

STANDAR

Konstruksi dan Bangunan

No. 007/BM/2009

Geometri Jalan Bebas Hambatan Untuk Jalan Tol



**DEPARTEMEN PEKERJAAN UMUM
DIREKTORAT JENDERAL BINA MARGA**

Prakata

Standar geometri jalan bebas hambatan untuk jalan tol ini mencakup ketentuan umum dan ketentuan teknis geometri ruas jalan bebas hambatan untuk jalan tol di perkotaan dan antarkota. Geometri dalam standar ini meliputi ketentuan teknis geometri jalan utama, jalan penghubung (*ramp*), simpang susun, geometri pelataran tol, dan tempat istirahat dan pelayanan.

Acuan standar ini adalah *A Policy on Geometric Design of Highways and Streets* (AASHTO tahun 2001), Tata Cara Perencanaan Geometrik Jalan Antar Kota No. 038/TBM/1997, Standar Perencanaan Geometrik untuk Jalan Perkotaan tahun 1992, serta Undang-undang dan Peraturan Pemerintah terkait jalan dan jalan tol.

Dengan adanya standar ini diharapkan perencanaan geometri jalan bebas hambatan untuk jalan tol dapat terencana dengan baik.

Jakarta, Desember 2009
Direktur Jenderal Bina Marga



A. Hermanto Dardak

DAFTAR ISI

Daftar Isi.....	i
Prakata.....	ii
Pendahuluan.....	iii
1. Ruang Lingkup.....	1
2. Acuan Normatif.....	1
3. Istilah dan Definisi.....	1
3.1. Alinyemen Horizontal.....	1
3.2. Alinyemen Vertikal.....	1
3.3. Badan Jalan.....	1
3.4. Bahu Jalan.....	1
3.5. Daerah Bebas Samping di Tikungan.....	1
3.6. Drainase Jalan.....	2
3.7. Ekuivalensi Mobil Penumpang (emp).....	2
3.8. Faktor K.....	2
3.9. Gardu Tol (<i>Toll Booth</i>).....	2
3.10. Gerbang Tol (<i>Toll Gate</i>).....	2
3.11. Gerbang Tol Utama.....	2
3.12. Gerbang Tol Ramp.....	2
3.13. Jalan.....	2
3.14. Jalan Antar Kota.....	2
3.15. Jalan Arteri.....	2
3.16. Jalan Bebas Hambatan.....	3
3.17. Jalan Kelas I.....	3
3.18. Jalan Kelas Khusus.....	3
3.19. Jalan Kolektor.....	3
3.20. Jalan Penghubung.....	3
3.21. Jalan Perkotaan.....	3
3.22. Jalan Tol.....	3
3.23. Jalan Umum.....	3
3.24. Jalur.....	3
3.25. Jalur Tepian.....	3
3.26. Jarak Pandang.....	3
3.27. Jarak Pandang Henti.....	4
3.28. Kapasitas Jalan.....	4
3.29. Kecepatan Rencana Jalan Tol.....	4
3.30. Kendaraan Rencana.....	4
3.31. Lajur.....	4
3.32. Lajur Darurat.....	4
3.33. Lajur Pendakian.....	4
3.34. Lengkung Horizontal.....	4
3.35. Lengkung Peralihan.....	4
3.36. Lengkung Vertikal.....	4
3.37. Lintas Harian Rata-rata (LHR).....	4
3.38. Median.....	5
3.39. Mobil Penumpang.....	5
3.40. Nisbah Volume / Kapasitas (<i>V/C Ratio</i>).....	5
3.41. Panjang Lengkung Peralihan.....	5
3.42. Pelataran Tol (<i>Toll Plaza</i>).....	5
3.43. Persimpangan.....	5
3.44. Pulau Tol (<i>Toll Island</i>).....	5
3.45. <i>Ramp</i> (Jalan Keluar dan Jalan Masuk).....	5
3.46. Ruang Bebas.....	5
3.47. Ruang Bebas Jalan (<i>Clearance of Road</i>).....	5

3.48.	Ruang Manfaat Jalan Tol.....	6
3.49.	Ruang Milik Jalan Tol.....	6
3.50.	Ruang Pengawasan Jalan Tol.....	6
3.51.	Satuan Mobil Penumpang (smp)	6
3.52.	Simpangsusun.....	6
3.53.	Simpangsusun Pelayanan (<i>Service Interchange</i>)	6
3.54.	Simpangsusun Sistem (<i>System Interchange</i>)	6
3.55.	Sumbu Jalan.....	6
3.56.	Superelevasi.....	6
3.57.	Taper.....	6
3.58.	Tempat Istirahat.....	6
3.59.	Tempat Pelayanan.....	7
3.60.	Terowongan.....	7
3.61.	Utilitas.....	7
3.62.	Volume Lalu Lintas.....	7
3.63.	Volume Jam Rencana (VJR)	7
3.64.	Volume Lalu Lintas Harian Rata-rata (LHR)	7
3.65.	Volume Lalu Lintas Harian rencana (VLHR)	7
3.66.	Waktu Reaksi.....	7
4.	Ketentuan Umum.....	7
4.1.	Jalan Bebas Hambatan untuk Jalan Tol.....	7
4.2.	Geometri Jalan Bebas Hambatan untuk Jalan Tol.....	7
4.3.	Pemilihan Alinyemen Jalan Bebas Hambatan untuk Jalan Tol.....	8
4.4.	Desain Jalan Bebas Hambatan untuk Jalan Tol.....	8
5	Ketentuan Teknis Jalan Utama.....	8
5.1.	Standar Jalan.....	8
5.1.1.	Standar Menurut Fungsi Jalan.....	8
5.1.2.	Standar Menurut Kelas Jalan.....	9
5.1.2.1.	Standar Kelas Jalan Berdasarkan Penggunaan Jalan dan Kelancaran Lalu Lintas dan Angkutan Jalan.....	9
5.1.2.2.	Standar Kelas Jalan Berdasarkan Spesifikasi Penyediaan Prasarana Jalan.....	9
5.1.3.	Klasifikasi Medan Jalan.....	9
5.2.	Standar Kendaraan Rencana.....	10
5.3.	Standar Jumlah Lajur.....	11
5.3.1.	Nilai Ekuivalensi Mobil Penumpang (emp)	12
5.3.2.	Volume Lalu Lintas Rencana.....	12
5.3.3.	Standar Pelayanan dan Karakteristik Operasi.....	13
5.4.	Kecepatan Rencana.....	13
5.5.	Bagian-bagian Jalan.....	13
5.5.1.	Umum.....	13
5.5.2.	Ruang Manfaat Jalan.....	13
5.5.3.	Ruang Milik Jalan.....	14
5.5.4.	Ruang Pengawasan Jalan.....	14
5.6.	Penampang Melintang.....	15
5.6.1.	Komposisi Penampang Melintang.....	15
5.6.2.	Lebar Lajur Jalan dan Bahu Jalan.....	20
5.6.3.	Median.....	20
5.6.4.	Penampang Melintang Median pada Jalan Terkena Superelevasi... ..	22
5.7.	Jarak Pandang dan Kebebasan Samping.....	23
5.7.1.	Jarak Pandang.....	23
5.7.2.	Daerah Bebas Samping di Tikungan.....	24
5.8.	Alinyemen Horizontal.....	28
5.8.1.	Umum.....	28
5.8.2.	Panjang Bagian Lurus.....	28

5.8.3.	Standar Bentuk Tikungan.....	29
5.8.4.	Panjang Tikungan.....	31
5.8.5.	Superelevasi.....	31
5.8.6.	Jari-jari Tikungan.....	31
5.8.7.	Lengkung Peralihan.....	34
5.8.7.1.	Waktu Perjalanan Melintasi Lengkung Peralihan.....	34
5.8.7.2.	Tingkat Perubahan Kelandaian Melintang Jalan.....	35
5.8.7.3.	Gaya Sentrifugal yang Bekerja pada Kendaraan.....	36
5.8.7.4.	Tingkat Perubahan Kelandaian Relatif.....	36
5.8.7.5.	Persyaratan L_s min dan L_s max.....	42
5.8.8.	Diagram Superelevasi.....	44
5.8.9.	Pelebaran Jalur Lalu Lintas di Tikungan.....	46
5.8.10.	Standar Bentuk Tikungan Berurutan.....	48
5.9.	Alinyemen Vertikal.....	50
5.9.1.	Bagian-bagian Alinyemen Vertikal.....	50
5.9.2.	Kelandaian Minimum.....	50
5.9.3.	Kelandaian Maksimum.....	50
5.9.4.	Panjang Landai Kritis.....	50
5.9.5.	Lajur Pendakian.....	51
5.9.6.	Lajur Darurat.....	52
5.9.7.	Panjang Lengkung Vertikal.....	54
5.9.8.	Lengkung Vertikal Cembung.....	54
5.9.9.	Lengkung Vertikal Cekung.....	56
5.9.10.	Lengkung Vertikal Cekung di Bawah Lintasan.....	57
5.9.11.	Faktor Kenyamanan untuk Lengkung Vertikal Cekung.....	59
5.10.	Koordinasi Alinyemen.....	60
6.	Ketentuan Teknis Jalan Penghubung (<i>ramp</i>).....	61
6.1.	Standar.....	61
6.2.	Perencanaan Geometri Jalan Penghubung.....	61
6.3.	Pengendalian Jalan Masuk dan Jalan Keluar.....	61
6.4.	Tempat Istirahat dan Tempat Pelayanan.....	62
6.4.1.	Persyaratan Umum.....	62
6.4.2.	Persyaratan Geometri Jalan Keluar dan Jalan Masuk.....	62
6.4.3.	Persyaratan Fasilitas Pelayanan.....	63
7.	Ketentuan Teknis Simpangsusun.....	63
7.1.	Persyaratan Teknis Simpangsusun.....	63
7.2.	Standar Tipe dan Bentuk Persimpangan.....	64
7.3.	Jarak Persimpangan.....	66
7.4.	Kecepatan Rencana.....	67
7.5.	Penampang Melintang.....	67
7.6.	Perencanaan Ramp.....	68
7.6.1.	Tipe <i>Ramp</i>	68
7.6.1.1.	<i>Direct</i> (Hubungan Langsung).....	68
7.6.1.2.	<i>Semi Direct</i> (Hubungan Setengah Langsung).....	69
7.6.1.3.	<i>Indirect</i> (Hubungan Tak Langsung).....	69
7.6.2.	Radius Tikungan pada <i>Ramp/Loop</i>	69
7.7.	Lajur Percepatan dan Lajur Perlambatan.....	70
7.8.	Taper.....	72
8	Ketentuan Teknis Geometri Pelataran Tol dan Gerbang Tol.....	72
8.1.	Persyaratan Perencanaan.....	72
8.1.1.	Kelancaran Arus Lalu Lintas.....	72
8.1.2.	Keamanan dan Efisiensi Pengoperasian.....	73
8.1.3.	Pandangan Bebas.....	73
8.2.	Perencanaan Pelataran Tol.....	73
8.3.	Perencanaan Gerbang Tol.....	74

8.3.1.	Kriteria Umum.....	74
8.3.2.	Pulau Tol (<i>Toll Island</i>)	75
8.3.3.	Gardu Tol (<i>Toll Booth</i>)	75
8.3.4.	Jumlah Kebutuhan Gardu Tol.....	75
	8.3.4.1. Volume Lalu Lintas.....	75
	8.3.4.2. Waktu Pelayanan.....	75
	8.3.4.3. Kapasitas Gerbang.....	75

Standar geometri jalan bebas hambatan untuk jalan tol

1 Ruang lingkup

Standar ini memuat ketentuan umum dan ketentuan teknis geometri ruas jalan bebas hambatan untuk jalan tol di perkotaan dan antarkota. Geometri yang dimaksud dalam standar ini meliputi ketentuan teknis geometri jalan utama, jalan penghubung (*ramp*), simpang-susun, geometri pelataran tol dan gerbang tol, dan tempat istirahat dan pelayanan.

2 Acuan normatif

Standar geometri jalan bebas hambatan untuk jalan tol ini merujuk pada buku-buku acuan sebagai berikut:

Undang-undang RI No. 38 Tahun 2004 tentang *Jalan*

Undang-undang RI No. 22 Tahun 2009 tentang *Lalu Lintas dan Angkutan Jalan*

Peraturan Pemerintah RI No. 15 Tahun 2005 tentang *Jalan Tol*

PP No. 44 Tahun 2009 tentang Perubahan atas PP No. 15 tentang Jalan Tol

Peraturan Pemerintah RI No. 34 Tahun 2006 tentang *Jalan*

AASHTO, Tahun 2001, *A Policy on Geometric Design of Highways and Streets*

Tata Cara Perencanaan Geometrik Jalan Antar Kota No. 038/TBM/1997

Standar Perencanaan Geometrik untuk Jalan Perkotaan, 1992

3 Istilah dan definisi

Istilah dan definisi yang digunakan dalam standar ini adalah sebagai berikut:

3.1

alinyemen horizontal

proyeksi garis sumbu jalan pada bidang horizontal.

3.2

alinyemen vertikal

proyeksi garis sumbu jalan pada bidang vertikal yang melalui sumbu jalan.

3.3

badan jalan

bagian jalan yang meliputi jalur lalu lintas, dengan atau tanpa jalur pemisah, dan bahu jalan.

3.4

bahu jalan

bagian ruang manfaat jalan yang berdampingan dengan jalur lalu lintas untuk menampung kendaraan yang berhenti, keperluan darurat, dan untuk pendukung samping bagi lapis fondasi bawah, lapis fondasi, dan lapis permukaan.

3.5

daerah bebas samping di tikungan

ruang untuk menjamin kebebasan pandang di tikungan sehingga jarak pandang henti dipenuhi.

3.6

drainase jalan

prasarana yang dapat bersifat alami alami ataupun buatan yang berfungsi untuk memutuskan dan menyalurkan air permukaan maupun bawah tanah, biasanya menggunakan bantuan gaya gravitasi, yang terdiri atas saluran samping dan gorong-gorong ke badan air penerima atau tempat peresapan buatan (contoh: sumur resapan air hujan atau kolam drainase tampungan sementara)

3.7

ekivalensi mobil penumpang (emp)

faktor yang menunjukkan pengaruh berbagai tipe kendaraan dibandingkan mobil penumpang terhadap kecepatan, kemudahan bermanuver, dimensi kendaraan ringan dalam arus lalu lintas (untuk kendaraan ringan yang sasisnya mirip; emp = 1,0).

3.8

faktor K

faktor untuk mengubah volume yang dinyatakan dalam LHRT (Lalu-lintas Harian Rata-rata Tahunan) menjadi volume lalu-lintas jam sibuk.

3.9

gardu tol (*toll booth*)

ruang tempat bekerja pengumpul tol untuk melaksanakan tugas pelayanan kepada pemakai jalan.

3.10

gerbang tol (*toll gate*)

tempat pelayanan transaksi tol bagi pemakai jalan tol yang terdiri dari beberapa gardu dan sarana kelengkapan lainnya.

3.11

gerbang tol utama

gerbang tol yang terletak pada jalur utama.

3.12

gerbang tol ramp

gerbang tol yang terletak pada ramp simpangsusun atau jalan aksesnya.

3.13

jalan

prasarana transportasi darat yang meliputi segala bagian jalan, termasuk bangunan pelengkap dan perlengkapannya yang diperuntukkan bagi lalu lintas, yang berada pada permukaan tanah, di atas permukaan tanah, di bawah permukaan tanah dan/atau air, serta di atas permukaan air, kecuali jalan kereta api, jalan lori, dan jalan kabel.

3.14

jalan antarkota

jalan yang tidak mempunyai perkembangan secara menerus pada setiap sisi jalan, walaupun mungkin terdapat beberapa perkembangan permanen seperti rumah makan, pabrik, atau perkampungan.

3.15

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.

3.16

jalan bebas hambatan

jalan umum untuk lalu lintas menerus dengan pengendalian jalan masuk secara penuh dan tanpa adanya persimpangan sebidang serta dilengkapi dengan pagar ruang milik jalan.

3.17

jalan kelas I

jalan arteri dan kolektor yang dapat dilalui Kendaraan Bermotor dengan ukuran lebar tidak melebihi 2.500 milimeter, ukuran panjang tidak melebihi 18.000 milimeter, ukuran paling tinggi 4.200 milimeter, dan muatan sumbu terberat 10 ton.

3.18

jalan kelas khusus

jalan arteri yang dapat dilalui Kendaraan Bermotor dengan ukuran lebar melebihi 2.500 milimeter, ukuran panjang melebihi 18.000 milimeter, ukuran paling tinggi 4.200 milimeter, dan muatan sumbu terberat lebih dari 10 ton.

3.19

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.

3.20

jalan penghubung

jalan yang hanya berfungsi menghubungkan jalan tol dengan jalan umum yang minimal mempunyai fungsi kolektor.

3.21

jalan perkotaan

jalan yang mempunyai perkembangan secara permanen dan menerus sepanjang seluruh atau hampir seluruh jalan, minimum pada satu sisi jalan.

3.22

jalan tol

jalan umum yang merupakan bagian sistem jaringan jalan dan sebagai jalan nasional yang penggunaannya diwajibkan membayar tol.

3.23

jalan umum

jalan yang diperuntukkan bagi lalu lintas umum.

3.24

jalur

bagian jalan yang dipergunakan untuk lalu lintas kendaraan.

3.25

jalur tepian

bagian dari median yang ditinggikan atau separator yang berfungsi memberikan ruang bebas bagi kendaraan yang berjalan pada jalur lalu lintasnya.

