

BAB III

LANDASAN TEORI

3.1 Jalan Antar Kota

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

3.1.1 Klasifikasi Jalan

Menurut Undang – undang No.22 Tentang Lalu Lintas dan Angkutan Jalan (2009) pengelompokan jalan atau klasifikasi jalan terbagi menjadi 3 (tiga) macam yaitu menurut fungsinya, menurut kelas dan menurut statusnya.

1. Klasifikasi jalan menurut fungsinya terbagi atas:
 - a. Jalan arteri
Jalan umum yang berfungsi melayani angkutan utama dengan ciri perjalanan jarak jauh, kecepatan rata – rata tinggi dan jumlah jalan masuk dibatasi secara berdaya guna.
 - b. Jalan kolektor
Jalan umum yang berfungsi melayani angkutan pengumpul atau pembagi dengan ciri perjalanan jarak sedang, kecepatan rata – rata sedang dan jumlah jalan masuk dibatasi.
 - c. Jalan lokal
Jalan umum yang berfungsi melayani angkutan pengumpul atau pembagi dengan ciri perjalanan jarak sedang, kecepatan rata – rata rendah dan jumlah jalan masuk dibatasi.
 - d. Jalan lingkungan
Jalan umum yang berfungsi melayani angkutan lingkungan dengan ciri perjalanan jarak dekat dan kecepatan rata – rata rendah.

2. Klasifikasi menurut kelas jalan terbagi menjadi 2 (dua) macam, yaitu.
 - a. Klasifikasi kelas jalan berdasarkan fungsi dan intensitas lalu lintas untuk kepentingan pengaturan penggunaan jalan dan kelancaran lalu lintas dan angkutan jalan.
 - b. Klasifikasi kelas jalan berdasarkan daya dukung untuk menerima muatan sumbu terberat dan dimensi kendaraan bermotor.

Pengelompokan kelas jalan berdasarkan fungsi, intensitas lalu lintas dan muatan sumbu terberat dapat dilihat pada Tabel 3.1.

Tabel 3.1 Klasifikasi Jalan Menurut Kelas

Fungsi	Kelas	Dimensi Kendaraan			Muatan Sumbu Terberat MST (ton)
		Panjang (m)	Lebar (m)	Tinggi (m)	
Arteri	I	≤ 2,5	≤ 18	≤ 4,2	10
	II	≤ 2,5	≤ 12	≤ 4,2	8
	III	≤ 2,1	≤ 9	≤ 3,5	8
	Khusus	> 2,5	> 18	> 4,2	> 10
Kolektor	I	≤ 2,5	≤ 18	≤ 4,2	10
	II	≤ 2,5	≤ 12	≤ 4,2	8
	III	≤ 2,1	≤ 9	≤ 3,5	8
Lokal	II	≤ 2,5	≤ 12	≤ 4,2	8
	III	≤ 2,1	≤ 9	≤ 3,5	8
Lingkungan	II	≤ 2,5	≤ 12	≤ 4,2	8
	III	≤ 2,1	≤ 9	≤ 3,5	8

Sumber: PP RI No.22 Tentang Lalu Lintas dan Angkutan Jalan (2009)

3. Klasifikasi menurut status jalan diatur dalam PP RI No. 38 Tentang Jalan (2004) terbagi menjadi 4 (empat) macam, yaitu.
 - a. Jalan Nasional

Merupakan jalan arteri dan jalan kolektor dalam sistem jaringan jalan primer yang menghubungkan antaribukota provinsi dan jalan strategis nasional serta jalan tol.
 - b. Jalan Provinsi

Merupakan jalan kolektor dalam sitem jaringan jalan primer yang menghubungkan ibukota provinsi dengan ibukota kabupaten/kota atau antaribukota kabupaten/kota dan jalan strategis provinsi.

c. Jalan Kabupaten

Merupakan jalan lokal dalam sistem jaringan jalan primer yang tidak termasuk jalan nasional dan jalan provinsi yang menghubungkan ibukota kabupaten dengan ibukota kecamatan, antaribukota kecamatan, ibukota kabupaten dengan pusat kegiatan lokal, antarpusat kegiatan lokal, serta jalan umum dalam sistem jaringan jalan sekunder dalam wilayah kabupaten dan jalan strategis kabupaten.

d. Jalan Kota

Merupakan jalan umum dalam sistem jaringan jalan sekunder yang menghubungkan antarpusat pelayanan dalam kota, menghubungkan pusat pelayanan dengan persil, menghubungkan antarpersil, serta menghubungkan antarpusat permukiman yang berada di dalam kota.

e. Jalan Desa

Merupakan jalan umum yang menghubungkan kawasan dan/atau antarpermukiman di dalam desa serta jalan lingkungan.

Adapun sistem jalan terbagi atas (2) dua macam yang dapat dilihat pada Tabel 3.2.

Tabel 3.2 Klasifikasi Jalan Berdasarkan Sistem Jalan

Jenis Jalan	Keterangan
Primer	Sistem jaringan jalan dengan peranan pelayanan distribusi barang dan jasa untuk pengembangan semua wilayah di tingkat nasional dengan menghubungkan semua simpul jasa distribusi yang berwujud pusat – pusat kegiatan
Sekunder	Sistem jaringan jalan dengan peranan pelayanan distribusi barang dan jasa untuk masyarakat di dalam kawasan perkotaan

Sumber: PP RI No.38 Tentang Jalan (2004)

3.1.2 Jalur Lalu Lintas

Jalur lalu lintas adalah bagian jalan yang dipergunakan untuk lalu lintas kendaraan yang secara fisik berupa perkerasan jalan. Batas jalur lalu lintas dapat berupa:

1. Median,
2. Bahu,

3. Trotoar,
4. Pulau jalan, dan
5. Separator.

Jalur lalu lintas dapat terdiri atas beberapa lajur, jalur lalu lintas dapat terdiri atas beberapa tipe:

1. 1 jalur – 2 lajur – 2 arah (2/2 TB),
2. 1 jalur – 2 lajur – 1 arah (2/1 TB),
3. 2 jalur – 4 lajur – 2 arah (4/2 B), dan
4. 2 jalur – n lajur – 2 arah (n/2 B).

Keterangan:

- n = jumlah lajur,
 TB = tidak terbagi, dan
 B = terbagi.

3.2 Daerah Rawan Kecelakaan

Kecelakaan lalu lintas adalah suatu peristiwa di jalan yang tidak diduga dan tidak didengaja melibatkan kendaraan dengan atau tanpa pengguna jalan lain yang mengakibatkan korban manusia dan/atau kerugian harta benda (PP RI No. 22 Tentang Lalu Lintas dan Angkutan Jalan, 2009).

Lokasi rawan kecelakaan yaitu suatu lokasi dimana angka kecelakaan tinggi dengan kejadian kecelakaan berulang dalam suatu ruang dan rentang waktu yang relatif sama yang diakibatkan oleh suatu penyebab tertentu (Departemen Permukiman dan Prasarana Wilayah, 2004). Lokasi rawan kecelakaan atau daerah rawan kecelakaan dapat diidentifikasi dari nilai Angka Ekuivalen Kecelakaan (AEK). AEK adalah angka yang digunakan untuk pembobotan kelas kecelakaan, angka ini didasarkan kepada nilai kecelakaan dengan kerusakan atau kerugian materi (Departemen Permukiman dan Prasarana Wilayah, 2004).

Perhitungan AEK dapat dilihat pada Persamaan 3.1 berikut ini. Hubungan AEK dan kategori resiko kecelakaan dapat dilihat pada Tabel 3.3 di bawah ini.

$$AEK = 12 MD + 3 LB + 3 LR + 1 K \quad (3.1)$$

Dengan:

MD = Meninggal dunia,

LB = Luka berat,

LR = Luka ringan, dan

K = Kerugian material.

