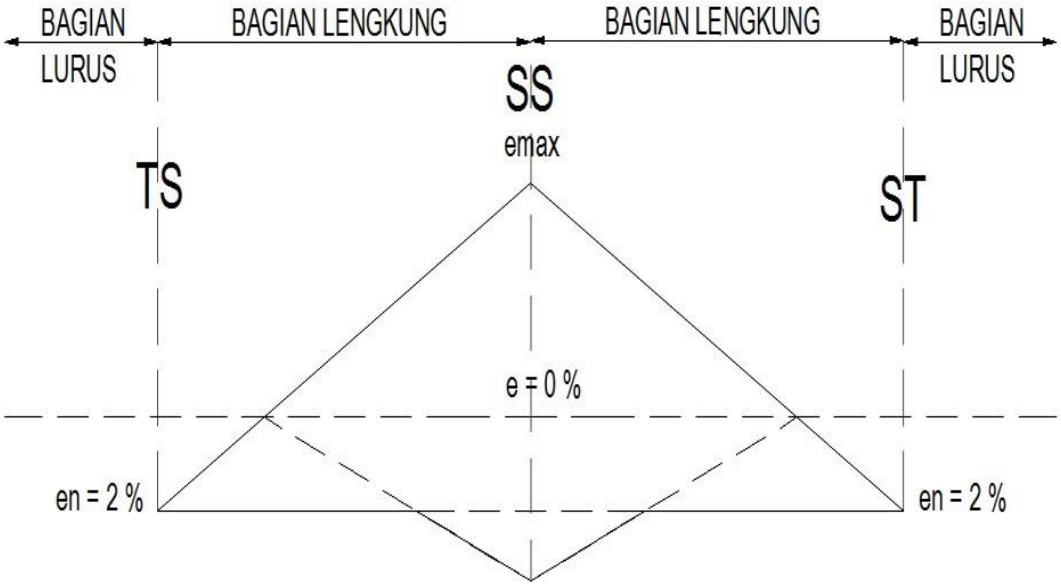
Gambar 3.5 Superelevasi Tikungan *Full Circle* (FC)

Sumber : Hendarsin, 2000.



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

Sumber : Hendarsin, 2000.



Gambar 3.7 Superelevasi Tikungan *Spiral – Spiral* (SS)

Sumber : Hendarsin, 2000.

3.12 ALINYEMEN VERTIKAL

Alinyemen vertikal adalah perencanaan elevasi sumbu jalan pada setiap titik yang ditinjau, berupa profil memanjang. Kondisi topografi saja berpengaruh pada perencanaan alinyemen horizontal, tetapi juga mempengaruhi perencanaan alinyemen vertikal. Dibawah ini adalah hal – hal yang dapat diperhatikan dalam perencanaan alinyemen vertiikal yaitu sebagai berikut ini.

1) Alinyemen vertikal terdiri atas bagian landai vertikal dan bagian lengkung vertikal.
2) Ditinjau dari titik awal perencanaan, bagian landai vertikal dapat berupa landai positif (tanjakan), atau landai negatif (turunan), atau landai nol (datar)
3) Bagian lengkung vertikal dapat berupa lengkung cekung atau lengkung cembung.

3.12.1 Kelandaian Maksimum

Kelandaian maksimum dimaksudkan untuk memungkinkan kendaraan bergerak terus tanpa kehilangan kecepatan yang berarti. Kelandaian maksimum didasarkan pada kecepatan truk yang bermuatan penuh yang mampu bergerak dengan penurunan kecepatan tidak lebih dari separuh kecepatan semula tanpa harus menggunakan gigi rendah. Kelandaian maksimum untuk berbagai VR ditetapkan dapat dilihat dalam Tabel 3.12.

Tabel 3.12 Kelandaian maksimum yang diizinkan

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

(Sumber : Direktorat Jendral Bina Marga, 1997)

Persamaan 3.15 berikut ini merupakan perhitungan yang digunakan untuk mencari kelandaian jalan :

$$g_n = \frac{PPVn - PPV(n-1)}{Sta\ PPVn - Sta\ PPV(n-1)} \quad (3.15)$$

Keterangan :

gn = Kelandaian tangen

PPV = Titik pertemuan kedua garis *tangent*

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 yang cukup, untuk keamanan dan kenyamanan. Lengkung vertikal terdiri lengkung cembung dan lengkung cekung.

1. Lengkung Cembung

Jika jarak pandang henti lebih kecil dari panjang lengkung vertikal cembung, panjangnya ditetapkan dengan Persamaan 3.16.

$$L = \frac{A\,S^2}{405} \tag{3.16}$$

2. Lengkung Cekung

Jika jarak pandang henti lebih besar dari panjang lengkung vertikal cekung, panjangnya di tetapkan dengan Persamaan 3.17.

$$L = 2S\,\frac{405}{A} \tag{3.17}$$

Panjang minimum lengkung vertikal ditentukan dengan Persamaan 3.18. dan 3.19.

$$L = A\,Y \tag{3.18}$$

$$L = \frac{S^2}{405} \tag{3.19}$$

keterangan,

L = panjang lengkung (m)

A = perbedaan grade (m)

Jh = jarak pandang henti (m)

Y = faktor penampilan kenyamanan, didasarkan padatinggi obyek 10 cm

Tabel 3.13 Penentuan faktor penampilan kenyamanan, Y

Kecepatan Rencana (Km/jam)	Faktor Penampilan Kenyamanan, Y
<40	1,5
40 – 60	3
>60	8

(Sumber : Direktorat Jendral Bina Marga, 1997)

Panjang lengkung vertikal bisa ditentukan langsung sesuai Tabel 3.14 Panjang minimum lengkung vertikal yang didasarkan pada penampilan,

kenyamanan, dan jarak pandang. Untuk jelasnya lihat Gambar 3.8 dan 3.9.