3.26

jarak pandang

jarak di sepanjang tengah-tengah suatu jalur jalan dari mata pengemudi ke suatu titik di muka pada garis yang dapat dilihat oleh pengemudi.

3.27**jarak pandang henti**

jarak pandangan pengemudi ke depan untuk berhenti dengan aman dan waspada dalam keadaan biasa.

3.28**kapasitas jalan**

jumlah maksimum kendaraan yang dapat melewati suatu penampang tertentu pada suatu ruas jalan, satuan waktu, keadaan jalan, dan lalu lintas tertentu.

3.29**kecepatan rencana jalan tol**

kecepatan maksimum yang aman di jalan tol dalam keadaan normal, yang akan menjadi dasar perencanaan geometri jalan tol.

3.30**kendaraan rencana**

kendaraan yang mewakili satu kelompok jenis kendaraan, yang dipergunakan untuk perencanaan jalan.

3.31**lajur**

bagian jalur yang memanjang, dengan atau tanpa marka jalan, yang memiliki lebar cukup untuk satu kendaraan bermotor sedang berjalan.

3.32**lajur darurat**

lajur untuk mengantisipasi penurunan yang panjang yang memungkinkan terjadinya kendaraan akan lepas kontrol, terutama kendaraan berat, dapat berupa kelandaian tanjakan, kelandaian turunan, kelandaian datar, atau timbunan pasir.

3.33**lajur pendakian**

lajur tambahan pada bagian jalan yang mempunyai kelandaian dan panjang tertentu untuk menampung kendaraan dengan kecepatan rendah terutama kendaraan berat.

3.34**lengkung horizontal**

bagian jalan yang melengkung dengan radius yang terbatas.

3.35**lengkung peralihan**

lengkung yang disisipkan di antara bagian jalan yang lurus dan bagian jalan yang melengkung dengan jari-jari R tetap, dimana bentuk lengkung peralihan merupakan spiral.

3.36**lengkung vertikal**

bagian jalan yang melengkung dalam arah vertikal yang menghubungkan dua segmen jalan dengan kelandaian berbeda.

3.37**lintas harian rata-rata (LHR)**

banyaknya kendaraan rata-rata yang melintasi sebuah ruas jalan dalam satu hari, dinyatakan dalam satuan mobil penumpang (smp).

3.38

median

bagian dari jalan yang tidak dapat dilalui oleh kendaraan dengan bentuk memanjang sejajar jalan, terletak di sumbu/tengah jalan, dimaksudkan untuk memisahkan arus lalu lintas yang berlawanan, median dapat berbentuk median yang ditinggikan, median yang diturunkan, atau median datar.

3.39

mobil penumpang

kendaraan bermotor angkutan orang yang memiliki tempat duduk maksimal 8 (delapan) orang, termasuk untuk Pengemudi atau yang beratnya tidak lebih dari 3.500 (tiga ribu lima ratus) kilogram.

3.40

nisbah volume/kapasitas (V/C ratio)

perbandingan antara volume lalu lintas dengan kapasitas jalan.

3.41

panjang lengkung peralihan

panjang jalan yang dibutuhkan untuk mencapai perubahan dari bagian lurus ke bagian lingkaran dari tikungan.

3.42

pelataran tol (*toll plaza*)

daerah atau bagian dari jalan tol dengan bentuk geometri yang lebih lebar dari lebar normal jalan tol dimana gerbang tol ditempatkan.

3.43

persimpangan

pertemuan atau percabangan jalan, baik sebidang maupun yang tidak sebidang.

3.44

pulau tol (*toll island*)

bangunan yang ditempatkan sebagai pemisah lajur lalu lintas pada pelataran tol.

3.45

ramp (jalan keluar dan jalan masuk)

suatu segmen jalan yang berperan sebagai penghubung antara ruas jalan, segmen jalan masuk ke jalur utama disebut *on ramp* dan segmen jalan keluar dari jalur utama disebut *off ramp*.

3.46

ruang bebas

ruang sepanjang jalan tol yang dibatasi oleh lebar, tinggi, dan kedalaman tertentu yang hanya diperuntukkan bagi keamanan arus lalu lintas dan bangunan untuk pengamanan jalan tol.

3.47

ruang bebas jalan (clearance of road)

ruang pada permukaan jalan yang hanya disediakan untuk kendaraan atau pejalan kaki, dimana pada tempat tersebut tidak boleh ada struktur, fasilitas jalan, pohon atau benda yang tidak bergerak lainnya

3.48

ruang manfaat jalan tol

ruang sepanjang jalan tol yang dibatasi oleh lebar, tinggi, dan kedalaman tertentu yang meliputi badan jalan, saluran tepi jalan, talud timbunan, dan galian serta ambang pengaman.

3.49

ruang milik jalan tol

ruang sepanjang jalan tol yang meliputi ruang manfaat jalan tol dan sejalur tanah tertentu di luar ruang manfaat jalan tol yang diperuntukkan bagi ruang manfaat jalan, pelebaran jalan, dan penambahan jalur lalu lintas di masa akan datang serta kebutuhan ruangan untuk pengamanan jalan dan fasilitas jalan tol.

3.50

ruang pengawasan jalan tol

ruang sepanjang jalan tol yang meliputi sejalur tanah tertentu di luar ruang milik jalan tol yang penggunaannya berada di bawah pengawasan Menteri yang diperuntukkan bagi pandangan bebas pengemudi dan pengamanan konstruksi jalan serta pengamanan fungsi jalan.

3.51

satuan mobil penumpang (smp)

satuan arus lalu lintas, dimana arus dari berbagai tipe kendaraan telah diubah menjadi kendaraan ringan (termasuk mobil penumpang) dengan menggunakan emp.

3.52

simpangsusun

sistem jalan penghubung dari jalan yang berpotongan secara tidak sebidang yang memungkinkan arus lalu lintas mengalir secara bebas hambatan.

3.53

simpangsusun pelayanan (*service interchange*)

simpangsusun yang menghubungkan jalan tol dengan jalan bukan tol.

3.54

simpangsusun sistem (*system interchange*)

simpangsusun yang menghubungkan jalan tol dengan jalan tol.

3.55

sumbu jalan

garis memanjang yang berada tepat di tengah pada suatu badan jalan

3.56

superelevasi

kemiringan melintang permukaan jalan khusus di tikungan yang berfungsi untuk mengimbangi gaya sentrifugal.

3.57

taper

bagian dari lajur jalan yang menyerong yang berfungsi untuk mengarahkan lalu lintas pindah lajur

3.58

tempat istirahat

suatu tempat dan fasilitas yang disediakan bagi pemakai jalan sehingga baik pengemudi, penumpang maupun kendaraannya dapat beristirahat untuk sementara karena alasan lelah.

3.59

tempat pelayanan

bagian dari lokasi Tempat Istirahat yang digunakan untuk melayani para pemakai jalan yang sedang beristirahat, dan dilengkapi dengan berbagai fasilitas umum.

3.60

terowongan

jalan dimana sekelilingnya tertutup, umumnya elevasi jalan tersebut berada di bawah permukaan tanah.

3.61

utilitas

sarana pelayanan umum berupa antara lain saluran listrik, telepon, gas, air minum, sanitasi kota, dan sarana pelayanan lainnya.

3.62

volume lalu lintas

jumlah kendaraan yang melewati suatu titik tertentu pada ruas jalan per satuan waktu, dinyatakan dalam kendaraan/jam atau satuan mobil penumpang (smp)/jam.

3.63

volume jam rencana (VJR)

prakiraan volume lalu lintas per jam pada jam sibuk tahun rencana, dinyatakan dalam satuan smp/jam, dihitung dari perkalian VLHR dengan faktor K.

3.64

volume lalu lintas harian rata-rata (LHR)

volume total yang melintasi suatu titik atau ruas pada fasilitas jalan untuk kedua jurusan, selama satu tahun dibagi oleh jumlah hari dalam satu tahun.

3.65

volume lalu lintas harian rencana (VLHR)

taksiran atau prakiraan volume lalu lintas harian untuk masa yang akan datang pada bagian jalan tertentu.

3.66

waktu reaksi

waktu yang diperlukan oleh seorang pengemudi sejak dia melihat halangan di depannya, membuat keputusan, dan sampai dengan saat akan memulai reaksi.

4 Ketentuan umum

4.1 Jalan bebas hambatan untuk jalan tol

Persyaratan umum jalan bebas hambatan untuk jalan tol adalah sebagai berikut:

- a) merupakan lintas alternatif dari ruas jalan umum yang ada;
- b) ruas jalan umum tersebut minimal mempunyai fungsi arteri primer atau kolektor primer.

4.2 Geometri jalan bebas hambatan untuk jalan tol

Geometri jalan bebas hambatan untuk jalan tol harus:

- a) memenuhi aspek-aspek keselamatan, keamanan, kenyamanan, dan kelancaran lalu lintas yang diperlukan;

- b) mempertimbangkan aspek-aspek lalu lintas yang akan digunakan sebagai jalan tol, tingkat pengembangan jalan, standar desain, pemeliharaan, kelas dan fungsi jalan, dan jalan masuk/jalan keluar, serta simpangsusun;
- c) memenuhi ketentuan standar geometri yang khusus dirancang untuk jalan bebas hambatan dengan sistim pengumpul tol;
- d) mempertimbangkan faktor teknis, ekonomis, finansial, dan lingkungan;
- e) memenuhi kelas dan spesifikasi yang lebih tinggi dan harus terkendali penuh dari jalan umum yang ada;
- f) direncanakan untuk dapat melayani arus lalu lintas jarak jauh dengan mobilitas tinggi;
- g) dilakukan dengan teknik sedemikian rupa sehingga terbentuk keserasian kombinasi antara alinyemen horizontal dan alinyemen vertikal;
- h) mempertimbangkan ketersediaan saluran samping yang memadai.

4.3 Pemilihan alinyemen jalan bebas hambatan untuk jalan tol

Alinyemen horisontal dan vertikal jalan bebas hambatan untuk jalan tol harus mempertimbangkan aspek kebutuhan teknik, konstruksi, lingkungan dan aspek kebutuhan pemakai jalan yang memadai dan efisien.

Pemilihan alinyemen harus mempertimbangkan:

- a) keamanan, keselamatan dan kenyamanan bagi pengoperasian lalu lintas dan pengemudi;
- b) kesesuaian dan keserasian lingkungan dengan topografi, geografi, dan geologi di sekitar jalan tol tersebut;
- c) koordinasi antara alinyemen horisontal dan alinyemen vertikal;
- d) kelayakan teknik, ekonomi, lingkungan, dan ketersediaan lahan.
- e) Di dalam alinemen vertikal harus mempertimbangkan landai kritis

4.4 Desain jalan bebas hambatan untuk jalan tol

Desain jalan bebas hambatan untuk jalan tol harus memenuhi:

- a) secara fungsi harus merupakan jalan arteri primer atau kolektor primer;
- b) **Jalan** masuk dan keluar harus terkendali penuh dan hanya ada **jalan** yang sudah ditetapkan;
- c) tidak ada persimpangan yang sebidang;
- d) karena kondisi topografi dan lahan dapat berbentuk:
 - 1) jalan dengan jalur utama pada permukaan tanah;
 - 2) jalan layang dengan jalur utama diatas tanah;
 - 3) jalan dengan jalur utama pada lintas bawah.
 - 4) jalan terowongan dengan jalur utama di dalam tanah/air
 - 5) jembatan;
 - 6) kombinasi diantara tersebut dalam butir 1), 2), 3), 4), dan 5) tersebut di atas.

5 Ketentuan teknis jalan utama

5.1 Standar jalan

5.1.1 Standar menurut fungsi jalan

Standar jalan menurut fungsi jalan berdasarkan sifat dan pola pergerakan pada lalu lintas dan angkutan jalan. Klasifikasi jalan bebas hambatan untuk jalan tol menurut fungsi jalan dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1 Klasifikasi menurut fungsi jalan

Fungsi Jalan	Jenis Angkutan yang Dilayani	Jarak Perjalanan	Kecepatan Rata-rata	Jumlah Jalan Masuk
Arteri	Utama	Jauh	Tinggi	Dibatasi
Kolektor	Pengumpul atau pembagi	Sedang	Sedang	Dibatasi

5.1.2 Standar menurut kelas jalan

Standar menurut kelas jalan dibedakan berdasarkan penggunaan jalan dan kelancaran lalu lintas dan angkutan jalan, serta spesifikasi penyediaan prasarana jalan.

5.1.2.1 Standar kelas jalan berdasarkan penggunaan jalan dan kelancaran lalu lintas dan angkutan jalan

Standar kelas jalan bebas hambatan untuk jalan tol berdasarkan penggunaan jalan dan kelancaran lalu lintas dan angkutan jalan dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2 Standar kelas jalan berdasarkan fungsi, dimensi kendaraan dan MST

Kelas Jalan	Fungsi Jalan	Dimensi Kendaraan Maksimum yang Diizinkan			Muatan Sumbu Terberat yang Diizinkan (ton)
		Lebar (mm)	Panjang (mm)	Tinggi (mm)	
I	Arteri dan Kolektor	2.500	18.000	4.200	10
Khusus	Arteri	>2.500	>18.000	4.200	>10

Kelas jalan bebas hambatan untuk jalan tol didesain dengan jalan kelas 1, tetapi untuk kasus khusus dimana jalan tol tersebut melayani kawasan berikat ke jalan menuju dermaga atau ke stasiun kereta api, dimana kendaraan yang dilayani lebih besar dari standar yang ada, maka harus didesain menggunakan jalan kelas khusus.

5.1.2.2 Standar kelas jalan berdasarkan spesifikasi penyediaan prasarana jalan

Klasifikasi kelas jalan bebas hambatan untuk jalan tol berdasarkan spesifikasi penyediaan prasarana jalan adalah jalan bebas hambatan karena:

- jalan tol melayani arus lalu lintas jarak jauh,
- tidak ada persimpangan sebidang,
- jumlah jalan masuk dibatasi dan harus terkendali secara penuh,
- jumlah lajur minimal dua lajur per arah,
- menggunakan pemisah tengah atau median, dan
- harus dilakukan pemagaran.

5.1.3 Klasifikasi medan jalan

Klasifikasi medan jalan berdasarkan kondisi sebagian besar kemiringan medan yang diukur melintang terhadap sumbu jalan dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3 Klasifikasi menurut medan jalan

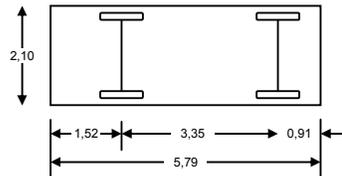
Medan Jalan	Notasi	Kemiringan Medan
Datar	D	< 10,0%
Perbukitan	B	10,0% - 25,0%
Pegunungan	G	> 25,0%

5.2 Standar Kendaraan rencana

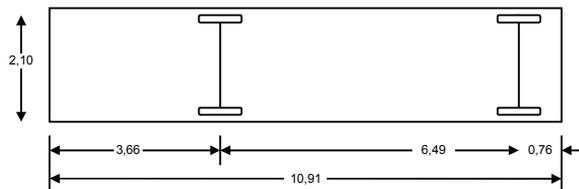
Dimensi standar kendaraan rencana untuk desain jalan bebas hambatan untuk jalan tol dapat dilihat pada Tabel 4 dan seperti diilustrasikan pada Gambar 1 hingga Gambar 6.

Tabel 4 Dimensi kendaraan rencana

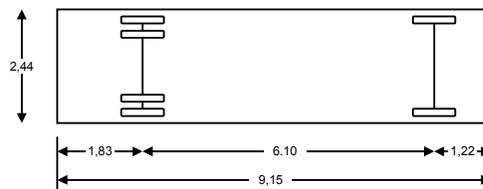
Jenis Kendaraan Rencana	Dimensi Kendaraan (m)			Dimensi Tonjolan (m)		Radius Putar Minimum (m)
	Tinggi	Lebar	Panjang	Depan	Belakang	
Mobil Penumpang	1,3	2,1	5,8	0,9	1,5	7,31
Bus	3,2	2,4	10,9	0,8	3,7	11,86
Truk 2 as	4,1	2,4	9,2	1,2	1,8	12,80
Truk 3 as	4,1	2,4	12,0	1,2	1,8	
Truk 4 as	4,1	2,4	13,9	0,9	0,8	12,20
Truk 5 as	4,1	2,5	16,8	0,9	0,6	13,72



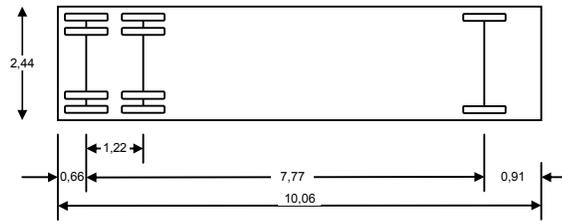
Gambar 1 - Dimensi mobil penumpang



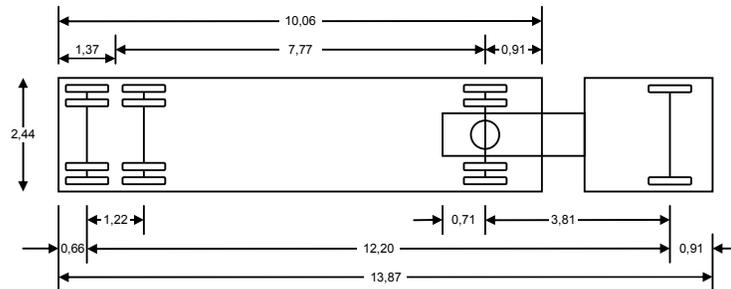
Gambar 2 - Dimensi bus



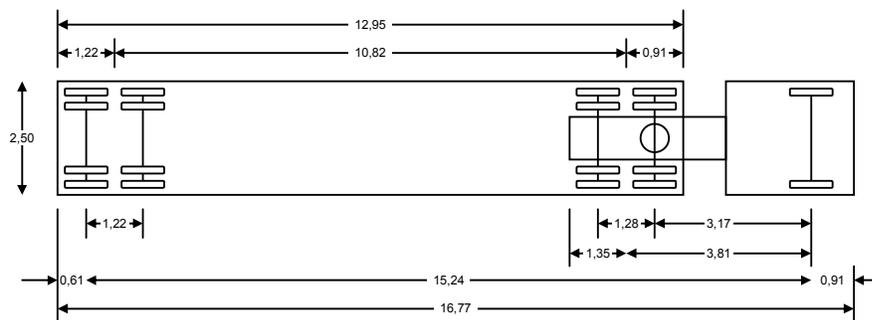
Gambar 3 - Kendaraan truk 2 as



Gambar 4 - Kendaraan truk 3 as



Gambar 5 - Kendaraan truk 4 as



Gambar 6 - Kendaraan truk 5 as

5.3 Standar jumlah lajur

Standar minimal jumlah lajur adalah 2 (dua) lajur per arah atau $4/2 D$ dan ditentukan berdasarkan tipe alinyemen sebagaimana ditunjukkan pada Tabel 5 dan prakiraan volume lalu lintas yang dinyatakan dalam kendaraan/jam sebagaimana ditunjukkan pada Tabel 6.