Tabel 3.3 Hubungan Nilai AEK Terhadap Resiko Kecelakaan dan Kepentingan Penanganannya

Analisis Resiko		Tingkat Kepentingan Penanganan
AEK	Kategori Resiko	
< 45	Tidak Berbahaya (TB)	Monitoring rutin dengan inspeksi keselamatan jalan yang terjadwal pada titik – titik yang berpotensi terhadap kecelakaan.
45 – 85	Cukup Berbahaya (CB)	Perlu penanganan teknis yang tidak terjadwal berdasarkan hasil inspeksi keselamatan jalan di lokasi kejadian dan sekitarnya.
85 – 125	Berbahaya (B)	Perlu penanganan teknis yang terjadwal maksimal 2 bulan sejak hasil audit keselamatan jalan disetujui.
> 125	Sangat Berbahaya (SB)	Perlu penanganan teknis secara total dengan <i>stakeholder</i> terkait maksimal 2 minggu sejak hasil audit keselamatan jalan disetujui.

Sumber: Mulyono dkk (2009)

Menurut Departemen Permukiman dan Prasarana Wilayah (2004), hubungan penyebab kecelakaan dengan usulan penanganannya dapat dilihat pada Tabel 3.4.

Tabel 3.4 Penyebab Kecelakaan dan Usulan Penanganannya

No	Penyebab Kecelakaan	Usulan Penanganan
I	Persimpangan	
1	Pergerakan membelok	<ul style="list-style-type: none"> a. Larangan memutar b. Kanalisasi/marka jalan c. Lajur akselerasi/deselerasi d. Rambu untuk memutar bila diperlukan
2	Mendahului	<ul style="list-style-type: none"> a. Belokan yang dilindungi b. Marka c. Rambu peringatan

Sumber: Departemen Permukiman Dan Prasarana Wilayah (2004)

Lanjutan Tabel 3.4 Penyebab Kecelakaan dan Usulan Penangannya

No	Penyebab Kecelakaan	Usulan Penanganan
3	Akses dari jalan minor/jalan lokal	a. Penjaluran (kanalisasi)/marka jalan b. Alat – alat pengurang kecepatan c. Pengaturan persimpangan dengan perambuan
II	Ruas jalan	
1	Mendahului	a. Rambu larangan b. Marka lajur c. Zona tempat mendahului d. Rintangian/median
2	Kios – kios pinggir jalan	a. Penegakan hukum b. Pengaturan dan pengawasan kontrol c. Penyediaan fasilitas di luar ROW jalan d. Re-lokasi
3	Pembangunan sepanjang luar badan jalan (<i>ribbon development</i>)	a. <i>By pass</i> b. Alat – alat pengurangan kecepatan c. Jalur lambat (<i>service roads</i>) d. Re-definisi pengembangan dan atau kontrol perencanaan
4	Pejalan kaki	a. Bahu jalan/jalur pejalan kaki b. Penyeberangan pejalan kaki c. Perambuan untuk pejalan kaki

Sumber: Departemen Permukiman Dan Prasarana Wilayah (2004)

3.3 Geometrik Jalan

Geometrik jalan terdiri dari 2 (dua) macam menurut Pedoman Tata Cara Perencanaan Geometrik Jalan Antar Kota (Direktorat Jenderal Bina Marga, 1997) yaitu Alinemen Horizontal dan Alinemen Vertikal yang kemudian kedua alinemen tersebut dikoordinasikan supaya didapatkan bentuk jalan yang aman dan nyaman.

3.3.1 Alinemen Horizontal

Alinemen horizontal yaitu proyeksi sumbu jalan pada bidang horizontal atau disebut juga dengan *trace* jalan. Alinemen horizontal terdiri dari bagian lurus yang dihubungkan dengan bagian lengkung (tikungan), yang bertujuan untuk

mengimbangi gaya sentrifugal dan gaya sentripetal kendaraan saat melalui tikungan dengan kecepatan rencana (V_R).

Panjang bagian jalan lurus maksimum yang harus ditempuh pengemudi dengan kecepatan rencana adalah sejauh 2,5 menit (sesuai V_R). Hal tersebut dilakukan dengan mempertimbangkan faktor keselamatan pemakai jalan yang ditinjau dari faktor kelelahan pengemudi.

Alinemen horizontal terdiri dari beberapa bagian yaitu.

1. Superelevasi

Superelevasi adalah suatu kemiringan melintang di tikungan yang berfungsi mengimbangi gaya sentrifugal yang diterima kendaraan saat berjalan melalui tikungan pada kecepatan V_R (Direktorat Jenderal Bina Marga, 1997). Superelevasi dibuat pada semua tikungan, kecuali tikungan yang memiliki *radius* yang $> R_{min}$ tanpa superelevasi. Besarnya superelevasi ditentukan oleh V_R . Superelevasi berlaku pada bahu jalan dan jalur lalu lintas. Nilai superelevasi maksimum ditetapkan sebesar 10%. Namun jika kondisi tidak memungkinkan, superelevasi dapat ditiadakan. Nilai superelevasi dapat dicari dengan rumus sebagai berikut.

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

$$e = \frac{V_R^2}{127 R_{min}} - f_{max}$$

Keterangan:

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

V_R = Kecepatan rencana (km/jam),

e_{max} = Superelevasi maksimum (%), dan

f_{max} = Koefisien gesek untuk perkerasan aspal, $f = 0,14 - 0,24$.

2. Jari – jari Tikungan (R)

Jari – jari tikungan yaitu nilai batas dari ketajaman suatu lingkungan untuk suatu kecepatan rencana (V_R). Menurut Direktorat Jenderal Bina Marga (1997) panjang jari – jari minimum tikungan dapat ditentukan sesuai dengan Tabel 3.5.

Tabel 3.5 Panjang Jari – jari Minimum Tikungan

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

Sumber: Direktorat Jenderal Bina Marga (1997)

3. Lengkung Peralihan (L_s)

Lengkung peralihan adalah lengkung yang disisipkan di antara bagian lurus jalan dan bagian lengkung jalan berjari – jari tetap (R), berfungsi mengantisipasi perubahan alinyemen jalan dari bentuk lurus (R tak terhingga) sampai bagian lengkung jalan berjari – jari tetap (R) sehingga gaya sentrifugal yang bekerja pada kendaraan saat berjalan di tikungan berubah secara berangsur – angsur, baik ketika kendaraan mendekati tikungan maupun meninggalkan tikungan. Bentuk lengkung peralihan yang digunakan adalah bentuk *spiral*.

Untuk mengatur panjang lengkung peralihan supaya menjamin keamanan dan kenyamanan, maka panjang lengkung *spiral* perlu diatur sedemikian rupa. Apabila nilai jari – jari tikungan (R) lebih besar atau sama dengan yang ditunjukkan pada Tabel 3.6, maka suatu tikungan tidak memerlukan lengkung peralihan (L_s).

Tabel 3.6 Jari – jari Tikungan yang Tidak Memerlukan Lengkung Peralihan

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

Sumber: Direktorat Jenderal Bina Marga (1997)

Adapun bentuk bagian lengkung berupa:

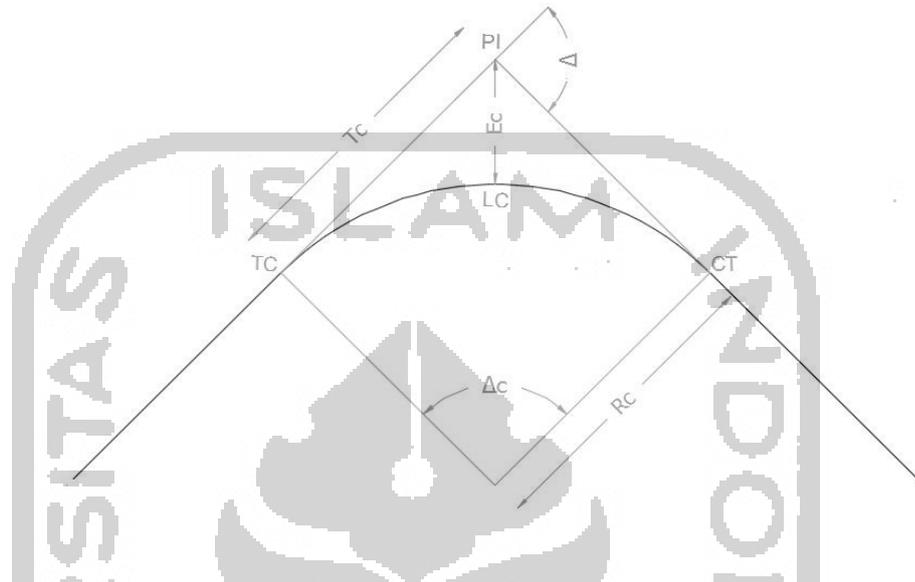
- a. *Full Circle* (FC),
- b. *Spiral-Circle-Spiral* (S-C-S), dan
- c. *Spiral-Spiral* (S-S).