Tabel 3.14 Panjang minimum lengkung vertikal

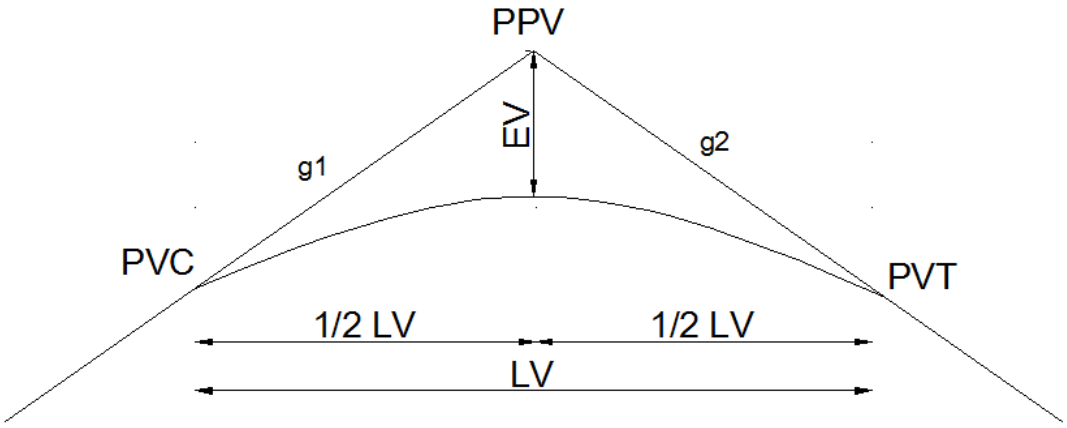
Kecepatan Rencana (Km/jam)	Perbedaan Kelandaian Memanjang (%)	Panjang Lengkung (m)
<40	1	20 - 30
40 - 60	0,6	40 – 80
>60	0,4	80 – 150

(Sumber : Direktorat Jendral Bina Marga, 1997)

3.12.3 Panjang Lengkung Vertikal

Lengkung vertikal harus disediakan pada setiap lokasi yang mengalami perubahan kelandaian dengan tujuan mengurangi goncangan akibat perubahan kelandaian dan menyediakan jarak pandang henti. Lengkung vertikal di bedakan menjadi 2 macam yaitu :

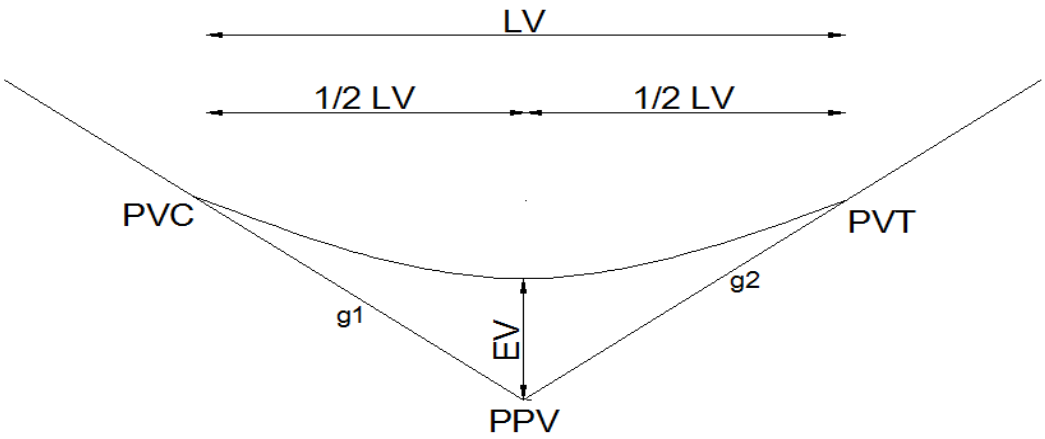
1) lengkung vertikal cembung adalah lengkung dimana titik potongan antara kedua tangen berada di atas permukaan jalan. Lengkung vertikal cembung dapat dilihat pada Gambar 3.8.



Gambar 3.8 Lengkung Vertikal Cembung

Sumber : Hendarsin, 2000.

2) lengkung vertikal cekung adalah lengkung dimana titik perpotongan antara kedua tangen berada di bawah permukaan jalan. Lengkung vertikal cekung dapat dilihat pada Gambar 3.9.



Gambar 3.9 Lengkung Vertikal Cekung

Sumber : Hendarsin, 2000.

Keterangan :

Lv	=	Panjang lengkung vertikal
g1	=	Kelandaian tangen jalan naik (%)
g2	=	Kelandaian tangen jalan turun (%)
PVC	=	Titik awal lengkung
PVT	=	Titik akhir lengkung
Ev	=	Jarak busur lingkaran ke titik pertemuan kelandaian

3.13 PELEBARAN JALAN LINGKUNGAN

Peraturan Pemerintah Nomor 34 Tahun 2006 tentang jalan pada paragraph 2 Persyaratan teknis jalan pasal 16 ayat 1 untuk jalan lingkungan primer didesain berdasarkan kecepatan rencana paling rendah 15 (lima belas) kilometer per jam dengan lebar badan jalan paling sedikit 6,5 (enam koma lima) meter. Pasal 20 ayat 1 untuk jalan lingkungan sekunder didesain berdasarkan kecepatan rencana paling rendah 10 (sepuluh) kilometer per jam dengan lebar badan jalan paling sedikit 6,5 (enam koma lima) meter.