Tabel 5 Tipe Alinyemen

Tipe alinyemen	Naik + turun (m/km)	Lengkung horisontal (rad/km)
Datar	< 10	< 1,0
Perbukitan	10-30	1,0 - 2,5
Pegunungan	>30	> 2,5

Tabel 6 Jumlah lajur berdasarkan arus lalu lintas

Tipe Alinyemen	Arus Lalu Lintas per Arah (kend/jam)	Jumlah Lajur (Minimal)
Datar	≤ 2.250	4/2 D
	≤ 3.400	6/2 D
	≤ 5.000	8/2 D
Perbukitan	≤ 1.700	4/2 D
	≤ 2.600	6/2 D
Pegunungan	≤ 1.450	4/2 D
	≤ 2.150	6/2 D

Keterangan: D artinya pemisahan lajur

Dalam menghitung LHR, karena pengaruh berbagai jenis kendaraan, digunakan faktor ekivalen mobil penumpang.

5.3.1 Nilai ekivalensi mobil penumpang (emp)

Nilai emp untuk jalan bebas hambatan untuk jalan tol dapat dilihat pada Tabel 7.

Tabel 7 Ekivalensi mobil penumpang (emp)

Tipe alinyemen	Arus lalu lintas per arah (kend/jam)		emp		
	4/2 D	6/2D	MHV	LB	LT
Datar	2.250	3.400	1,6	1,7	2,5
	≥ 2.800	≥ 4.150	1,3	1,5	2,0
Perbukitan	1.700	2.600	2,2	2,3	4,3
	≥ 2.250	≥ 3.300	1,8	1,9	3,5
Pegunungan	1.450	2.150	2,6	2,9	4,8
	≥ 2.000	≥ 3.000	2,0	2,4	3,8

Keterangan:

LV	Kendaraan Ringan	Kendaraan bermotor ber as dua dengan 4 (empat) roda dan dengan jarak as 2,0 m - 3,0 m (meliputi: mobil penumpang, oplet, mikrobis, pick-up dan truk kecil)
MHV	Kendaraan Berat Menengah	Kendaraan bermotor dengan dua gandar, dengan jarak 3,5 m - 5,0 m (termasuk bis kecil, truk dua as dengan enam roda)
LT	Truk Besar	Truk tiga gandar dan truk kombinasi dengan jarak gandar < 3,5 m
LB	Bis Besar	Bis dengan dua atau tiga gandar dengan jarak as 5,0 m - 6,0 m.

5.3.2 Volume lalu lintas rencana

Perkiraan volume lalu lintas selama umur rencana jalan yang diperlukan disebut volume jam rencana (VJR). Volume Jam Rencana dihitung berdasarkan rumus sebagai berikut:

$$VJR = VLHR \times \frac{K}{100}$$

Keterangan :

VLHR : prakiraan volume lalu lintas harian pada akhir tahun rencana lalu lintas (smp/hari)

K : faktor volume lalu lintas jam sibuk (%), disebut faktor K, untuk jalan bebas hambatan k= 11% (MKJI)

5.3.3 Standar pelayanan dan karakteristik operasi

Tingkat pelayanan jalan bebas hambatan untuk jalan tol didefinisikan sebagai kemampuan ruas jalan bebas hambatan untuk menampung lalu lintas pada keadaan tertentu. Tingkat pelayanan minimum untuk jalan bebas hambatan untuk jalan tol antarkota adalah B dan tingkat pelayanan minimum untuk jalan bebas hambatan untuk jalan tol perkotaan adalah C. Karakteristik operasi terkait untuk tingkat pelayanan di jalan tol dapat dilihat pada Tabel 8.

Tabel 8 Standar pelayanan dan karakteristik operasi

Tingkat Pelayanan	Karakteristik Operasi Terkait
A	<ul style="list-style-type: none">• Arus bebas• Volume pelayanan 1400 smp/jam pada 2 lajur 1 arah
B	<ul style="list-style-type: none">• Arus stabil dengan kecepatan tinggi• Volume pelayanan maksimal 2000 smp/jam pada 2 lajur 1 arah
C	<ul style="list-style-type: none">• Arus masih stabil• Volume pelayanan pada 2 lajur 1 arah < 75% kapasitas• lajur (yaitu 1500 smp/jam/lajur atau 3000 smp/jam untuk 2 lajur)

5.4 Kecepatan rencana

Kecepatan rencana jalan bebas hambatan untuk jalan tol harus memenuhi kriteria sebagaimana ditetapkan pada Tabel 9:

Tabel 9 Kecepatan rencana (VR)

Medan Jalan	V _R (km/jam) minimal	
	Antarkota	Perkotaan
Datar	120	80-100
Perbukitan	100	80
Pegunungan	80	60

Catatan: Kecepatan rencana 140 km/jam (masuk di range) diijinkan untuk jalan tol antarkota setelah dilakukan analisis tertentu.

5.5 Bagian-bagian jalan

5.5.1 Umum

Bagian-bagian jalan secara umum meliputi ruang manfaat jalan, ruang milik jalan, dan ruang pengawasan jalan.

5.5.2 Ruang manfaat jalan

Ruang manfaat jalan diperuntukkan bagi median, perkerasan jalan, jalur pemisah, bahu jalan, saluran tepi jalan, lereng, ambang pengaman, timbunan, galian, gorong-gorong, perlengkapan jalan dan bangunan pelengkap jalan.

Ruang manfaat jalan bebas hambatan untuk jalan tol harus mempunyai lebar dan tinggi ruang bebas serta kedalaman sebagai berikut:

- a) lebar ruang bebas diukur di antara 2 (dua) garis vertikal batas bahu jalan;
- b) tinggi ruang bebas minimal 5 (lima) meter di atas permukaan jalur lalu lintas tertinggi;
- c) kedalaman ruang bebas minimal 1,50 meter di bawah permukaan jalur lalu lintas terendah.

5.5.3 Ruang milik jalan

Ruang milik jalan diperuntukan bagi ruang manfaat jalan dan pelebaran jalan maupun penambahan lajur lalu lintas di kemudian hari serta kebutuhan ruangan untuk pengamanan jalan tol dan fasilitas jalan tol.

Ruang milik jalan bebas hambatan untuk jalan tol harus memenuhi persyaratan sebagai berikut:

- lebar dan tinggi ruang bebas ruang milik jalan minimal sama dengan lebar dan tinggi ruang bebas ruang manfaat jalan.
- lahan ruang milik jalan harus dipersiapkan untuk dapat menampung minimal 2 x 3 lajur lalu lintas terpisah dengan lebar ruang milik jalan minimal 40 meter di daerah antarkota dan 30 meter di daerah perkotaan;
- lahan pada ruang milik jalan diberi patok tanda batas sekurang-kurangnya satu patok setiap jarak 100 meter dan satu patok pada setiap sudut serta diberi pagar pengaman untuk setiap sisi.
- Pada kondisi jalan tol layang, perlu diperhatikan ruang milik jalan di bawah jalan tol.

5.5.4 Ruang pengawasan jalan

Ruang pengawasan jalan diperuntukkan bagi pandangan bebas pengemudi dan pengamanan konstruksi jalan. Batas ruang pengawasan jalan bebas hambatan untuk jalan tol adalah 40 meter untuk daerah perkotaan dan 75 meter untuk daerah antarkota, diukur dari as jalan tol. Dalam hal jalan tol berdempetan dengan jalan umum ketentuan tersebut diatas tidak berlaku.

Jalan ditetapkan keberadaannya dalam suatu ruang yang telah didefinisikan di atas. Ruang-ruang tersebut dipersiapkan untuk menjamin kelancaran dan keselamatan serta kenyamanan pengguna jalan disamping keutuhan konstruksi jalan. Dimensi ruang yang minimum untuk menjamin keselamatan pengguna jalan diatur sesuai dengan jenis prasarana dan fungsinya. standar ukuran dimensi minimum dari RumaJa, RumiJa, dan RuwasJa jalan bebas hambatan untuk jalan tol dapat dilihat pada Tabel 10.

Tabel 10 Dimensi ruang jalan bebas hambatan untuk jalan tol

Bagian-bagian jalan	Komponen geometri	Dimensi minimum (m)			
		Jalan tol			
RUMAJA			Antarkota	Perkotaan	
	Lebar badan jalan		30,0	22,0	
	Tinggi		5,00	5,00	
	Kedalaman		1,50	1,50	
RUMIJA		JBH	Jalan Tol		
			Antarkota	Perkotaan	Layang/ Terowongan
	Lebar	30	40	30	20
RUWASJA		JBH	Jalan Tol		
			Antarkota	Perkotaan	Jembatan
	Lebar ¹⁾	75	75	40	100 ²⁾

Catatan : ¹⁾ Lebar diukur dari As Jalan

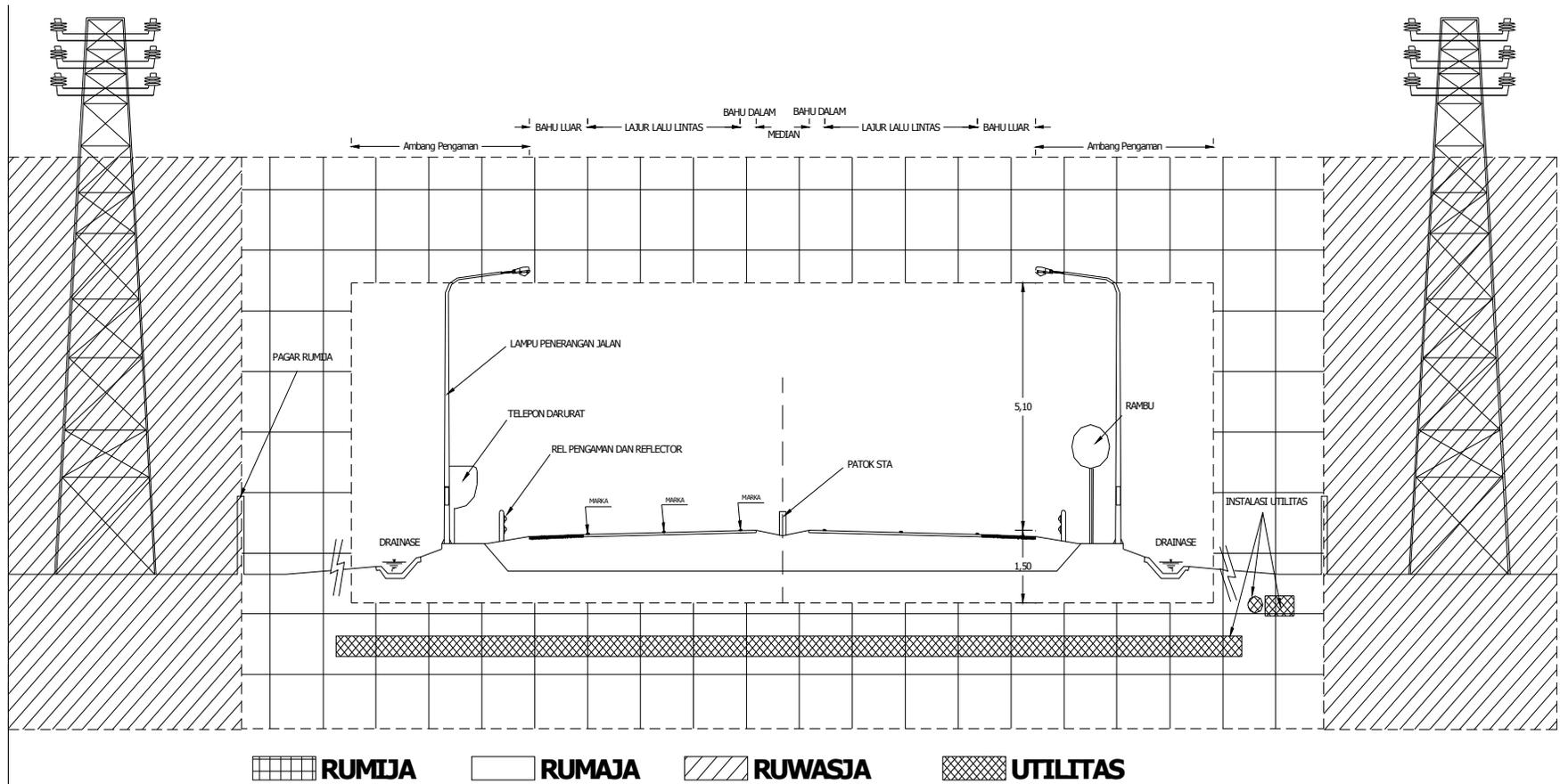
²⁾ 100 m ke hilir dan 100 ke hulu

5.6 Penampang melintang

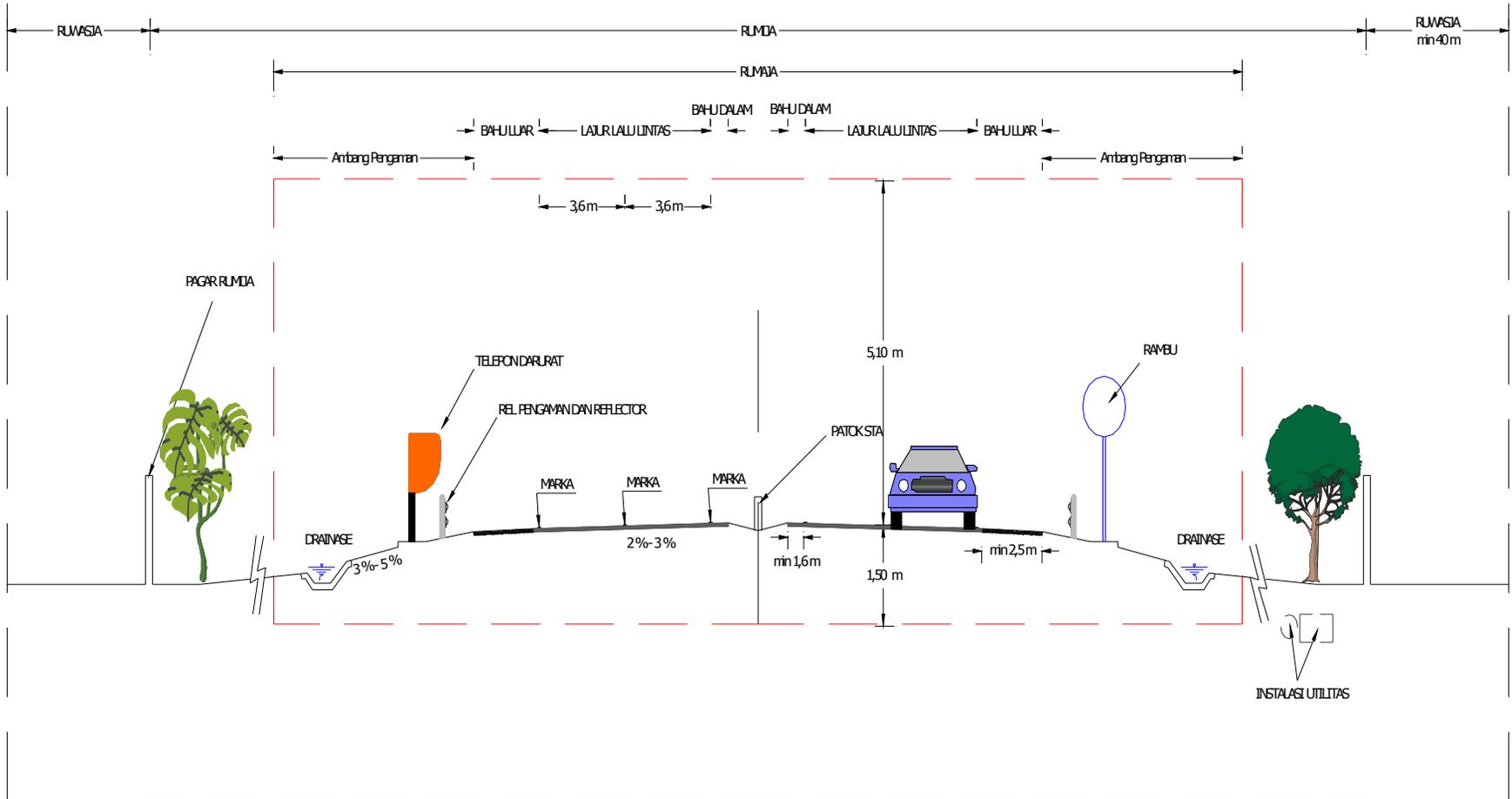
5.6.1 Komposisi penampang melintang

Komposisi penampang melintang jalan bebas hambatan untuk jalan tol terdiri dari: jalur lalu lintas, median dan jalur tepian, bahu, rel pengaman, saluran samping, lereng/talud.