3.3.2 Bentuk Tikungan

Bagian lengkung tikungan terdiri dari 3 (tiga) bentuk tikungan, yaitu sebagai berikut.

1. *Full Circle* (FC) yaitu jenis tikungan yang terdiri dari bagian lingkaran saja, tikungan ini berbentuk busur lingkaran secara penuh. Tikungan jenis *full circle* digunakan hanya untuk jari – jari tikungan yang besar supaya tidak

terjadi patahan. Karena jari – jari yang kecil memerlukan superelevasi yang besar. Untuk tikungan jenis *full circle* (FC) dapat dilihat pada Gambar 3.1.



Gambar 3.1 Tikungan *Full Circle* (FC)

(Sumber: Hendarsin, 2000)

Dengan:

- PI = *point of intersection* (titik potong *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, dan
 Δ = sudut tikungan alinyemen *horizontal*.

Parameter lengkung *full circle* dapat dilihat dalam persamaan berikut.

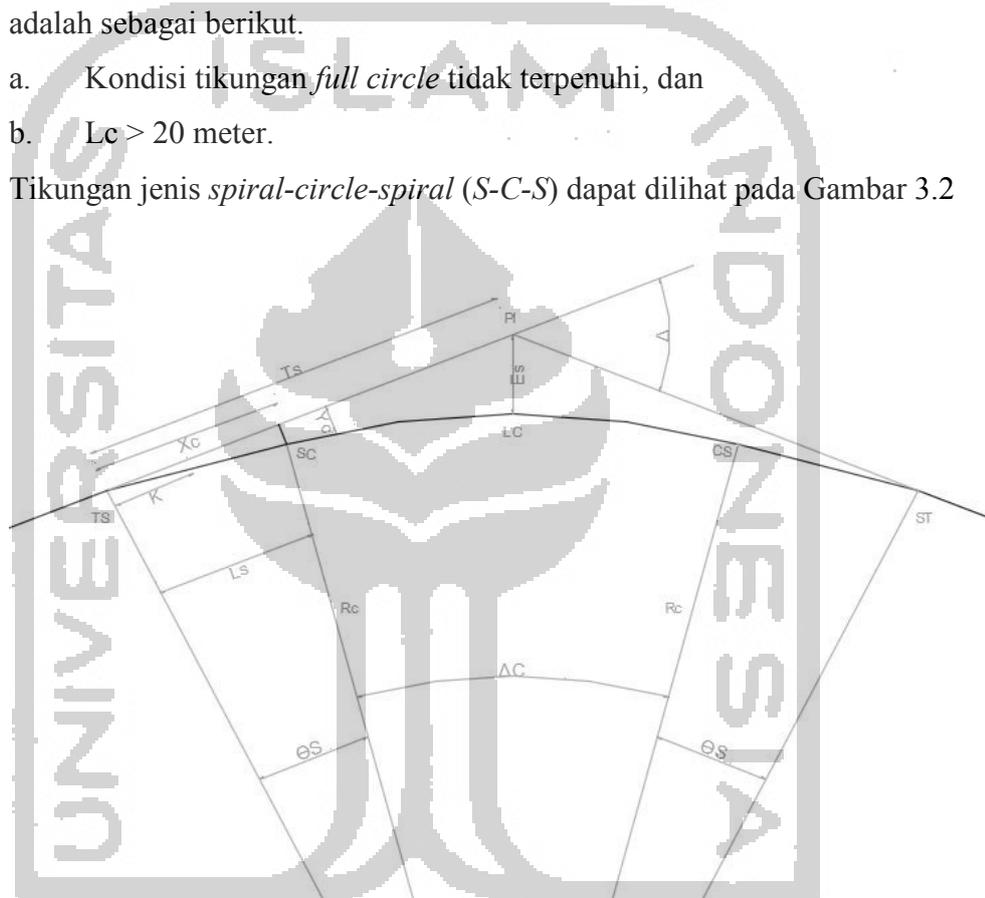
$$T_c = R_c \times \tan \frac{1}{2} \Delta \quad (3.8)$$

$$E_c = T_c \times \tan \frac{1}{4} \Delta \quad (3.9)$$

$$L_c = \frac{\Delta \times 2 \times \pi \times R_c}{360} \quad (3.10)$$

2. *Spiral – Circle – Spiral (S-C-S)* yaitu tikungan yang terdiri atas 1 lengkung *circle* dan 2 lengkung *spiral*. 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). Adapun ketentuan untuk menggunakan lengkung jenis ini adalah sebagai berikut.
- Kondisi tikungan *full circle* tidak terpenuhi, dan
 - $L_c > 20$ meter.

Tikungan jenis *spiral-circle-spiral (S-C-S)* dapat dilihat pada Gambar 3.2



Gambar 3.2 Tikungan *Spiral – Circle – Spiral (S-C-S)*

(Sumber: Hendarsin, 2000)

Dengan:

PI = *point of intersection* (titik potong *tangen*),

Θ_s = sudut dalam lengkung *spiral*,

Δ_c = sudut lingkaran,

Δ = sudut tikungan,

L_s = panjang lengkung *spiral*, panjang titik TS ke SC atau titik CS ke ST (m),

L_c = panjang busur lingkaran, panjang titik SC ke titik CS (m),

R_c = jari – jari lingkaran (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),

T_s = panjang *tangen* jarak dari TS ke PI atau PI ke ST (m),

K = absis p pada garis *tangen* terhadap *spiral* (m),

E_s = jarak luar dari PI ke busur *tangen* terhadap *spiral* (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*, dan

CS = titik dari *circle* ke *spiral*.

Parameter lengkung *spiral – circle – spiral* dapat dilihat dalam persamaan 3.11 – 3.20 berikut.

$$\theta_s = \frac{90 \times L_s}{\pi \times R_c} \quad (3.11)$$

$$\Delta_c = \Delta - (2 \times \theta_s) \quad (3.12)$$

$$L_c = \frac{\Delta_c}{360} \times 2 \times \pi \times R_c \quad (3.13)$$

$$L_{tot} = L_c + (2 \times L_s) \quad (3.14)$$

$$X_c = L_s \times \left(1 - \frac{L_s \times L_s}{40 \times R_c \times R_c}\right) \quad (3.15)$$