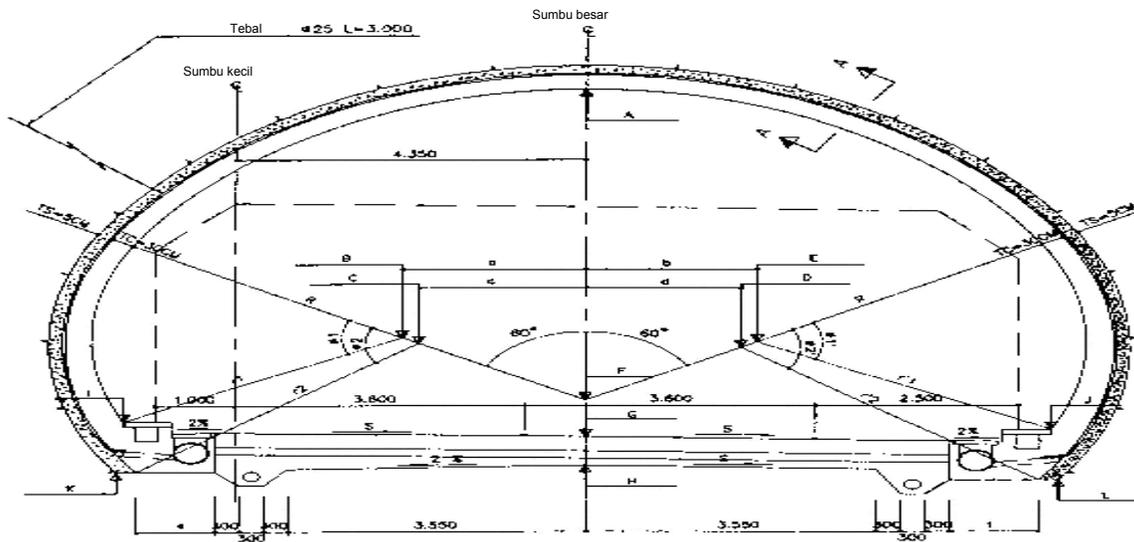
Standar tipikal penampang melintang untuk jalan tol di atas tanah (*at grade*), layang (*elevated*), dan terowongan/*underpass* dapat dilihat pada Gambar 7,8, 9, dan 10.



Gambar 7 - Tipikal Rumaja, Rumija, dan Ruwasja jalan bebas hambatan untuk jalan tol



Gambar 8 - Tipikal potongan melintang jalan bebas hambatan untuk jalan tol di atas tanah (at grade)



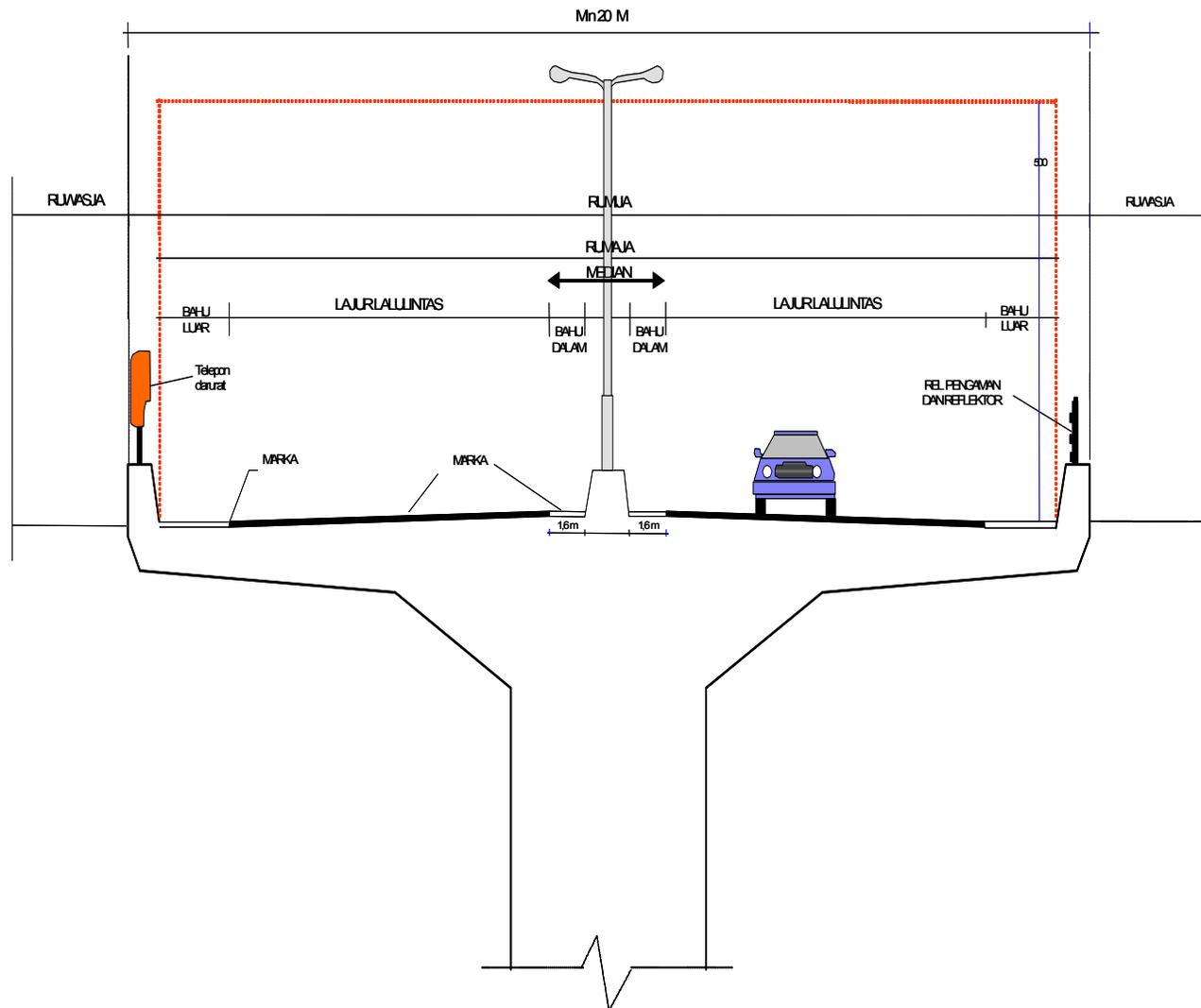
Dimensi 1

S (%)	a	b	c	d	e	f	R	r1	r2	r1'	r2'	$\phi 1$	$\phi 2$	$\phi 1'$	$\phi 2'$
2	2.352	2.201	2.161	2.011	1.056	1.058	6.511	3.795	4.316	3.969	4.489	58.108728*	69.196463*	58.190928*	68.819254*
3	2.453	2.222	2.269	2.039	1.021	1.025	6.539	3.706	4.219	3.973	4.485	59.154205*	70.634525*	59.211739*	69.992362*
4	2.538	2.230	2.358	2.050	1.000	1.008	6.568	3.637	4.145	3.993	4.501	59.936933*	71.771219*	59.942560*	70.776039*

Dimensi 2

S (%)	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L
2	7.263	2.110	2.000	1.913	2.023	0.752	0.000	-0.600	0.326	0.148	-0.724	-0.902
3	7.291	2.169	2.062	1.929	2.035	0.752	0.000	-0.600	0.364	0.097	-0.686	-0.953
4	7.320	2.218	2.113	1.936	2.040	0.752	0.000	-0.600	0.402	0.046	-0.648	-0.004

Gambar 9 - Tipikal potongan melintang jalan bebas hambatan untuk jalan tol di terowongan (underpass)



Gambar 10 - Tipikal potongan melintang jalan bebas hambatan untuk jalan tol layang (elevated)

5.6.2 Lebar lajur dan bahu jalan

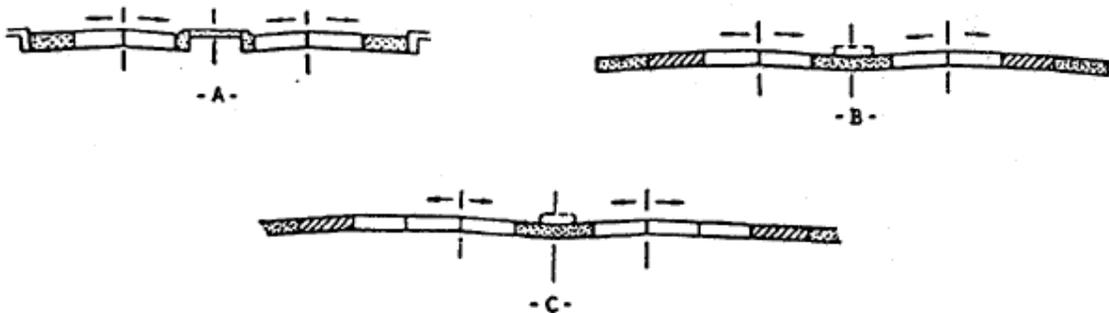
Lebar lajur dan lebar bahu jalan ditentukan berdasarkan lokasi jalan tol dan kecepatan rencana. Lebar lajur dan bahu jalan dapat dilihat pada Tabel 11.

Tabel 11 Lebar lajur dan bahu jalan tol

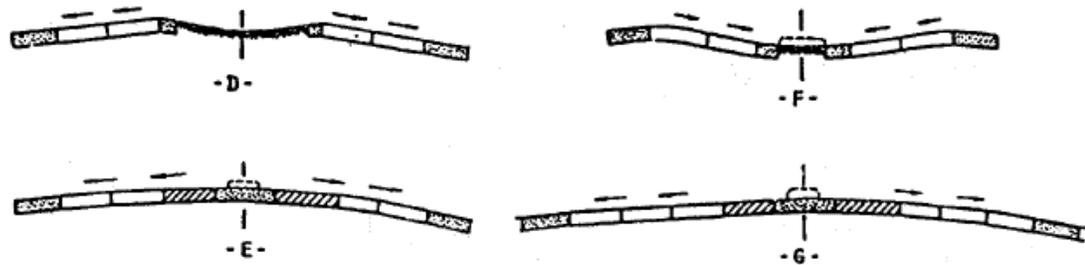
Lokasi Jalan Tol	V_R (km/jam)	Lebar Lajur (m)		Lebar Bahu Luar Diperkeras (m)		Lebar Bahu Dalam Diperkeras (m)
		Minimal	Ideal	Minimal	Ideal*	
Antarkota	120	3,60	3,75	3,00	3,50	1,50
	100	3,60	3,60	3,00	3,50	1,50
	80	3,60	3,60	3,00	3,50	1,00
Perkotaan	100	3,50	3,60	3,00	3,50	1,00
	80	3,50	3,50	2,00	3,50	0,50
	60	3,50	3,50	2,00	3,50	0,50

*) dibutuhkan pada saat kendaraan besar mengalami kerusakan

Kemiringan melintang jalur lalu lintas dapat dilakukan secara 1 (satu) arah atau 2 (dua) arah untuk masing-masing jalurnya, seperti diilustrasikan pada Gambar 11 dan 12 berikut.



Gambar 11 - Kemiringan melintang 2 arah pada tiap jalur



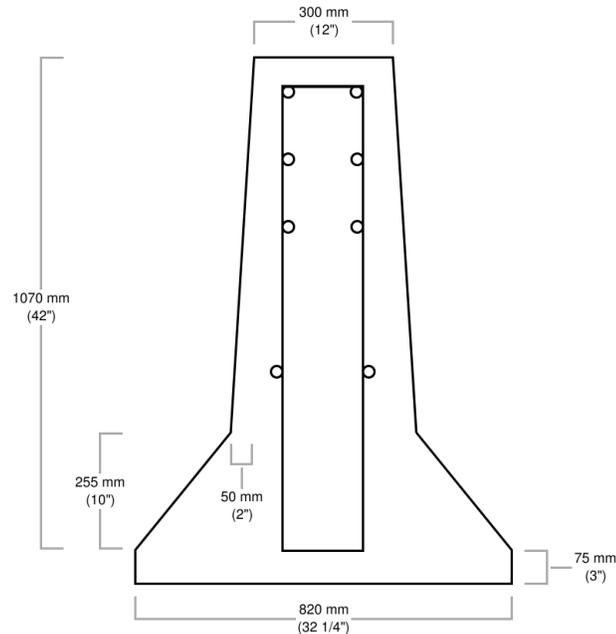
Gambar 12 - Kemiringan melintang 1 arah pada tiap jalur

Kemiringan melintang normal lajur lalu lintas adalah 2-3% dan bahu jalan 3-5%,

5.6.3 Median

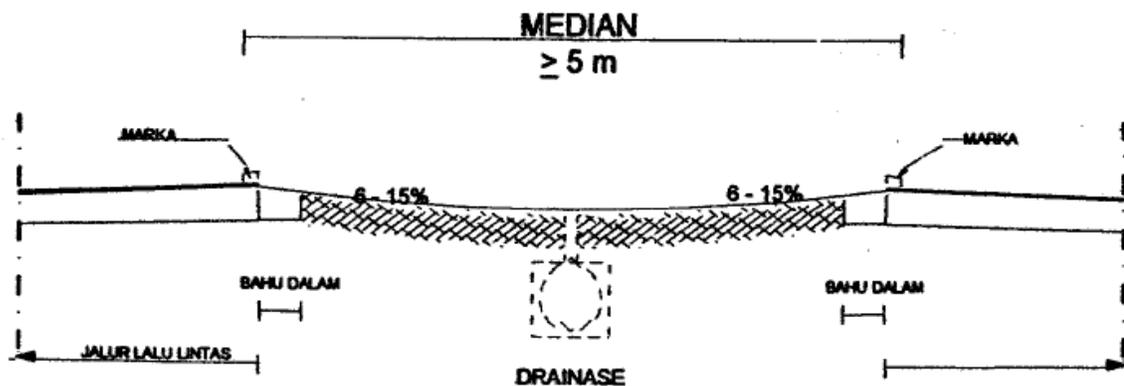
Median atau pemisah tengah merupakan bangunan yang berfungsi memisahkan arus lalu lintas berlawanan arah dan ada tiga tipe standar median yang dapat digunakan:

1. *Median Concrete Barrier*, yaitu penghalang memanjang yang berfungsi sebagai pengaman. Median concrete barrier ada 2 jenis yaitu tipe standar dengan tinggi 32" (81,28 cm) dan tipe "high" dengan tinggi 42" (106,68 cm).



Gambar 13 - Median Concrete Barrier dengan tipe High

2. Median yang diturunkan, yaitu median yang dibuat lebih rendah dari permukaan jalur lalu lintas. Median yang diturunkan harus mengikuti ketentuan sebagai berikut:
 - dipasang apabila lebar lahan yang disediakan untuk median lebih besar atau sama dengan 5,0 m
 - kemiringan permukaan median antara 6% -15 %, dimulai dari sisi luar ke tengah-tengah median dan secara fisik berbentuk cekungan.
 - untuk jalan tol di daerah perkotaan, median yang diturunkan tidak diperbolehkan, harus datar sebagai ruang terbuka hijau dan/ atau ruang untuk pelebaran lajur tambahan di masa yang akan datang.
 - detail potongan dan penempatan median yang direndahkan dalam potongan melintang jalan dapat dilihat pada Gambar 14.



Gambar 14 - Median yang diturunkan

Lebar median jalan harus memenuhi ketentuan pada Tabel 12.

Tabel 12 Perencanaan median jalan tol

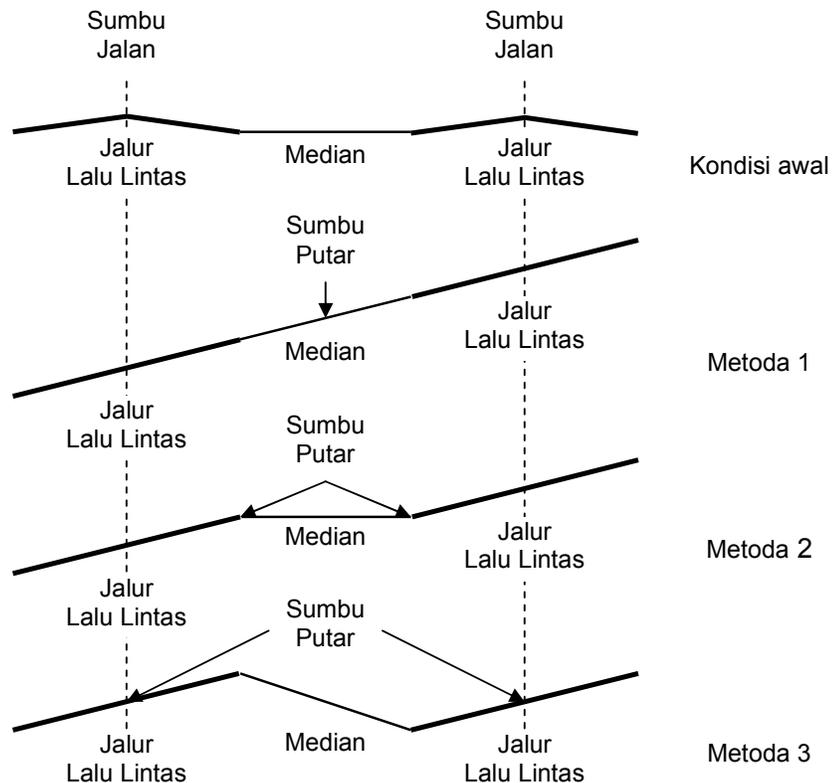
Lokasi Jalan Tol	Lebar Median (m)		Keterangan
	Minimal	Konstruksi Bertahap	
Antarkota	5,50	13,00	diukur dari garis tepi dalam lajur lalu lintas
Perkotaan	3,00	10,00	

Catatan: Untuk median dengan lebar minimum harus menggunakan rel pengaman lalu lintas.

5.6.4 Penampang melintang median pada jalan terkena superelevasi

Pada kondisi tikungan dengan superelevasi, median jalan bebas hambatan untuk jalan tol dipilih dengan cara 3 (tiga) metoda untuk digunakan dalam pencapaian superelevasi, seperti pada Gambar 15 dan dijelaskan sebagai berikut:

- a) Metoda 1, dengan ketentuan:
 - 1) Keseluruhan jalur lalu lintas termasuk median terkena superelevasi menyerupai sebidang datar;
 - 2) Bagian tengah median menjadi sumbu putar superelevasi.
- b) Metoda 2, dengan ketentuan:
 - 1) Keseluruhan jalur lalu lintas tanpa median terkena superelevasi;
 - 2) Sisi bagian dalam median menjadi sumbu putar jalur dalam, sisi luar median menjadi sumbu putar jalur luar.
- c) Metoda 3, dengan ketentuan:
 - 1) Kedua jalur lalu lintas diperlakukan secara terpisah;
 - 2) Masing-masing jalur lalu lintas menggunakan sumbu jalurnya untuk melakukan superelevasi

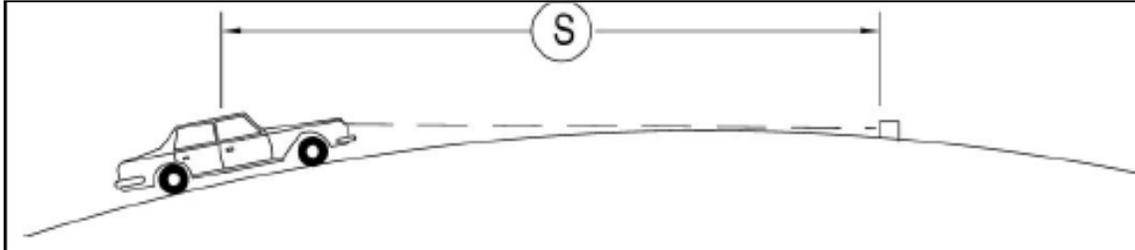


Gambar 15 - Pencapaian superelevasi pada jalan dengan median

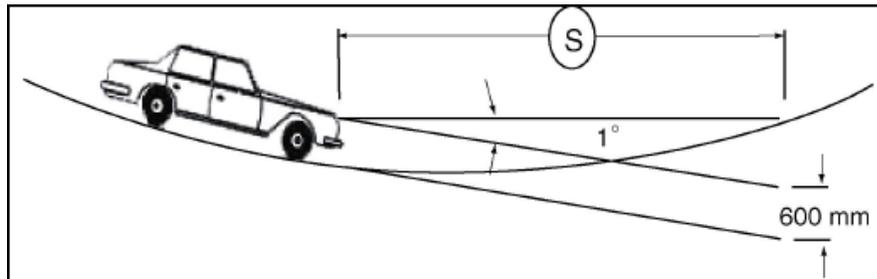
5.7 Jarak pandang dan kebebasan samping

5.7.1 Jarak pandang

Jarak pandang (S) diukur berdasarkan asumsi bahwa tinggi mata pengemudi adalah 108 cm dan tinggi halangan 60 cm diukur dari permukaan jalan. Setiap bagian jalan harus memenuhi jarak pandang.



Gambar 16 - Jarak pandang henti pada lengkung vertikal cembung



Gambar 17 - Jarak pandang henti pada lengkung vertikal cekung

Jarak pandang henti (S_s) terdiri dari 2 (dua) elemen jarak, yaitu:

- jarak awal reaksi (S_r) adalah jarak pergerakan kendaraan sejak pengemudi melihat suatu halangan yang menyebabkan ia harus berhenti sampai saat pengemudi menginjak rem;
- jarak awal pengereman (S_b) adalah jarak pergerakan kendaraan sejak pengemudi menginjak rem sampai kendaraan berhenti.

Jarak pandang henti dapat terjadi pada dua kondisi tertentu sebagai berikut:

- Jarak pandang henti (S_s) pada bagian datar dihitung dengan rumus:

$$S_s = 0,278 \times V_R \times T + 0,039 \frac{V_R^2}{a}$$

- Jarak pandang henti (S_s) akibat kelandaian dihitung dengan rumus:

$$S_s = 0,278 \times V_R \times T + \frac{V_R^2}{254 \left[\left(\frac{a}{9,81} \right) \pm G \right]}$$

Keterangan:

V_R = kecepatan rencana (km/jam)

T = waktu reaksi, ditetapkan 2,5 detik

a = tingkat perlambatan (m/dtk^2), ditetapkan 3,4 meter/ dtk^2

G = kelandaian jalan (%)

Tabel 13 berisi S_s minimum yang dihitung berdasarkan rumus di atas dengan pembulatan-pembulatan untuk berbagai V_R .

Tabel 13 Jarak pandang henti (S_s) minimum

V_R (km/jam)	Jarak Awal Reaksi (m)	Jarak Awal Pengereman (m)	Jarak Pandang Henti (m)	
			Perhitungan	Pembulatan
120	83,3	163,4	246,7	250
100	69,4	113,5	182,9	185
80	55,6	72,6	128,2	130
60	41,7	40,8	82,5	85

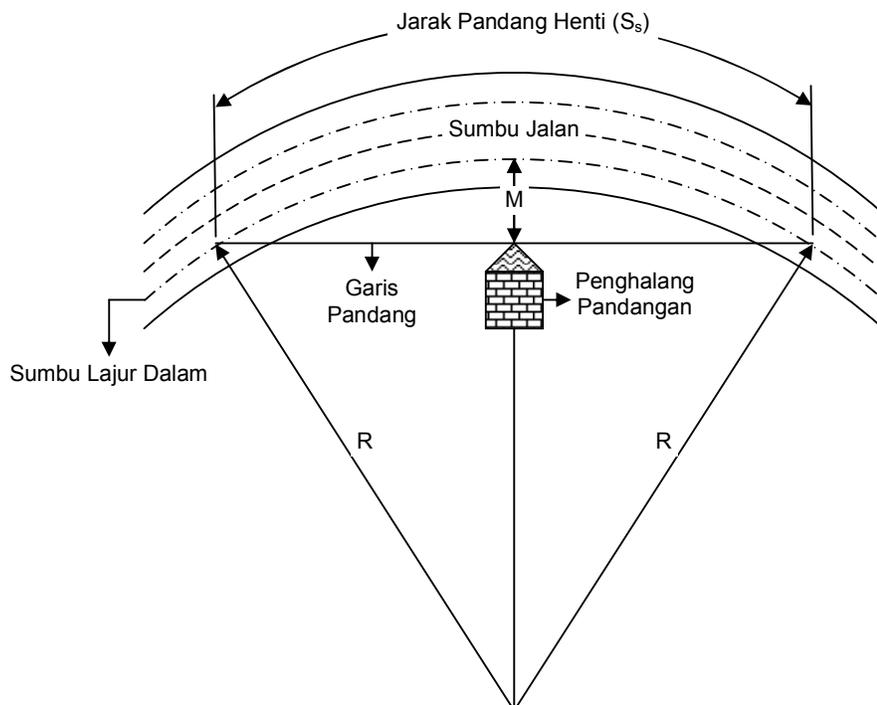
Tabel 14 berisi S_s minimum dengan kelandaian yang dihitung berdasarkan rumus di atas untuk berbagai V_R .

Tabel 14 Jarak pandang henti (S_s) minimum dengan kelandaian

V_R (km/jam)	Jarak Pandang Henti (m)											
	Turunan						Tanjakan					
	1%	2%	3%	4%	5%	6%	1%	2%	3%	4%	5%	6%
120	252	257	263	269	275	281	243	238	234	230	227	223
100	187	190	194	198	203	207	180	177	174	172	169	167
80	131	133	136	138	141	144	127	125	123	121	120	118
60	84	86	87	88	90	92	82	81	80	79	78	77

5.7.2 Daerah bebas samping di tikungan

Daerah bebas samping dimaksudkan untuk memberikan kemudahan pandangan di tikungan dengan membebaskan obyek-obyek penghalang sejauh M (meter), diukur dari garis tengah lajur dalam sampai obyek penghalang pandangan sehingga persyaratan jarak pandang henti dipenuhi. Ilustrasi dari daerah bebas samping di tikungan dapat dilihat pada Gambar 18



Gambar 18 - Diagram ilustrasi komponen untuk menentukan daerah bebas samping

Daerah bebas samping di tikungan pada kondisi tertentu dihitung berdasarkan rumus sebagai berikut:

- a) Jika jarak pandang lebih kecil dari panjang tikungan ($S_s < L_c$) seperti pada Gambar 19;

$$M = R \left[1 - \cos \left(\frac{90 S_s}{\pi R} \right) \right]$$

- b) Jika jarak pandang lebih besar dari panjang tikungan ($S_s > L_c$) seperti pada Gambar 20.

$$M = R \left[1 - \cos \left(\frac{90 L_c}{\pi R} \right) \right] + 0,5 (S_s - L_c) \sin \left(\frac{90 L_c}{\pi R} \right)$$

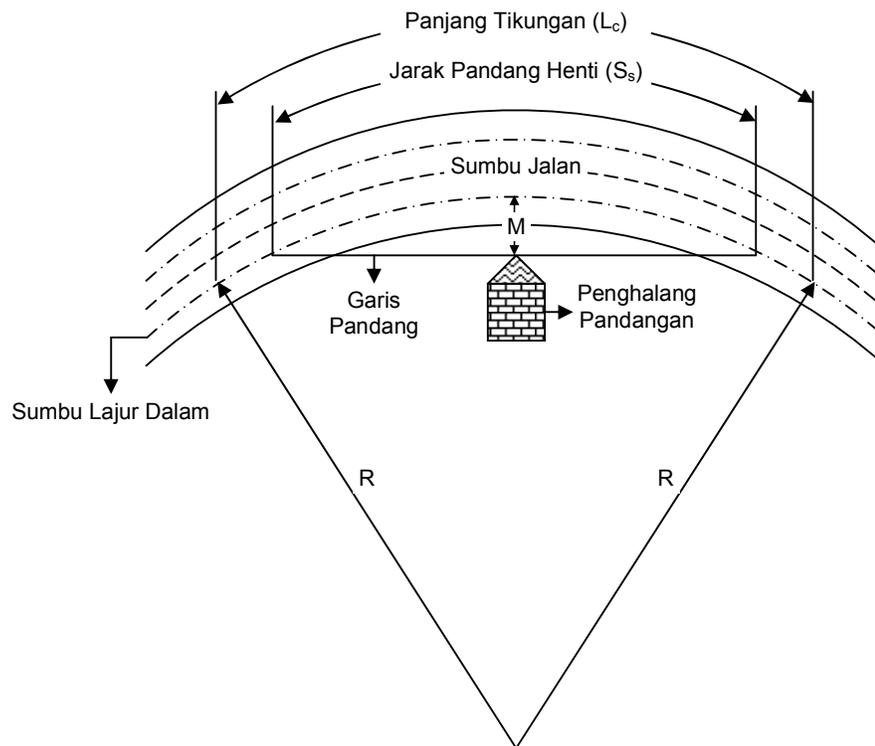
Keterangan:

M : jarak yang diukur dari sumbu lajur dalam sampai obyek penghalang pandangan (m)

R : jari-jari sumbu lajur dalam (m)

S_s : jarak pandang henti (m)

L_c : panjang tikungan (m)



Gambar 19 - Diagram ilustrasi daerah bebas samping di tikungan untuk $S_s < L_c$

Tabel 15 Daerah bebas samping di tikungan dengan $S_s < L_c$

R (m)	Daerah bebas samping di tikungan, M (m)			
	$V_R = 120$ km/jam	$V_R = 100$ km/jam	$V_R = 80$ km/jam	$V_R = 60$ km/jam
1.627	4,80			
1.500	5,21			
1.400	5,58			
1.300	6,00			
1.200	6,50			
1.140	6,84	3,75		
1.000	7,80	4,28		
900	8,67	4,75		
800	9,75	5,34		
700	11,13	6,10		
600	12,97	7,12		
563	$R_{min} = 590$	7,59	3,75	
500		8,53	4,22	
400		10,65	5,27	
300		$R_{min} = 365$	7,01	
250			8,40	
240			8,74	3,75
200			$R_{min} = 210$	4,50
175				5,14
150				5,98
140				6,40
130				6,89
120				7,45
				$R_{min} = 110$

Tabel 16 Daerah bebas samping di tikungan dengan $S_s > L_c$, dimana $S_s - L_c = 25$ m

R (m)	Daerah bebas samping di tikungan, M (m)			
	$V_R = 120$ km/jam	$V_R = 100$ km/jam	$V_R = 80$ km/jam	$V_R = 60$ km/jam
1.611	4,80			
1.500	5,15			
1.400	5,52			
1.300	5,95			
1.200	6,44			
1.119	6,90	3,75		
1.000	7,72	4,20		
900	8,58	4,66		
800	9,65	5,24		
700	11,02	5,99		
600	12,85	6,99		
542	$R_{min} = 590$	7,73	3,75	
500		8,38	4,06	
400		10,46	5,08	
300		$R_{min} = 365$	6,76	
250			8,10	
220			9,21	3,75
200			$R_{min} = 210$	4,11
175				4,70
150				5,47
140				5,86
130				6,31
120				6,82
				$R_{min} = 110$

Tabel 17 Daerah bebas samping di tikungan dengan $S_s > L_c$, dimana $S_s - L_c = 50$ m

R (m)	Daerah bebas samping di tikungan, M (m)			
	$V_R = 120$ km/jam	$V_R = 100$ km/jam	$V_R = 80$ km/jam	$V_R = 60$ km/jam
1.562	4,80			
1.500	5,00			
1.400	5,35			
1.300	5,77			
1.200	6,25			
1.057	7,09	3,75		
1.000	7,49	3,96		
900	8,32	4,40		
800	9,36	4,95		
700	10,69	5,66		
600	12,46	6,60		
500	$R_{min} = 590$	7,91		
480		8,25	3,75	
400		9,88	4,49	
300		$R_{min} = 365$	5,99	
250			7,18	
200			$R_{min} = 210$	
175				
157				3,75
150				3,93
140				4,21
130				4,53
120				4,91
				$R_{min} = 110$

Catatan:

Jalan antar kota rumija, 40 m, jarak antara sumbu lajur dalam ke rumija adalah 6,75 m.

Jalan perkotaan, rumija 30 m, jarak antara sumbu lajur dalam ke rumija adalah 4,25 m.

5.8 Alinyemen horizontal

5.8.1 Umum

- Alinyemen horizontal terdiri atas bagian lurus dan bagian lengkung (disebut juga tikungan).
- Geometri pada bagian lengkung didesain sedemikian rupa dimaksudkan untuk mengimbangi gaya sentrifugal yang diterima oleh kendaraan yang berjalan pada kecepatan V_R .
- Untuk keselamatan pemakai jalan, jarak pandang dan daerah bebas samping jalan, maka alinyemen horizontal harus diperhitungkan secara akurat.

5.8.2 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 ditetapkan menurut Tabel 18 sebagai berikut.