$$Y_c = \frac{L_s}{6 \times R_c} \quad (3.16)$$

$$P = Y_c - R_c (1 - \cos \theta_s) \quad (3.17)$$

$$K = X_c - R_c \sin \theta_s \quad (3.18)$$

$$T_s = (R_c + p) \tan \frac{\Delta}{2} + K \quad (3.19)$$

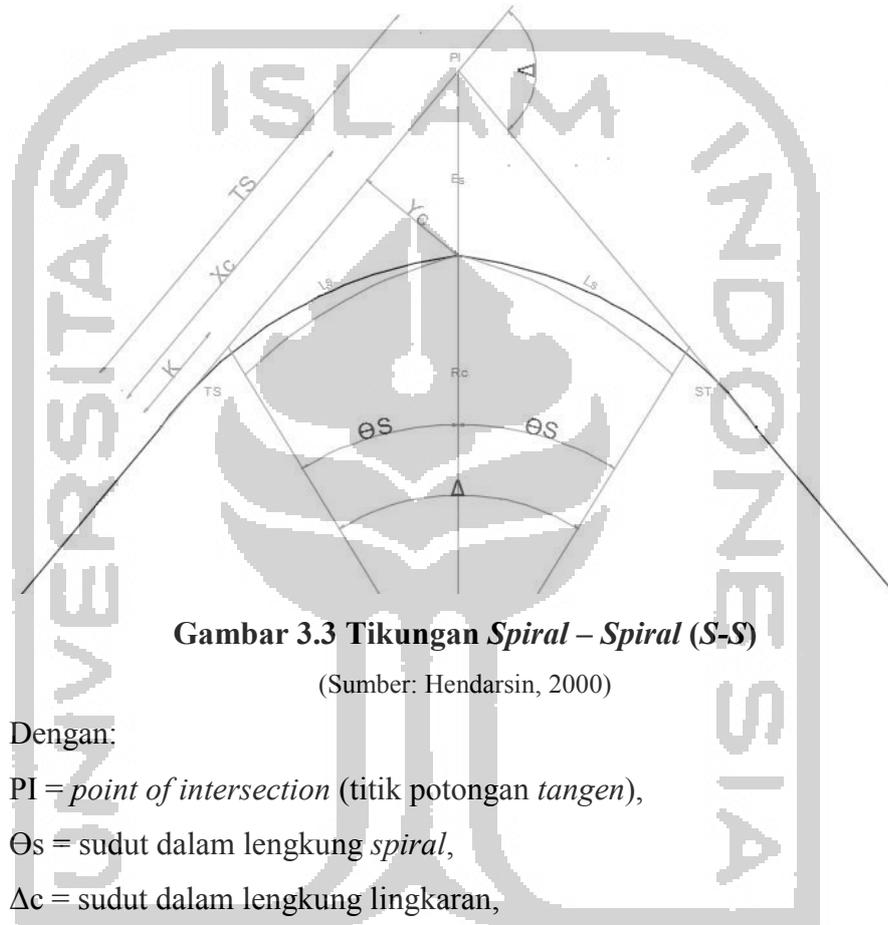
$$E_s = \frac{R_c + p}{\cos \frac{\Delta}{2}} - R_c \quad (3.20)$$

3. *Spiral – Spiral (S-S)* yaitu tikungan yang terdiri atas dua lengkung *spiral*, jenis lengkung pada tikungan *spiral – spiral* memiliki sudut *tangen* (Δ) yang sangat besar. Adapun ketentuan untuk menggunakan lengkung jenis ini adalah sebagai berikut.

- a. Kondisi tikungan *spiral – circle – spiral* tidak terpenuhi, dan

b. Nilai pergeseran (S) = 0,5.

Tikungan jenis *spiral – spiral* (S - S) dapat dilihat pada Gambar 3.3.



Gambar 3.3 Tikungan *Spiral – Spiral* (S - S)

(Sumber: Hendarsin, 2000)

Dengan:

PI = *point of intersection* (titik potongan *tangen*),

Θ_s = sudut dalam lengkung *spiral*,

Δ_c = sudut dalam lengkung lingkaran,

Δ = sudut tikungan,

L_s = panjang lengkung *spiral*, panjang titik TS ke titik SC atau titik CS ke titik ST (m),

R_c = jari – jari lingkaran (m),

X_c = absis titik SC pada garis *tangen*, jarak dari titik TS ke titik 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),

T_s = panjang *tangen* jarak dari TS ke PI atau PI ke ST (m),

K = absis dari p pada garis *tangen* terhadap *spiral* (m),

E_s = jarak luar dari PI ke busur lingkaran (m),

TS = titik dari *tangen* ke *spiral*, dan

ST = titik dari *spiral* ke *tangen*.

Parameter lengkung *spiral – spiral* dapat dilihat dalam Persamaan 3.21 – 3.24 sebagai berikut.

$$\theta_s = \frac{1}{2}\Delta \quad (3.21)$$

$$P = \frac{L_s}{6 \times R_c} - R_c (1 - \cos \theta_s) \quad (3.22)$$

$$K = L_s \left(1 - \frac{L_s \times L_s}{40 \times R_c \times R_c}\right) - R_c \sin \theta_s \quad (3.23)$$

$$T_s = (R_c + p) \tan \frac{\Delta}{2} + K \quad (3.24)$$

$$E_s = \frac{R_c + p}{\cos \frac{\Delta}{2}} - R_c \quad (3.25)$$

3.3.3 Alinemen Vertikal

Alinemen vertikal adalah perpotongan bidang vertikal dengan bidang permukaan perkerasan jalan melalui sumbu jalan untuk jalan 2 jalur 2 arah, atau melalui tepi dalam masing – masing perkerasan untuk jalan dengan median. Alinemen vertikal disebut juga penampang jalan, yang terdiri dari garis – garis lurus dan garis – garis lengkung (Sukirman, 1994).

Alinemen vertikal terdiri atas bagian landai 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). Bagian lengkung vertikal dapat berupa lengkung cekung atau lengkung cembung (Direktorat Jenderal Bina Marga, 1997).

1. Landai 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 (Direktorat Jenderal Bina Marga, 1997). Kelandaian maksimum untuk kecepatan rencana (V_R) ditetapkan pada Tabel 3.7.

Tabel 3.7 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 Jenderal Bina Marga (1997)

Kelandaian jalan dihitung dengan menggunakan Persamaan 3.26 berikut.

$$g_n = \frac{PPV_n - PPV_{(n-1)}}{Sta\ PPV_n - Sta\ PPV_{(n-1)}} \quad (3.21)$$

Dengan:

g_n = kelandaian *tangen*, dan

PPV = titik pertemuan kedua garis *tangen*.

Adapun 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 (Direktorat Jenderal Bina Marga, 1997).

Ketetapan tentang panjang kritis dapat dilihat pada Tabel 3.8.

Tabel 3.8 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: Direktorat Jenderal Bina Marga (1997)

2. Lengkung vertikal

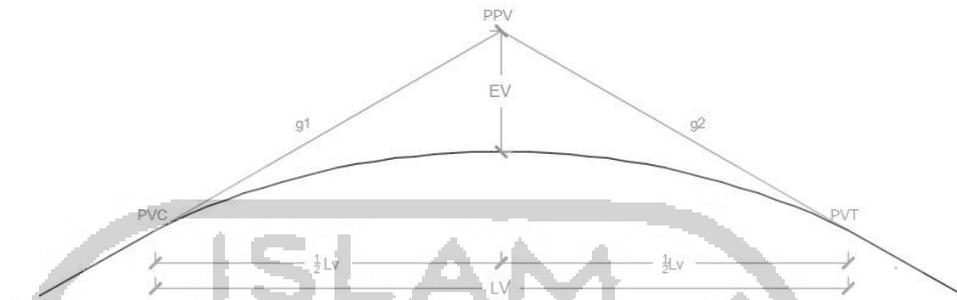
Fungsi dari lengkung vertikal yaitu untuk mengurangi guncangan akibat perubahan kelandaian dan untuk menyediakan jarak pandang henti.

Lengkung pada tata cara ini berbentuk parabola sederhana.

Ada dua macam jenis lengkung vertikal yaitu.

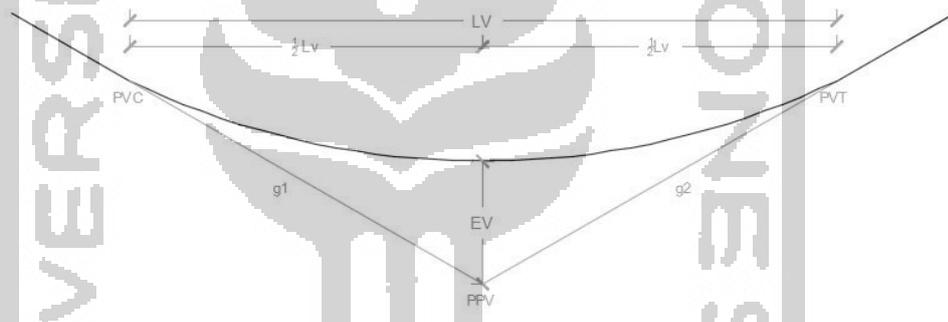
- lengkung vertikal cembung yaitu lengkung yang memiliki pertemuan kedua garis *tangen* di atas permukaan jalan, dan
- lengkung vertikal cekung yaitu lengkung yang memiliki pertemuan kedua garis *tangen* di bawah permukaan jalan.