Tabel 18 Panjang bagian lurus maksimum

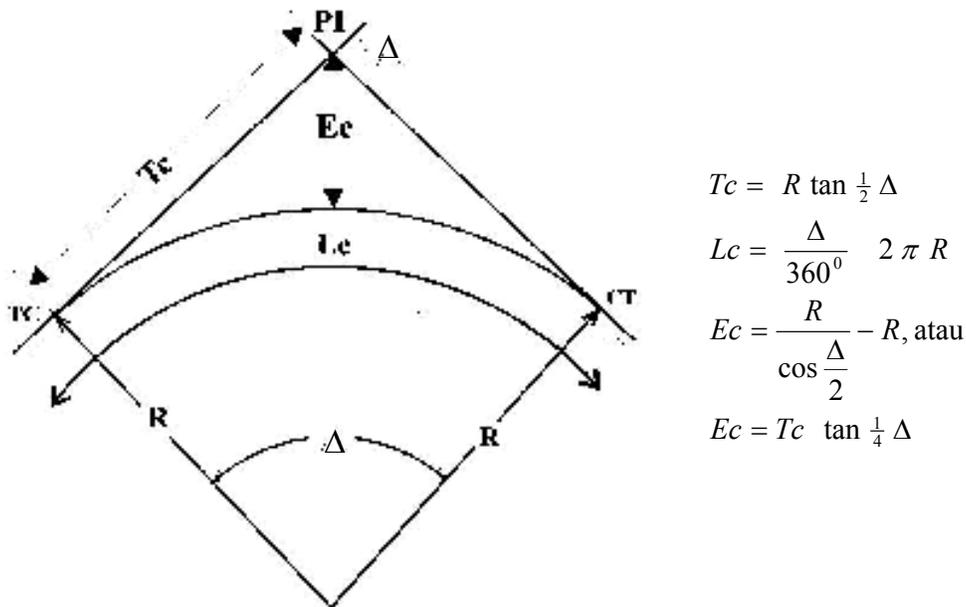
V_R (km/jam)	Panjang Bagian Lurus Maksimum (m)	
	Perhitungan	Pembulatan
140	5833,3	5850
120	5000,0	5000
100	4166,7	4200
80	3333,3	3350
60	2500,0	2500

5.8.3 Standar bentuk tikungan (ditambahkan kapan dipakai FC, SCS dan SS)

Standar bentuk tikungan terdiri atas 3 (tiga) bentuk secara umum, yaitu:

- a) *Full Circle* (FC), yaitu tikungan yang berbentuk busur lingkaran secara penuh. Tikungan ini memiliki satu titik pusat lingkaran dengan jari-jari yang seragam.
- b) *Spiral-Circle-Spiral* (SCS), yaitu tikungan yang terdiri dari 1 (satu) lengkung lingkaran dan 2 (dua) lengkung spiral.
- c) *Spiral-Spiral* (SS), yaitu tikungan yang terdiri atas 2 (dua) lengkung spiral.
- d) Lengkung khusus, yaitu berupa tikungan majemuk yang memiliki beberapa radius tikungan, yang dapat terdiri dari 3 (tiga) lengkung spiral atau lebih.

Standar bentuk-bentuk tikungan tersebut dan penjelasannya dapat dilihat pada Gambar 22 hingga Gambar 24, yang pemakaian dan penerapannya harus mempertimbangkan kondisi dan situasi lapangan yang direncanakan.



$$Tc = R \tan \frac{1}{2} \Delta$$

$$Lc = \frac{\Delta}{360^{\circ}} 2 \pi R$$

$$Ec = \frac{R}{\cos \frac{\Delta}{2}} - R, \text{ atau}$$

$$Ec = Tc \tan \frac{1}{4} \Delta$$

Gambar 22 - Tikungan Full Circle

5.8.4 Panjang tikungan

Panjang tikungan (L_t) dapat terdiri dari panjang busur lingkaran (L_c) dan panjang 2 (dua) lengkung spiral (L_s) atau beberapa lengkung spiral yang diukur sepanjang sumbu jalan. Untuk menjamin kelancaran dan kemudahan mengemudikan kendaraan pada saat menikung, maka panjang suatu tikungan tidak kurang dari 6 detik perjalanan dengan V_R . Panjang ini dapat diperhitungkan berdasarkan V_R atau ditetapkan berdasarkan Tabel 19 sebagai berikut:

Tabel 19 Panjang tikungan minimum

V_R (km/jam)	Panjang Tikungan Minimum (m)
120	200
100	170
80	140
60	100

Catatan : (perlu dijelaskan..)

- Pada tikungan full circle, nilai $L_s = 0$, sehingga $L_t = L_c$
- Pada tikungan Spiral-spiral, nilai $L_c = 0$, sehingga $L_t = 2 L_s$

5.8.5 Superelevasi

- Superelevasi harus dibuat pada semua tikungan kecuali tikungan yang memiliki radius yang lebih besar dari R_{min} tanpa superelevasi. Besarnya superelevasi harus direncanakan sesuai dengan V_R .
- Superelevasi berlaku pada jalur lalu lintas dan bahu jalan
- Nilai superelevasi maksimum ditetapkan antara 4%-10 %
- Harus diperhatikan masalah drainase pada pencapaian kemiringan.

5.8.6 Jari-jari tikungan

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

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

Keterangan:

- R_{min} = Jari jari tikungan minimum (m),
 V_R = Kecepatan rencana (km/j),
 e_{max} = Superelevasi maksimum (%),
 f_{max} = Koefisien gesek maksimum,

Besaran nilai superelevasi maksimum, ditentukan menggunakan Tabel 20 sebagai berikut:

Tabel 20 Superelevasi maksimum berdasarkan tata guna lahan dan iklim

Superelevasi Maksimum	Kondisi Yang Digunakan
10%	Maksimum untuk jalan tol antarkota
8%	Maksimum untuk jalan tol antarkota dengan curah hujan tinggi
6%	Maksimum untuk jalan tol perkotaan
4%	Maksimum untuk jalan tol perkotaan dengan kepadatan tinggi

Besaran nilai koefisien gesek maksimum, ditentukan menggunakan Tabel 21 sebagai berikut:

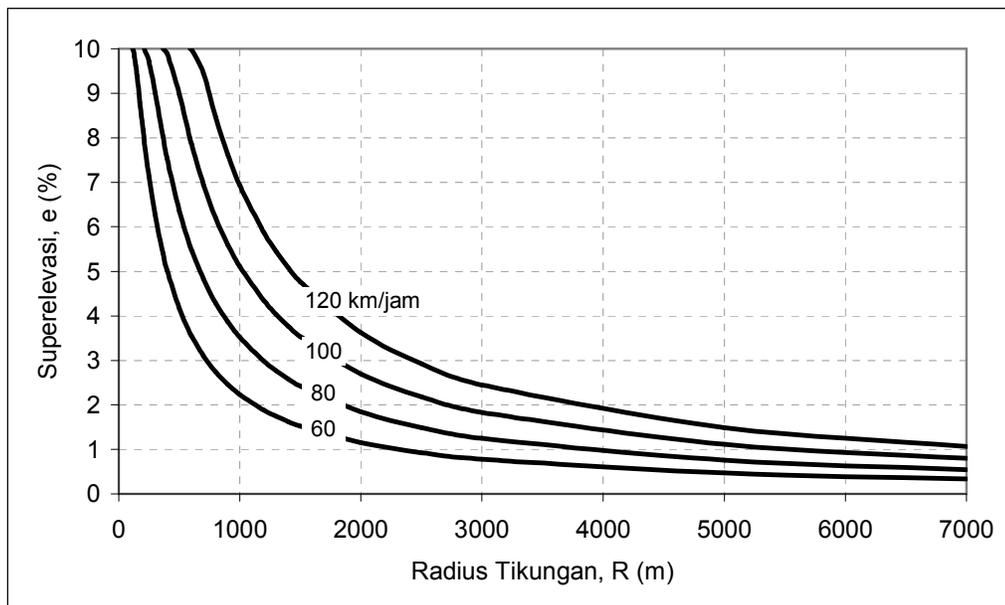
Tabel 21 Koefisien gesek maksimum berdasarkan V_R

V_R (km/jam)	Koefisien Gesek Maksimum (f_{max})
120	0,092
100	0,116
80	0,140
60	0,152

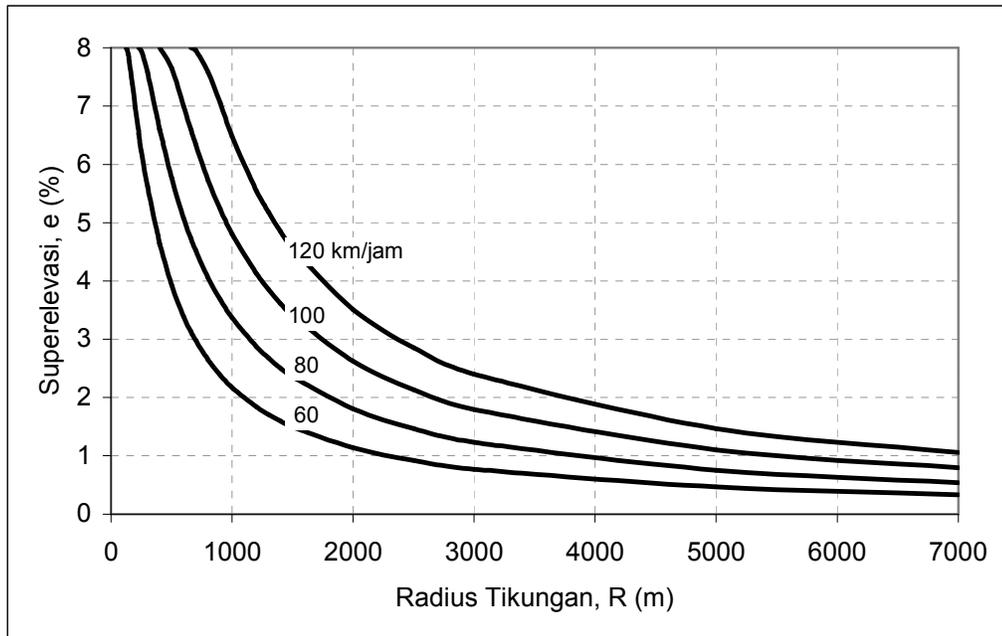
Hasil perhitungan R_{min} ditampilkan pada Tabel 22 serta distribusi besaran superelevasi berdasarkan nilai R ditampilkan pada Gambar 25 hingga Gambar 28 sebagai berikut.

Tabel 22 Panjang jari-jari minimum (dibulatkan)

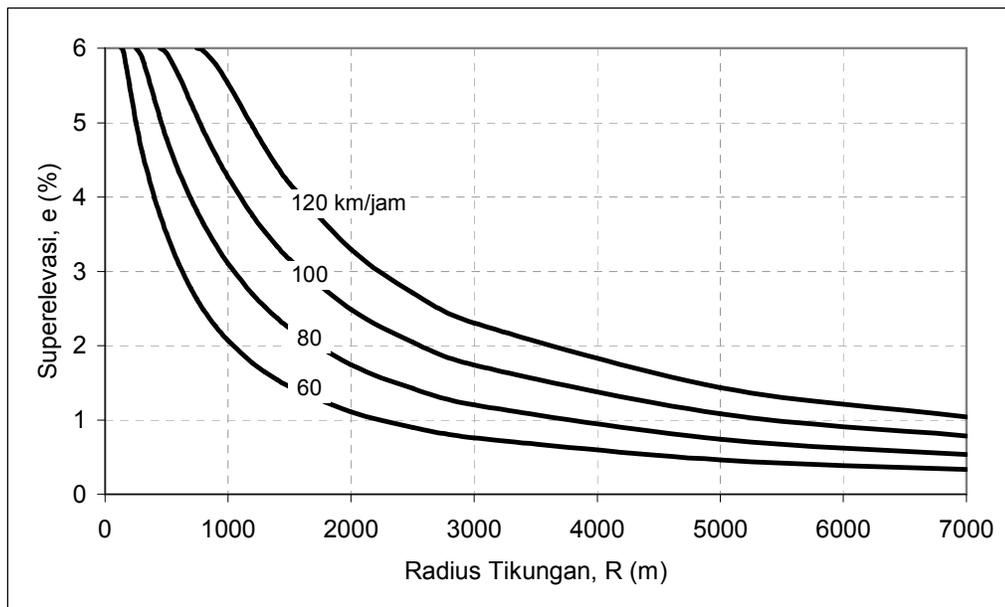
e_{max} (%)	V_R (km/jam)	f_{max}	$(e/100+f)$	R_{min} (m)	
				Perhitungan	Pembulatan
10,0	120	0,092	0,192	590,6	590
10,0	100	0,116	0,216	364,5	365
10,0	80	0,140	0,240	210,0	210
10,0	60	0,152	0,252	112,5	110
8,0	120	0,092	0,172	659,2	660
8,0	100	0,116	0,196	401,7	400
8,0	80	0,140	0,220	229,1	230
8,0	60	0,152	0,232	122,2	120
6,0	120	0,092	0,152	746,0	745
6,0	100	0,116	0,176	447,4	445
6,0	80	0,140	0,200	252,0	250
6,0	60	0,152	0,212	133,7	135
4,0	120	0,092	0,132	859,0	860
4,0	100	0,116	0,156	504,7	505
4,0	80	0,140	0,180	280,0	280
4,0	60	0,152	0,192	147,6	150



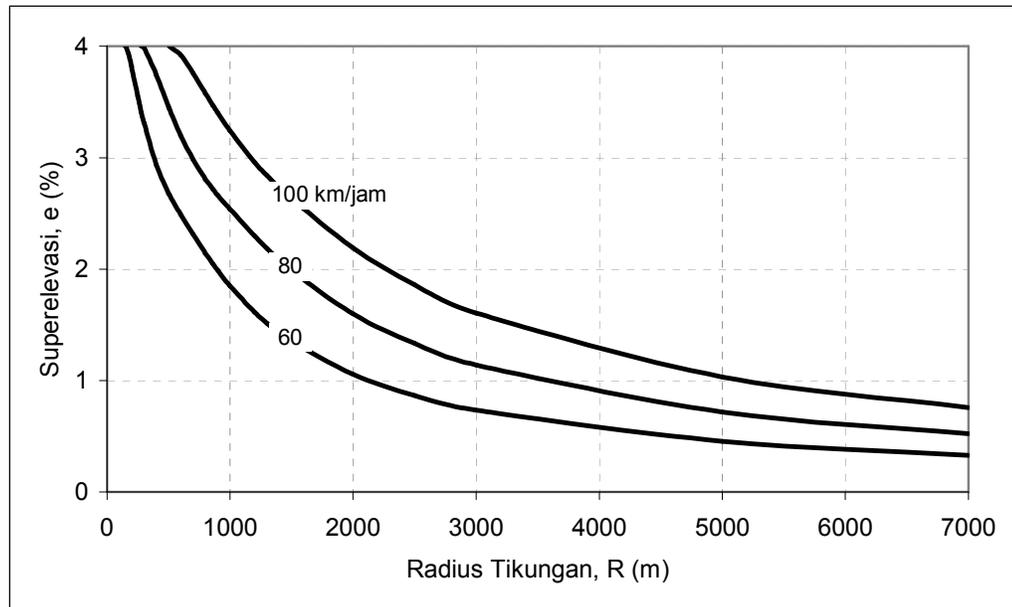
Gambar 25 - Distribusi besaran superelevasi untuk superelevasi maksimum 10%



Gambar 26 - Distribusi besaran superelevasi untuk superelevasi maksimum 8%



Gambar 27 - Distribusi besaran superelevasi untuk superelevasi maksimum 6%



Gambar 28 - Distribusi besaran superelevasi untuk superelevasi maksimum 4%

Pemilihan R_{\min} atau tikungan dengan e_{\max} untuk suatu tikungan adalah tidak memberikan kenyamanan pada pengguna jalan. Disamping itu, kecepatan kendaraan yang menikung bervariasi, dengan demikian, penggunaan R_{\min} hanya untuk kondisi medan jalan yang sulit dan hanya di daerah perkotaan, maka diharuskan menggunakan R yang lebih besar daripada R_{\min} .

5.8.7 Lengkung peralihan

Lengkung peralihan (L_s) berfungsi untuk memberikan kesempatan kepada pengemudi untuk mengantisipasi perubahan alinyemen jalan dari bentuk lurus (R tak terhingga) sampai bagian lengkung jalan dengan jari jari R tetap, dengan demikian, gaya sentrifugal yang bekerja pada kendaraan saat melintasi tikungan berubah secara berangsur-angsur, baik ketika kendaraan mendekati tikungan maupun meninggalkan tikungan.

Ketentuan lengkung peralihan adalah sebagai berikut:

- a) Bentuk lengkung peralihan yang digunakan adalah bentuk spiral (*clothoide*)
- b) Panjang lengkung peralihan ditetapkan atas pertimbangan-pertimbangan sebagai berikut:
 - 1) waktu perjalanan melintasi lengkung peralihan
 - 2) tingkat perubahan kelandaian melintang jalan
 - 3) gaya sentrifugal yang bekerja pada kendaraan
 - 4) tingkat perubahan kelandaian relatif
- c) L_s ditentukan yang memenuhi ke empat kriteria tersebut di atas, sehingga dipilih nilai L_s yang terpanjang.

5.8.7.1 Waktu perjalanan melintasi lengkung peralihan

Waktu perjalanan melintasi lengkung peralihan harus dibatasi untuk menghindari kesan perubahan alinyemen yang mendadak. Kriteria ini dihitung dengan rumus:

$$L_s = \frac{V_R}{3,6} T$$

Keterangan:

V_R : Kecepatan rencana (km/jam)

T : waktu tempuh pada lengkung peralihan (detik), ditetapkan 2 detik

Atau digunakan Tabel 23 berikut:

Tabel 23 L_s min berdasarkan waktu perjalanan

V_R (km/jam)	L_s min (m)
120	67
100	56
80	45
60	34

5.8.7.2 Tingkat perubahan kelandaian melintang jalan

Tingkat perubahan kelandaian melintang jalan (r_e) dari bentuk kelandaian normal ke kelandaian superelevasi penuh tidak boleh melampaui r_{e-max} yang ditetapkan sebagai berikut:

- a) untuk $V_R \leq 70$ km/jam, $r_{e-max} = 0,035$ m/m/detik,
- b) untuk $V_R \geq 80$ km/jam, $r_{e-max} = 0,025$ m/m/detik.

Kriteria ini dihitung dengan rumus:

$$L_s = \frac{\left(\frac{e_m - e_n}{100} \right) V_R}{3,6 r_e}$$

Keterangan:

e_m : superelevasi maksimum (%)

e_n : superelevasi normal (%)

V_R : kecepatan rencana (km/jam)

r_e : tingkat perubahan kelandaian melintang jalan (m/m/det)

Atau digunakan Tabel 24 berikut:

Tabel 24 L_s min berdasarkan tingkat perubahan kelandaian melintang jalan

e_m (%)	L_s min (m)			
	$V_R = 120$ km/jam	$V_R = 100$ km/jam	$V_R = 80$ km/jam	$V_R = 60$ km/jam
10,0	107	89	71	38
9,5	100	83	67	36
9,0	93	78	62	33
8,5	87	72	58	31
8,0	80	67	53	29
7,5	73	61	49	26
7,0	67	56	44	24
6,5	60	50	40	21
6,0	53	44	36	19
5,5	47	39	31	17
5,0	40	33	27	14
4,5	33	28	22	12
4,0	27	22	18	10
3,5	20	17	13	7
3,0	13	11	9	5
2,5	7	6	4	2
2,0	0	0	0	0

5.8.7.3 Gaya sentrifugal yang bekerja pada kendaraan

gaya sentrifugal yang bekerja pada kendaraan dapat diantisipasi berangsur-angsur pada lengkung peralihan dengan aman. Kriteria ini dihitung dengan rumus:

$$L_s = \frac{0,0214V_R^3}{RC}$$

Keterangan :

V_R : Kecepatan rencana (km/jam)

R : Radius tikungan (m)

C : Perubahan maksimum percepatan arah radial (m/det³), digunakan 1,2 m/det³

Atau digunakan Tabel 25 berikut:

Tabel 25 L_s min berdasarkan antisipasi gaya sentrifugal

R (m)	L_s min (m)			
	$V_R = 120$ km/jam	$V_R = 100$ km/jam	$V_R = 80$ km/jam	$V_R = 60$ km/jam
2500	12	7		
2000	15	9	5	
1500	21	12	6	3
1400	22	13	7	3
1300	24	14	7	3
1200	26	15	8	3
1000	31	18	9	4
900	34	20	10	4
800	39	22	11	5
700	44	26	13	6
600	51	30	15	6
500		36	18	8
400		45	23	10
300			30	13
250			37	15
200				19
175				22
150				26
140				28
130				30
120				32
110				35

5.8.7.4 Tingkat perubahan kelandaian relatif

Tingkat perubahan kelandaian relatif (Δ) dari bentuk kemiringan normal ke bentuk kemiringan superelevasi penuh tidak boleh melampaui Δ maksimum yang ditetapkan seperti pada Tabel 26.

Tabel 26 Tingkat perubahan kelandaian melintang maksimum

V_R (km/jam)	Δ (m/m)
120	1/263
100	1/227
80	1/200
60	1/167

Panjang pencapaian perubahan kelandaian dari kemiringan normal sampai ke kemiringan superelevasi penuh (L_s) dihitung dengan menggunakan rumus:

$$L_s = \frac{(wn_1)e_d}{\Delta}(b_w)$$

Keterangan:

w : lebar satu lajur lalu lintas (m)

e_d : superelevasi rencana (%)

n_1 : jumlah lajur yang diputar

b_w : faktor penyesuaian untuk jumlah lajur yang diputar

n_1	1	1,5	2
b_w	1,00	0,83	0,75

Δ : tingkat perubahan kelandaian relatif (m/m)

Tikungan yang memiliki R dengan nilai $e = LN$ tidak memerlukan lengkung peralihan dan tikungan yang memiliki R dengan nilai $e = RC$ tidak memerlukan superelevasi.

Tabel 27 Hubungan parameter perencanaan lengkung horizontal dengan V_R

($e_{max} = 10\%$)

R (m)	$V_R = 120$ km/jam			$V_R = 100$ km/jam			$V_R = 80$ km/jam			$V_R = 60$ km/jam		
	e (%)	Ls (m)		e (%)	Ls (m)		e (%)	Ls (m)		e (%)	Ls (m)	
		2 Lajur	4 Lajur		2 Lajur	4 Lajur		2 Lajur	4 Lajur		2 Lajur	4 Lajur
7000	LN	0	0	LN	0	0	LN	0	0	LN	0	0
5000	LN	0	0	LN	0	0	LN	0	0	LN	0	0
3000	2,5	23	35	RC	16	25	LN	0	0	LN	0	0
2500	2,9	28	42	2,2	18	27	LN	0	0	LN	0	0
2000	3,6	34	52	2,7	22	33	RC	14	22	LN	0	0
1500	4,8	45	68	3,5	29	43	2,4	17	26	LN	0	0
1400	5,1	48	72	3,8	31	46	2,6	19	28	RC	12	18
1300	5,4	52	77	4,0	33	49	2,8	20	30	RC	12	18
1200	5,9	56	83	4,3	35	53	3,0	21	32	RC	12	18
1000	6,9	66	99	5,1	42	63	3,5	25	38	2,2	13	20
900	7,6	72	108	5,6	46	69	3,9	28	42	2,5	15	22
800	8,5	80	120	6,2	51	76	4,3	31	46	2,7	16	25
700	9,4	89	134	6,9	57	85	4,8	35	52	3,1	19	28
600	10,0	95	142	7,9	64	97	5,5	40	59	3,6	21	32
500	$R_{min} = 590$			9,0	73	110	6,4	46	69	4,2	25	37
400				9,9	81	121	7,5	54	81	5,0	30	45
300				$R_{min} = 365$			9,0	65	97	6,3	38	56
250							9,7	70	105	7,1	43	64
200							$R_{min} = 210$			8,2	49	74
175							8,8	53	79			
150							9,4	56	85			
140							9,6	58	87			
130							9,8	59	88			
120							10,0	60	90			
110							10,0	60	90			
	$R_{min} = 110$											

e_{max} : superelevasi maksimum 10%
 R : Jari-jari lengkung
 V_R : Asumsi kecepatan rencana
 e : Tingkat superelevasi
 Ls : Panjang minimum pencapaian superelevasi run off
 (tidak termasuk panjang pencapaian superelevasi run out)
 LN : Lereng Normal
 RC : Lereng luar diputar sehingga perkerasan mendapat kemiringan melintang sebesar lereng normal

Tabel 28 Hubungan parameter perencanaan lengkung horizontal dengan V_R

($e_{max} = 8\%$)

R (m)	$V_R = 120$ km/jam			$V_R = 100$ km/jam			$V_R = 80$ km/jam			$V_R = 60$ km/jam		
	e (%)	Ls (m)		e (%)	Ls (m)		e (%)	Ls (m)		e (%)	Ls (m)	
		2 Lajur	4 Lajur		2 Lajur	4 Lajur		2 Lajur	4 Lajur		2 Lajur	4 Lajur
7000	LN	0	0	LN	0	0	LN	0	0	LN	0	0
5000	LN	0	0	LN	0	0	LN	0	0	LN	0	0
3000	2,4	23	34	RC	16	25	LN	0	0	LN	0	0
2500	2,9	27	41	2,1	17	26	LN	0	0	LN	0	0
2000	3,5	33	50	2,6	21	32	RC	14	22	LN	0	0
1500	4,6	43	65	3,4	28	42	2,4	17	25	LN	0	0
1400	4,8	46	69	3,6	30	44	2,5	18	27	RC	12	18
1300	5,2	49	74	3,9	32	47	2,7	19	29	RC	12	18
1200	5,6	53	79	4,1	34	51	2,9	21	31	RC	12	18
1000	6,5	61	92	4,8	39	59	3,4	24	36	2,2	13	20
900	7,1	67	100	5,2	43	64	3,7	27	40	2,4	14	21
800	7,6	72	108	5,7	47	70	4,1	29	44	2,7	16	24
700	8,0	75	113	6,3	52	78	4,5	33	49	3,0	18	27
600	$R_{min} = 660$			7,0	57	86	5,1	37	55	3,4	20	31
500				7,6	63	94	5,8	41	62	3,9	24	35
400				8,0	65	98	6,6	48	71	4,6	28	42
300				$R_{min} = 400$			7,6	55	82	5,6	34	51
250							7,9	57	86	6,2	37	56
200							$R_{min} = 230$			7,0	42	63
175							7,4	44	66			
150							7,8	47	70			
140							7,9	47	71			
130							8,0	48	72			
120							8,0	48	72			
	$R_{min} = 120$											

e_{max} : superelevasi maksimum 8%
R : Jari-jari lengkung
 V_R : Asumsi kecepatan rencana
e : Tingkat superelevasi
Ls : Panjang minimum pencapaian superelevasi run off
(tidak termasuk panjang pencapaian superelevasi run out)
LN : Lereng Normal
RC : Lereng luar diputar sehingga perkerasan mendapat kemiringan melintang sebesar lereng normal

Tabel 29 Hubungan parameter perencanaan lengkung horizontal dengan V_R

($e_{max} = 6\%$)

R (m)	$V_R = 120$ km/jam			$V_R = 100$ km/jam			$V_R = 80$ km/jam			$V_R = 60$ km/jam		
	e (%)	Ls (m)		e (%)	Ls (m)		e (%)	Ls (m)		e (%)	Ls (m)	
		2 Lajur	4 Lajur		2 Lajur	4 Lajur		2 Lajur	4 Lajur		2 Lajur	4 Lajur
7000	LN	0	0	LN	0	0	LN	0	0	LN	0	0
5000	LN	0	0	LN	0	0	LN	0	0	LN	0	0
3000	2,3	22	33	RC	16	25	LN	0	0	LN	0	0
2500	2,7	26	39	2,0	17	25	LN	0	0	LN	0	0
2000	3,3	31	47	2,5	20	31	RC	14	22	LN	0	0
1500	4,2	40	59	3,2	26	39	2,2	16	24	LN	0	0
1400	4,4	42	63	3,3	27	41	2,4	17	26	LN	0	0
1300	4,7	44	66	3,5	29	43	2,5	18	27	RC	12	18
1200	4,9	47	70	3,8	31	46	2,7	19	29	RC	12	18
1000	5,5	52	79	4,3	35	52	3,1	22	34	2,1	12	19
900	5,8	55	82	4,6	37	56	3,4	24	36	2,3	14	20
800	6,0	57	85	4,9	40	60	3,6	26	39	2,5	15	22
700	$R_{min} = 745$			5,3	43	65	4,0	29	43	2,8	17	25
600				5,6	46	69	4,3	31	47	3,1	19	28
500				5,9	49	73	4,8	34	52	3,5	21	32
400				$R_{min} = 445$			5,3	38	58	4,0	24	36
300							5,9	42	63	4,6	28	41
250							6,0	43	65	5,0	30	45
200							$R_{min} = 250$			5,5	33	50
175										5,7	34	52
150				5,9	36	54						
140				6,0	36	54						
										$R_{min} = 135$		

e_{max} : superelevasi maksimum 6%
 R : Jari-jari lengkung
 V_R : Asumsi kecepatan rencana
 e : Tingkat superelevasi
 Ls : Panjang minimum pencapaian superelevasi run off (tidak termasuk panjang pencapaian superelevasi run out)
 LN : Lereng Normal
 RC : Lereng luar diputar sehingga perkerasan mendapat kemiringan melintang sebesar lereng normal

Tabel 30 Hubungan parameter perencanaan lengkung horizontal dengan V_R

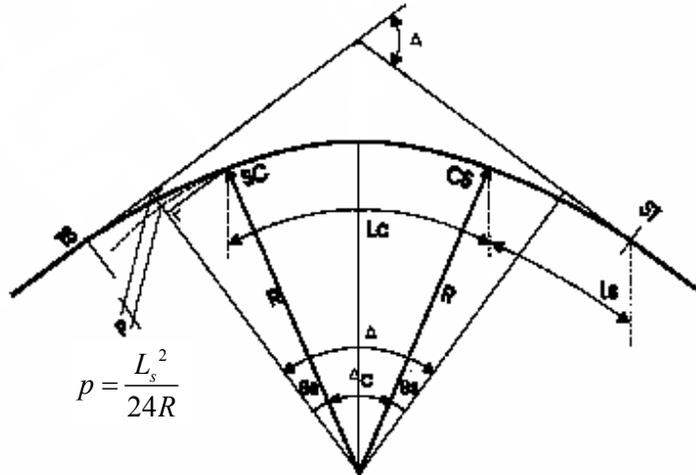
($e_{max} = 4\%$)

R (m)	$V_R = 100$ km/jam			$V_R = 80$ km/jam			$V_R = 60$ km/jam		
	e (%)	Ls (m)		e (%)	Ls (m)		e (%)	Ls (m)	
		2 Lajur	4 Lajur		2 Lajur	4 Lajur		2 Lajur	4 Lajur
7000	LN	0	0	LN	0	0	LN	0	0
5000	LN	0	0	LN	0	0	LN	0	0
3000	RC	16	25	LN	0	0	LN	0	0
2500	1,9	16	25	LN	0	0	LN	0	0
2000	2,2	18	27	RC	14	22	LN	0	0
1500	2,6	22	32	RC	14	22	LN	0	0
1400	2,7	22	34	2,1	15	22	LN	0	0
1300	2,8	23	35	2,2	16	24	LN	0	0
1200	3,0	24	36	2,3	17	25	RC	12	18
1000	3,2	27	40	2,5	18	27	RC	12	18
900	3,4	28	42	2,7	19	29	RC	12	18
800	3,6	29	44	2,8	20	30	2,1	13	19
700	3,8	31	46	3,0	21	32	2,3	14	21
600	3,9	32	48	3,2	23	35	2,5	15	22
500	$R_{min} = 505$			3,5	25	37	2,7	16	24
400				3,7	27	40	2,9	18	26
300				4,0	29	43	3,3	20	30
250				$R_{min} = 280$			3,6	21	32
200							3,8	23	34
175	3,9	24	35						
150	4,0	24	36						
	$R_{min} = 150$								

e_{max}	: superelevasi maksimum 4%
R	: Jari-jari lengkung
V_R	: Asumsi kecepatan rencana
e	: Tingkat superelevasi
Ls	: Panjang minimum pencapaian superelevasi run off (tidak termasuk panjang pencapaian superelevasi run out)
LN	: Lereng Normal
RC	: Lereng luar diputar sehingga perkerasan mendapat kemiringan melintang sebesar lereng normal

5.8.7.5 Persyaratan L_s min dan L_s max

Jika lengkung peralihan digunakan, maka posisi lintasan tikungan bergeser dari bagian jalan yang lurus ke arah sebelah dalam sejauh p.



Gambar 29 - Pergeseran lintasan pada tikungan menggunakan lengkung peralihan

Apabila nilai p kurang dari 0,20 m, maka lengkung peralihan tidak diperlukan. Sehingga tipe tikungan menjadi *full circle*.

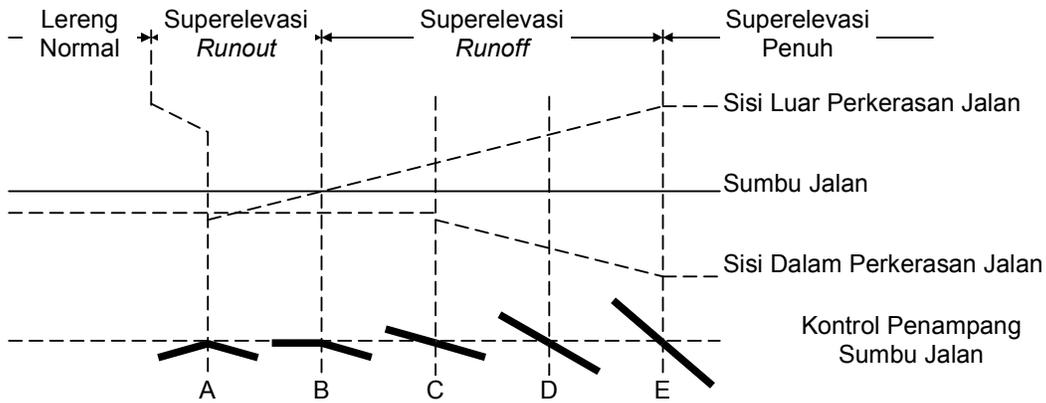
$$L_s \text{ min} = \sqrt{24(p_{\text{min}})R}$$

Lengkung peralihan juga dibatasi oleh besarnya nilai p yang dibolehkan jika menggunakan lengkung peralihan yaitu 1,0 m. Sehingga persamaan untuk panjang lengkung peralihan maksimumnya dibolehkan adalah sebagai berikut:

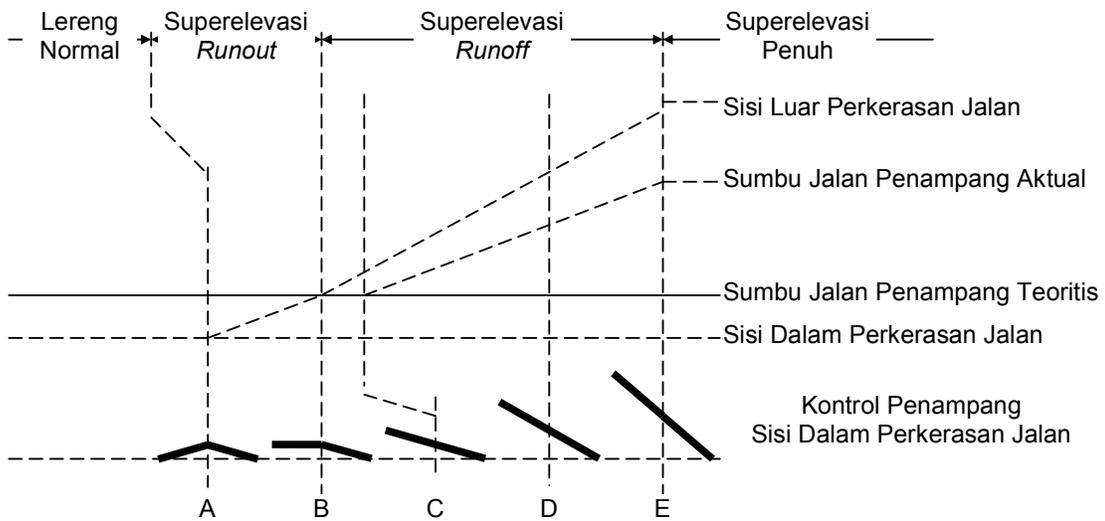
$$L_s \text{ max} = \sqrt{24(p_{\text{max}})R}$$