Lengkung vertikal cembung dan lengkung vertikal cekung dapat dilihat pada Gambar 3.4 dan Gambar 3.5.



Gambar 3.4 Lengkung Vertikal Cembung

(Sumber: Hendarsin, 2000)



Gambar 3.5 Lengkung Vertikal Cekung

(Sumber: Hendarsin, 2000)

Dengan:

LV = panjang lengkung vertikal (m),

g_1 = kelandaian *tangen* jalan naik (%),

g_2 = kelandaian *tangen* jalan turun (%),

PVC = titik awal lengkung,

PVT = titik akhir lengkung, dan

EV = jarak busur lingkaran ke titik pertemuan kelandaian (m).

Adapun rumus untuk mendapatkan lengkung vertikal yaitu.

a. Untuk lengkung vertikal cembung

Jika ($J_h < LV$)

$$LV = \frac{A \times J_h^2}{399} \quad (3.8)$$

Jika ($J_h > LV$)

$$LV = (2 \times J_h) - \frac{399}{A} \quad (3.9)$$

b. Untuk lengkung vertikal cekung

Jika ($J_h < LV$)

$$LV = \frac{A \times J_h^2}{120 + (3,5 \times J_h)} \quad (3.10)$$

Jika ($J_h > LV$)

$$LV = (2 \times J_h) - \frac{120 + (3,5 \times J_h)}{A} \quad (3.11)$$

Dengan:

LV = Panjang lengkung vertikal (m),

A = Perbedaan *grade* (%), dan

J_h = Jarak pandang henti (m).

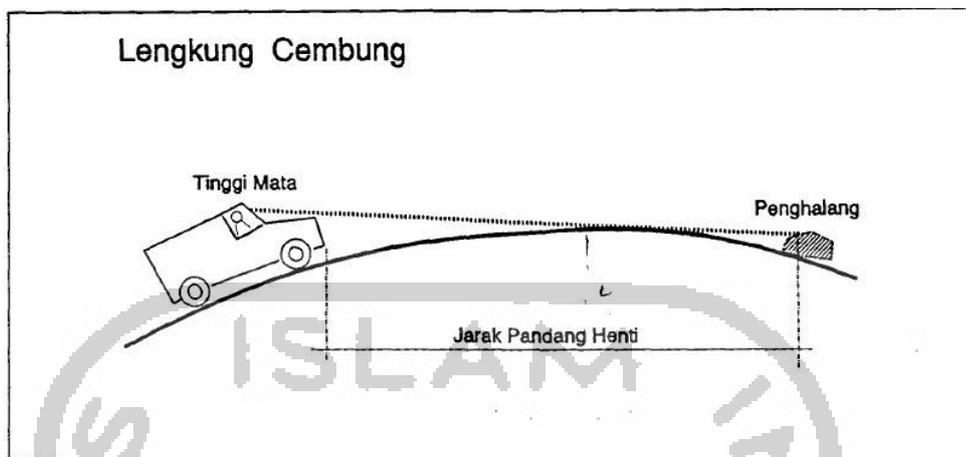
Adapun standar panjang minimum lengkung vertikal dapat dilihat pada Tabel 3.9.

Tabel 3.9 Panjang Minimum Lengkung Vertikal

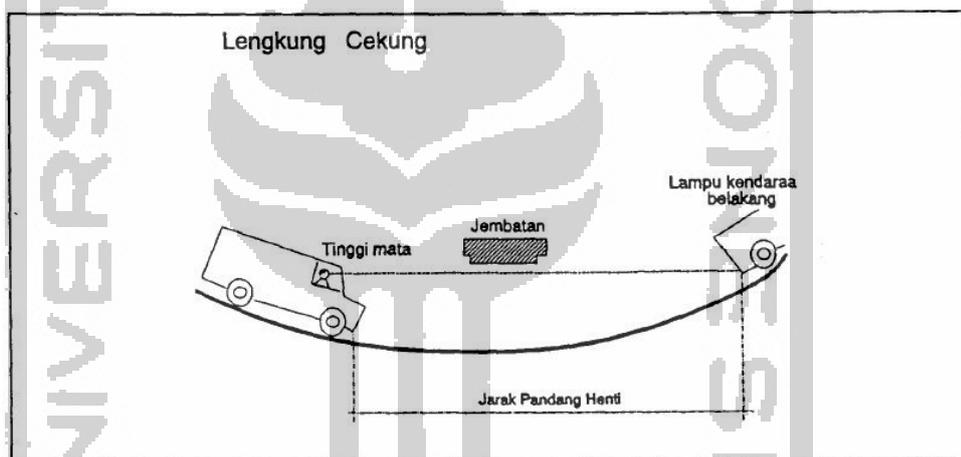
Kecepatan Rencana (km/jam)	Perbedaan Kelandaian Memanjang (%)	Panjang Lengkung (m)
< 40	1	20 – 30
40 – 60	0,6	40 – 80
> 60	0,4	80 – 150

Sumber: Direktorat Jenderal Bina Marga (1997)

Pada faktor kenyamanan lengkung vertikal didasarkan pada ketinggian obyek 10 cm dan ketinggian mata 120 cm. faktor kenyamanan pada lengkung vertikal cembung dapat dilihat pada Gambar 3.6 dan untuk lengkung vertikal cekung dapat dilihat pada Gambar 3.7.



Gambar 3.6 Kenyamanan Lengkung Vertikal Cembung
(Sumber: Direktorat Jenderal Bina Marga, 1997)



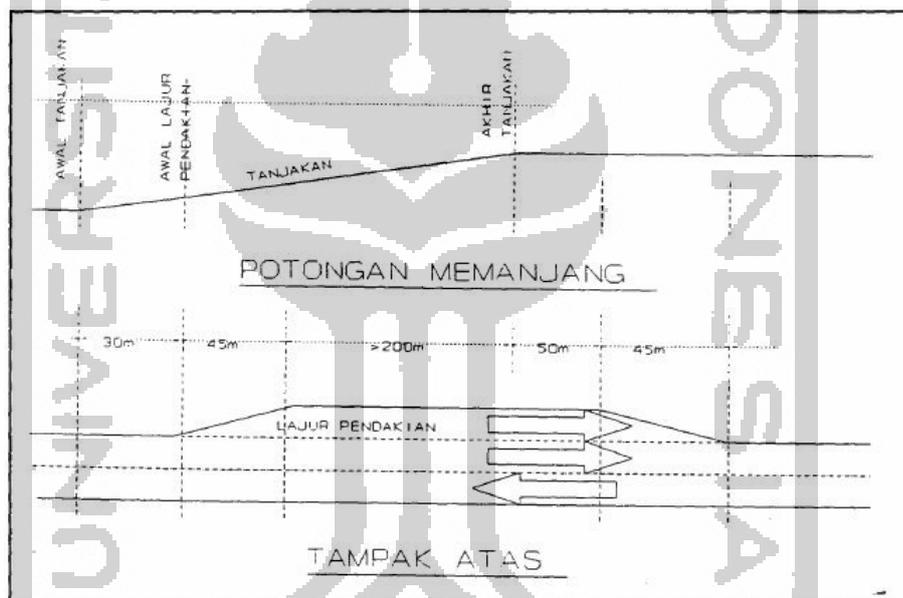
Gambar 3.7 Kenyamanan Lengkung Vertikal Cekung
(Sumber: Direktorat Jenderal Bina Marga, 1997)

3. Lajur pendakian

Lajur pendakian dimaksudkan untuk menampung truck – truck yang bermuatan berat atau kendaraan lain yang berjalan lebih lambat dari kendaraan lain pada umumnya, agar kendaraan lain dapat mendahului kendaraan lambat tersebut tanpa harus berpindah lajur atau berlawanan. Lajur pendakian harus disediakan pada ruas jalan yang mempunyai kelandaian yang besar, menerus dan volume lalu lintasnya relatif padat (Direktorat Jenderal Bina Marga, 1997).

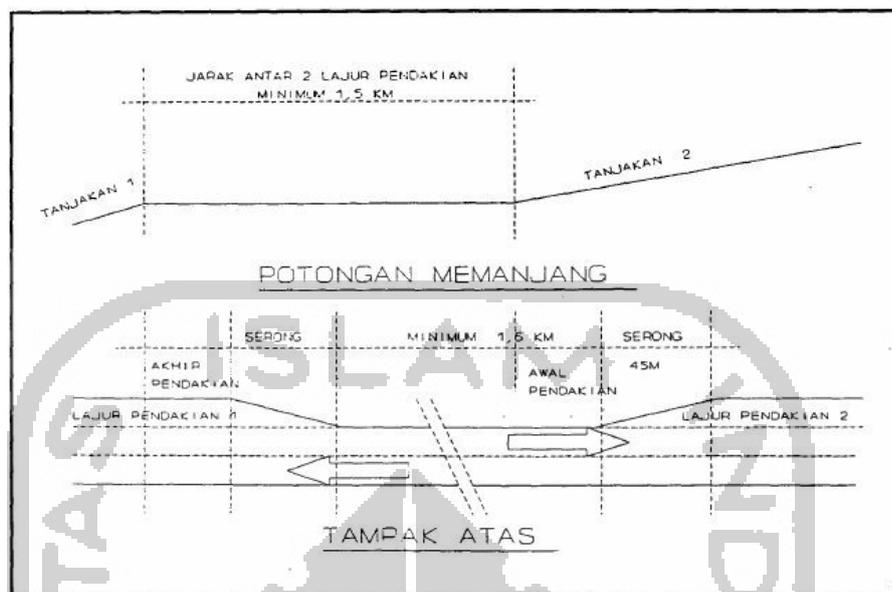
Penempatan lajur pendakian harus dilakukan dengan ketentuan sebagai berikut:

- a. disediakan pada jalan arteri atau kolektor,
- b. apabila panjang kritis terlampaui, jalan memiliki VLHR > 15000 SMP/hari, dan presentase truck > 15 %,
- c. lebar lajur pendakian sama dengan lebar lajur rencana,
- d. lajur pendakian dimulai 30 meter dari awal perubahan kelandaian dengan serongan sepanjang 45 meter dan berakhir 50 meter sesudah puncak kelandaian dengan serongan sepanjang 45 meter, untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada gambar 3.11, dan
- e. jarak minimum antara 2 lajur pendakian adalah 1,5 km, untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada Gambar 3.9.



Gambar 3.8 Lajur Pendakian Tipikal

(Sumber: Direktorat Jenderal Bina Marga, 1997)



Gambar 3.9 Jarak Antara Dua Lajur Pendakian

(Sumber: Direktorat Jenderal Bina Marga, 1997)

3.3.4 Koordinasi Alinemen

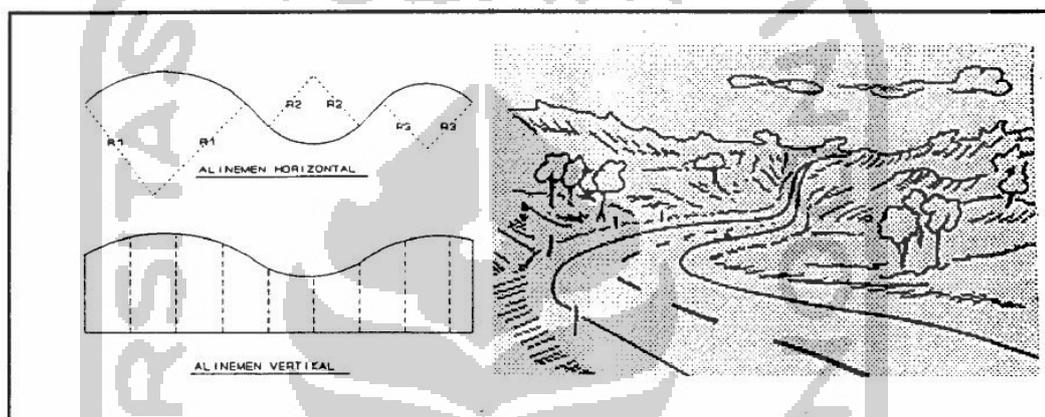
Alinemen vertikal, horizontal dan potongan melintang jalan adalah elemen – elemen jalan sebagai keluaran perencanaan harus dikoordinasikan sedemikian sehingga menghasilkan suatu bentuk jalan yang baik dalam arti memudahkan pengemudi mengemudikan kendaraannya dengan aman dan nyaman. Bentuk kesatuan ketiga 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 (Direktorat Jenderal Bina Marga, 1997).

Koordinasi alinemen vertikal dan alinemen horizontal harus memenuhi ketentuan sebagai berikut.

1. Alinemen horizontal sebaiknya berimpit dengan alinemen vertikal, dan secara ideal alinemen horizontal lebih panjang sedikit melingkupi alinemen vertikal,
2. Tikungan yang tajam pada bagian bawah lengkung vertikal cekung atau pada bagian atas lengkung vertikal cembung harus dihindari,
3. Lengkung vertikal cekung pada kelandaian jalan yang lurus dan panjang harus dihindarkan,

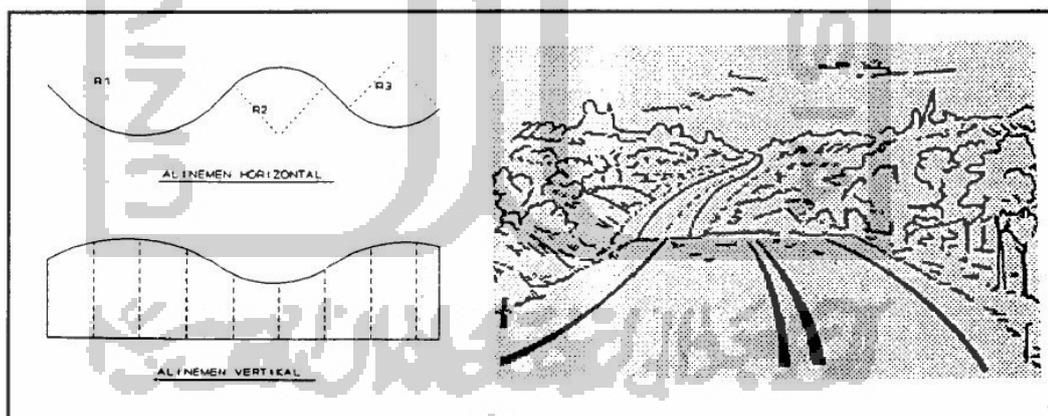
4. Dua atau lebih lengkung vertikal dalam satu lengkung horizontal harus dihindarkan, dan
5. Tikungan yang tajam diantara 2 bagian jalan yang lurus dan panjang harus dihindarkan.

Contoh gambar koordinasi alinemen yang ideal dapat dilihat pada Gambar 3.10 dan koordinasi yang harus dihindarkan dapat dilihat pada Gambar 3.11.



Gambar 3.10 Koordinasi Alinemen yang Baik

(Sumber: Direktorat Jenderal Bina Marga, 1997)



Gambar 3.11 Koordinasi Alinemen yang Buruk

(Sumber: Direktorat Jenderal Bina Marga, 1997)

Pada Gambar 3.10 terdapat koordinasi ideal antara alinemen horizontal dan alinemen vertikal yang berimpit, sedangkan pada Gambar 3.11 alinemen vertikal menghalangi pandangan pengemudi pada saat mulai memasuki tikungan pertama.

3.4 Jarak Pandang

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

Adapun jenis – jenis jarak pandang adalah sebagai berikut.

3.4.1 Jarak Pandang Henti

Jarak pandang henti adalah jarak minimum yang diperlukan oleh pengemudi untuk menghentikan kendaraannya dengan aman begitu melihat adanya halangan di depan. Setiap titik di sepanjang jalan harus memenuhi jarak pandang henti (J_h). Jarak pandang henti 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 (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_{hr}) adalah jarak yang dibutuhkan untuk menghentikan kendaraan sejak pengemudi menginjak rem sampai kendaraan berhenti.

Jarak pandang henti berdasarkan Pedoman Tata Cara Perencanaan Geometrik Jalan Antar Kota (Direktorat Jenderal Bina Marga, 1997) dapat dihitung dengan rumus:

$$J_h = J_{ht} + J_{hr} \quad (3.12)$$

$$J_h = \frac{V_R T}{3,6} + \frac{(V_R)^2}{2gf} \quad (3.13)$$

Keterangan:

J_{ht} = jarak tanggap (m),

J_{hr} = jarak pengereman (m),

J_h = jarak pandang henti (m),

V_R = kecepatan rencana (km/jam),

T = waktu tanggap, ditetapkan 2,5 detik,

- g = percepatan gravitasi, ditetapkan $9,8 \text{ m/detik}^2$, dan
 f = koefisien gesek memanjang perkerasan jalan aspal, ditetapkan 0,35-0,55.

Berdasarkan Persamaan 3.12, jarak pandang henti (J_h) minimum dengan pembulatan – pembulatan untuk berbagai kecepatan rencana (V_R) dapat dilihat pada Tabel 3.10.

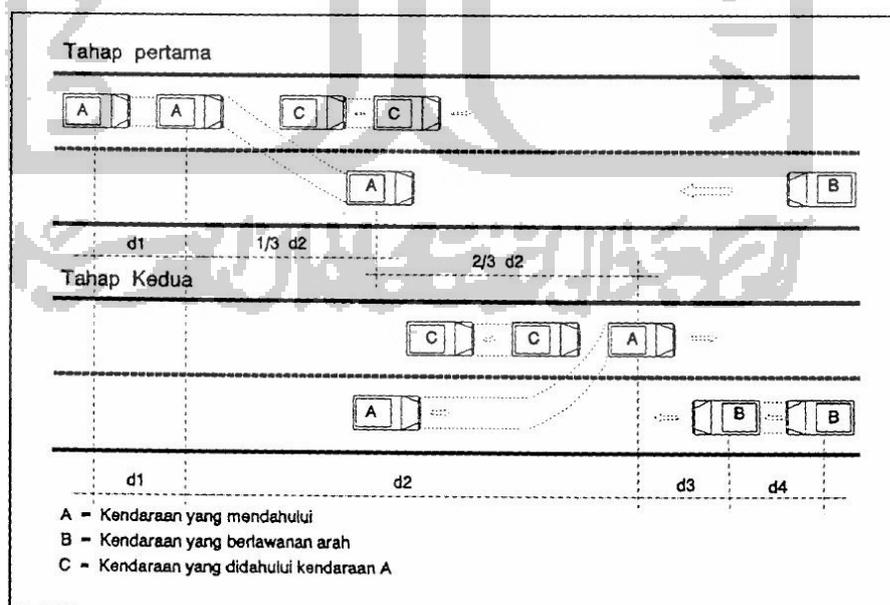
Tabel 3.10 Jarak Pandang Henti (J_h) minimum

Kecepatan Rencana (km/jam)	120	100	80	60	50	40	30	20
Jarak Pandang Henti Minimum (m)	250	175	120	75	55	40	27	16

Sumber: Direktorat Jenderal Bina Marga (1997)

3.4.2 Jarak Pandang Mendahului

Jarak pandang mendahului (J_d) yaitu jarak yang memungkinkan suatu kendaraan mendahului kendaraan lain di depannya dengan aman hingga kendaraan tersebut kembali lagi ke lajur semula. Jarak pandang mendahului diukur berdasarkan asumsi bahwa tinggi mata pengemudi adalah 105 cm dan tinggi halangan adalah 105 cm. Ilustrasi jarak pandang mendahului dapat dilihat pada Gambar 3.12 di bawah ini.



Gambar 3.12 Jarak Pandang Mendahului

(Sumber: Direktorat Jenderal Bina Marga, 1997)

Jarak pandang henti dapat dihitung dengan rumus sebagai berikut.

$$J_d = d_1 + d_2 + d_3 + d_4 \quad (3.13)$$

$$d_1 = 0,278 \times t_1 \times (V_R - m + \frac{a \times t_1}{2}) \quad (3.13a)$$

$$d_2 = 0,278 \times V_R \times t_2 \quad (3.13b)$$

$$d_3 = \text{diambil } 30 - 100 \text{ m} \quad (3.13c)$$

$$d_4 = \frac{2}{3} \times d_2 \quad (3.13d)$$

Dengan:

J_d = jarak pandang henti (m),

d_1 = jarak yang ditempuh selama waktu tanggap (m),

d_2 = jarak yang ditempuh selama mendahului sampai dengan kembali ke jalur semula (m),

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

d_4 = jarak yang ditempuh oleh kendaraan yang datang dari arah berlawanan, yang besarnya diambil sama dengan $\frac{2}{3} d_2$ (m),

t_1 = waktu penyesuaian awal ($2,12 + 0,026 V_R$ ($\pm 3,7 - 4,3$ detik)),

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

α = percepatan rata – rata kendaraan yang menyiap (km/jam/detik), = $2,052 + 0,0036 V_R$,

V_R = kecepatan kendaraan yang menyiap, dan

m = selisih kecepatan kendaraan yang menyiap dan disalip (diambil $10 - 15$ km/jam).

Daerah mendahului harus disebar sepanjang jalan dengan jumlah panjang minimum 30% dari panjang total ruas jalan tersebut. Untuk menentukan jarak kendaraan menyiap dengan kendaraan di arah lawan menggunakan Tabel 3.11. Jarak pandang henti yang sesuai dengan kecepatan rencana dapat ditetapkan dari Tabel 3.12.

Tabel 3.11 Jarak Kendaraan Mendahului dengan Kendaraan di Depannya

Kecepatan kendaraan menyiap (km/jam)	50 – 65	65 – 80	80 – 95	95 – 100
d_3 (m)	30	55	75	90

Sumber: Direktorat Jenderal Bina Marga (1997)

Tabel 3.12 Jarak Pandang Mendahului (J_d)

Kecepatan Rencana (km/jam)	120	100	80	60	50	40	30	20
Jarak Pandang Mendahului (m)	800	670	550	350	250	200	150	100

Sumber: Direktorat Jenderal Bina Marga (1997)

3.4.3 Daerah Bebas Samping di Tikungan

Daerah bebas samping di tikungan atau kebebasan samping adalah ruang untuk menjamin kebebasan pandang di tikungan sehingga J_h dipenuhi. Kebebasan 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 J_h dipenuhi. Nilai kebebasan samping di tikungan dihitung berdasarkan rumus sebagai berikut.

1. Jika $J_h < L_t$

$$E = R \left(1 - \cos\left(\frac{90^\circ J_h}{\pi R}\right) \right) \quad (3.14)$$

2. Jika $J_h > L_t$

$$E = R \left(1 - \cos\left(\frac{90^\circ J_h}{\pi R}\right) \right) + \frac{1}{2} (J_h - L_t) \sin\left(\frac{90^\circ J_h}{\pi R}\right) \quad (3.15)$$

Dengan:

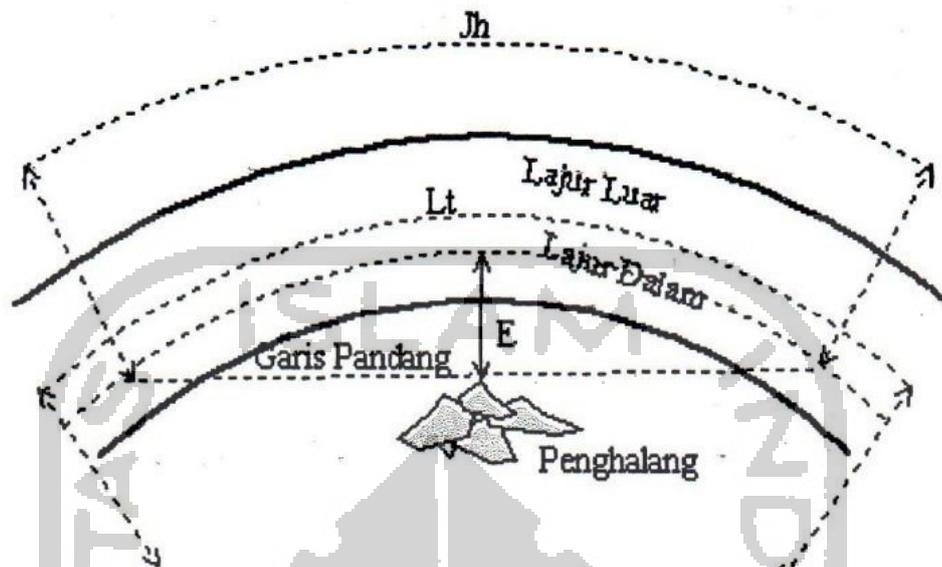
E = kebebasan samping (m),

R = jari – jari di tikungan (m),

J_h = jarak pandang henti (m), dan

L_t = panjang tikungan (m).

Untuk lebih jelasnya, daerah kebebasan samping dapat dilihat pada Gambar 3.13.



Gambar 3.13 Daerah Bebas Samping
(Sumber: Direktorat Jenderal Bina Marga 1997)

3.5 Pemisah Jalan (Median)

Pemisah jalan atau median jalan adalah sebuah jalur yang memisahkan dua jalur lalu lintas yang berlawanan arah, yang didesain untuk keamanan dan kenyamanan pengguna jalan. Adapun ketentuan lebar median jalan dapat dilihat pada Tabel 3.13.

Tabel 3.13 Lebar Pemisah Jalan

Bentuk Median	Lebar Minimum (m)
Median ditinggikan	2
Median direndahkan	7

Sumber: Direktorat Jenderal Bina Marga (1997)

3.6 Lebar Jalur Jalan dan Lebar Bahu Jalan

Lebar jalur merupakan jalur jalan yang dilewati lalu lintas, tetapi tidak termasuk bahu jalan. Sedangkan lebar bahu yaitu lebar bahu disamping jalur jalan yang direncanakan sebagai ruang untuk kendaraan yang sekali – sekali berhenti, pejalan kaki dan kendaraan lambat (Direktorat Jenderal Bina Marga, 1997).

Klasifikasi lebar jalur jalan minimum dan lebar bahu jalan minimum dapat dilihat pada Tabel 3.14.

Tabel 3.14 Lebar Jalur Jalan dan Lebar Bahu Jalan

VLHR (smp/hari)	Arteri		Kolektor		Lokal	
	Lebar Jalur (m)	Lebar Bahu (m)	Lebar Jalur (m)	Lebar Bahu (m)	Lebar Jalur (m)	Lebar Bahu (m)
< 3.000	4,5	1,0	4,5	1,0	4,5	1,0
3.000 – 10.000	6,0	1,5	6,0	1,5	6,0	1,0
10.001 – 25.000	7,0	2,0	7,0	2,0	-	-
> 25.000	2 x 7,0*	2,0	2n x 3,5*	2,0	-	-

Sumber: Direktorat Jenderal Bina Marga (1997)

Keterangan:

* = 2 jalur terbagi, masing – masing $n \times 3,5$ m,

n = Jumlah lajur per jalur, dan

- = Tidak ditentukan.

3.7 Kecepatan Sesaat (*spot speed*)

Kecepatan sesaat yaitu kecepatan kendaraan pada suatu sesaat yang diukur pada tempat yang telah ditentukan. Menurut Panduan Survei dan Perhitungan Waktu Perjalanan Lalu Lintas, 1990, terdapat tata cara survei untuk pengukuran kecepatan sesaat dengan metode manual yang umum dilakukan, sampel yang dibutuhkan saat melakukan survei yaitu.

1. Kendaraan paling depan dari suatu arus hendaknya diambil sebagai sampel dengan pertimbangan bahwa kendaraan kedua dan selanjutnya mempunyai kecepatan yang sama dan kemungkinan tidak dapat menyalip.
2. Sampel untuk truk hendaknya diambil sesuai dengan proporsinya
Dalam pengukuran kecepatan sesaat, panjang jalan diambil sesuai dengan perkiraan kecepatan. Jumlah sampel yang dianjurkan sekitar sekurang – kurangnya 5 kendaraan.

Rumus untuk menghitung kecepatan sesaat adalah sebagai berikut.

$$K = \frac{3,6J}{w} \quad (3.16)$$

Dengan:

K = kecepatan sesaat (km/jam),

- J = panjang jalan (m), dan
W = waktu tempuh (detik).

3.8 Perlengkapan Jalan

Dalam Peraturan Menteri Perhubungan Republik Indonesia Nomor PM 96 Tahun 2015 Tentang Pedoman Pelaksanaan Kegiatan Manajemen dan Rekayasa Lalu Lintas, menyatakan bahwa perlengkapan jalan terdiri atas:

1. Alat pemberi isyarat lalu lintas
Perangkat elektronik yang menggunakan isyarat lampu yang dapat dilengkapi dengan isyarat bunyi untuk mengatur lalu lintas orang dan/atau kendaraan di persimpangan atau pada ruas jalan.
2. Rambu lalu lintas
Bagian perlengkapan jalan yang berupa lambang, huruf, angka, kalimat, dan/atau perpaduan yang berfungsi sebagai peringatan, larangan, perintah, atau petunjuk bagi pengguna jalan.
3. Marka jalan
Suatu tanda yang berada di permukaan jalan atau di atas permukaan jalan yang meliputi peralatan atau tanda yang membentuk garis membujur, garis melintang, garis serong, serta lambang yang berfungsi untuk mengarahkan arah lalu lintas dan membatasi daerah kepentingan lalu lintas.
4. Alat penerangan jalan
Bagian dari bangunan perlengkapan jalan yang dapat diletakan/dipasang di kiri/kanan jalan dan atau di tengah (di bagian median jalan) yang digunakan untuk menerangi jalan maupun lingkungan disekitar jalan yang diperlukan termasuk persimpangan jalan (*intersection*), jalan layang (*interchange*, *overpass*, *fly over*), jembatan dan jalan di bawah tanah (*underpass*, terowongan).
5. Pagar pengaman
Kelengkapan tambahan pada jalan yang berfungsi sebagai pencegah pertama bagi kendaraan bermotor yang tidak dapat dikendalikan lagi agar tidak keluar dari jalur lalu lintas.

6. Cermin tikungan

Kelengkapan tambahan pada jalan yang berfungsi sebagai alat untuk menambah jarak pandang pengemudi kendaraan bermotor.

7. Tanda patok tikungan (*delineator*)

Suatu unit konstruksi yang diberi tanda yang dapat memantulkan cahaya (reflektif) berfungsi sebagai pengarah dan sebagai peringatan bagi pengemudi pada waktu malam hari, bahwa di sisi kiri atau kanan delineator adalah daerah berbahaya.

8. Pita penggaduh

Kelengkapan tambahan pada jalan yang berfungsi untuk membuat pengemudi lebih meningkatkan kewaspadaan.

9. Alat pengendali pemakai jalan

Alat yang digunakan untuk pengendalian atau pembatasan terhadap kecepatan, ukuran muatan kendaraan pada ruas – ruas jalan tertentu.