Tabel 31 L_s min dan L_s max berdasarkan pergeseran lintasan (p)

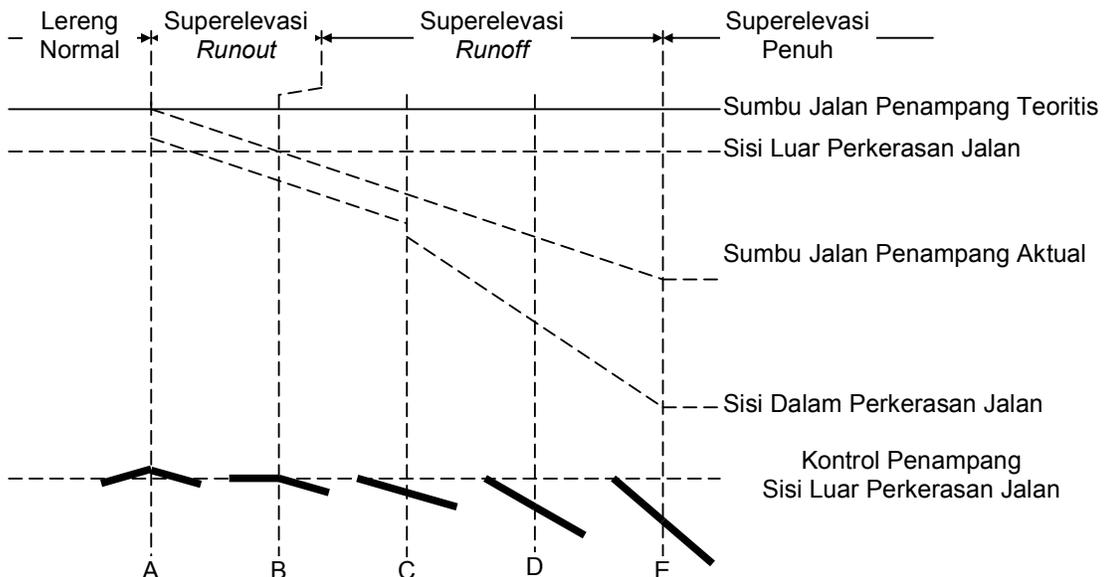
R (m)	L _s min (m)	L _s max (m)	R (m)	L _s min (m)	L _s max (m)	R (m)	L _s min (m)	L _s max (m)
5000	155	346	1000	69	155	250	35	77
3000	120	268	900	66	147	200	31	69
2500	110	245	800	62	139	175	29	65
2000	98	219	700	58	130	150	27	60
1500	85	190	600	54	120	140	26	58
1400	82	183	500	49	110	130	25	56
1300	79	177	400	44	98	120	24	54
1200	76	170	300	38	85	110	23	51



Gambar 30 - Diagram superelevasi dengan sumbu putar sumbu jalan



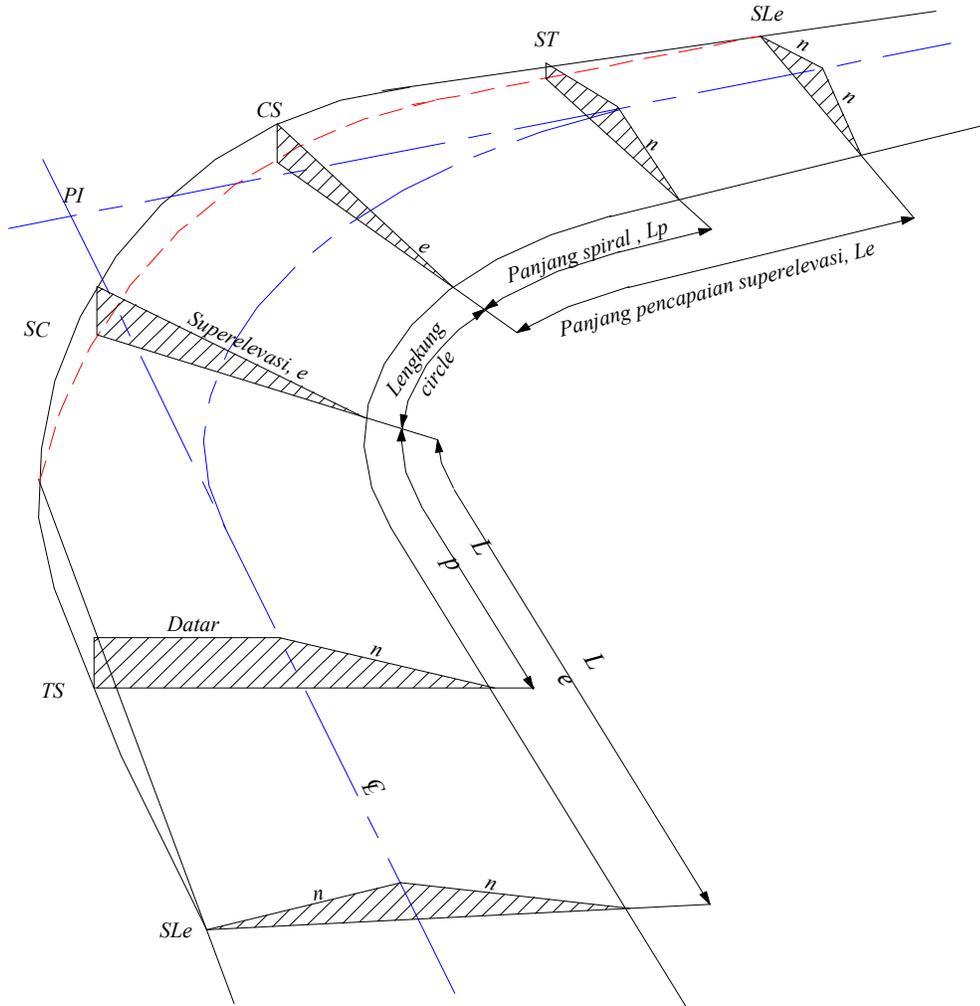
Gambar 31 - Diagram superelevasi dengan sumbu putar sisi dalam perkerasan jalan



Gambar 32 - Diagram superelevasi dengan sumbu putar sisi luar perkerasan jalan

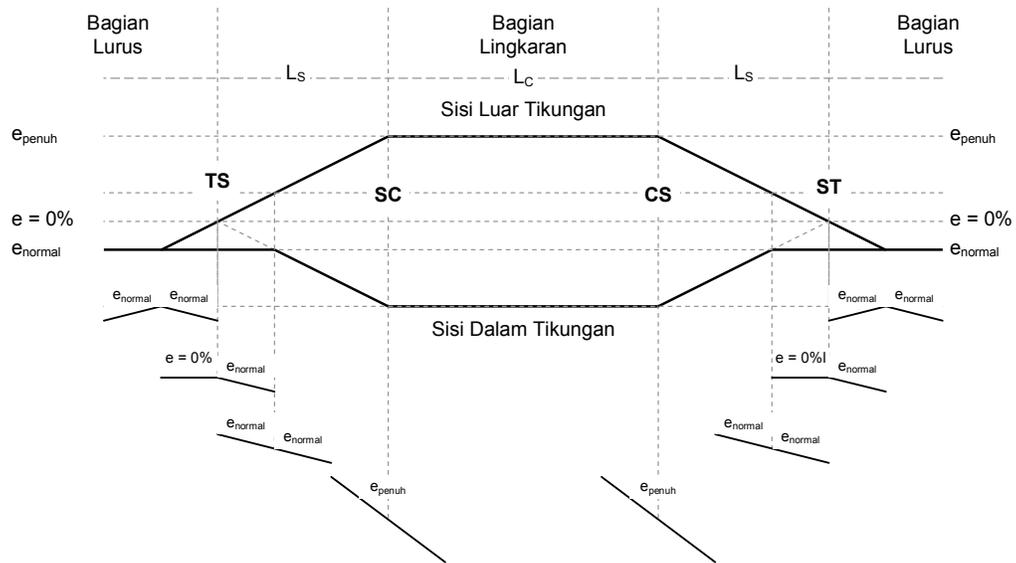
5.8.8 Diagram superelevasi

- a) Superelevasi dicapai secara bertahap dari kemiringan melintang normal pada bagian jalan yang lurus sampai ke superelevasi penuh pada bagian lengkung, seperti pada Gambar 33.

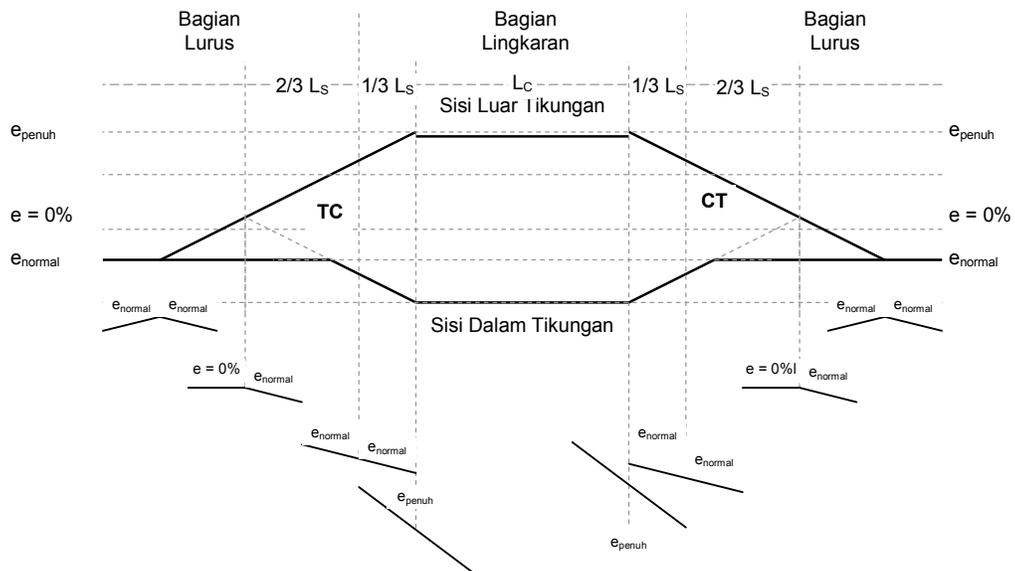


Gambar 33 - Metoda pencapaian superelevasi pada tikungan

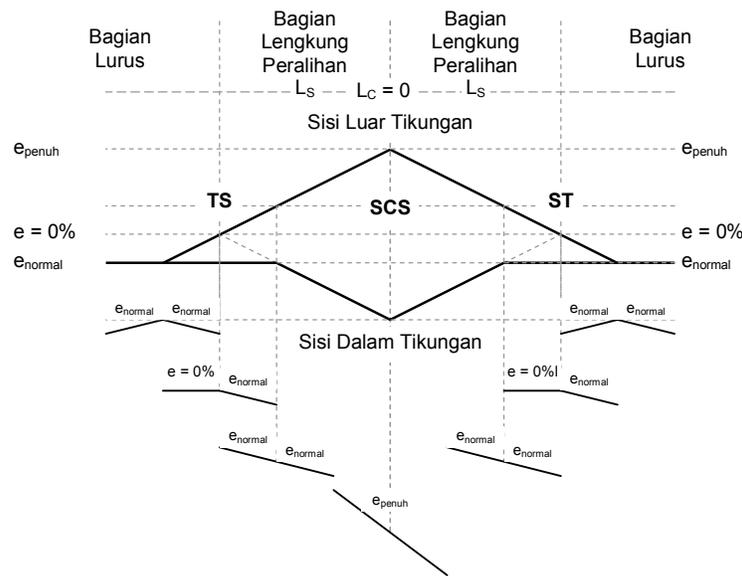
- b) Pada tikungan tipe SCS, pencapaian superelevasi dilakukan secara linear, diawali dari bentuk normal sampai awal lengkung peralihan pada titik TS, kemudian meningkat secara bertahap sampai mencapai superelevasi penuh pada titik SC, seperti pada Gambar 34.
- c) Pada tikungan tipe FC, bila diperlukan pencapaian superelevasi dilakukan secara linear, diawali dari bagian lurus sepanjang $\frac{2}{3} L_s$ dan dilanjutkan pada bagian lingkaran penuh sepanjang $\frac{1}{3}$ bagian panjang L_s , seperti pada Gambar 35.
- d) Pada tikungan tipe SS, pencapaian superelevasi seluruhnya dilakukan pada bagian spiral, seperti pada Gambar 36



Gambar 34 - Pencapaian superelevasi pada tikungan tipe SCS



Gambar 35 - Pencapaian superelevasi pada tikungan tipe FC



Gambar 36 - Pencapaian superelevasi pada tikungan tipe SS

5.8.9 Pelebaran jalur lalu lintas di tikungan

Pelebaran pada tikungan dimaksudkan untuk mempertahankan kondisi pelayanan operasional lalu lintas di bagian tikungan, sehingga sama dengan pelayanan operasional di bagian jalan yang lurus.

Pada jalan bebas hambatan untuk jalan tol, dimana perencanaan tikungan sedapat mungkin menggunakan jari-jari tikungan yang besar, pelebaran jalur lalu lintas tidaklah signifikan. Akan tetapi pada perencanaan ramp yang berbentuk loop, pelebaran jalur lalu lintas di tikungan harus diperhatikan, sesuai dengan rumus:

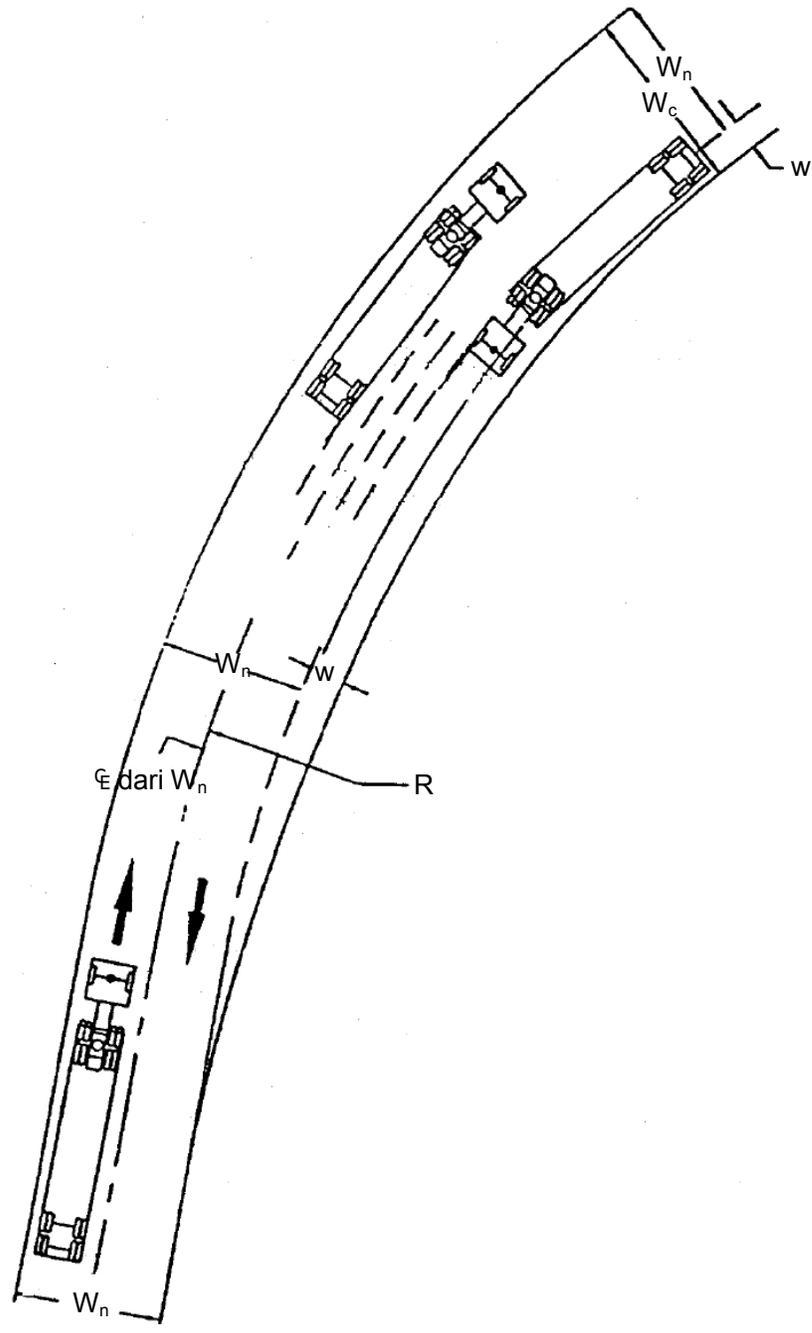
$$W = W_c - W_n$$

Keterangan:

W : Pelebaran jalan pada tikungan (m)

W_c : Lebar jalan pada tikungan (m)

W_n : Lebar jalan pada jalan lurus (m)



Gambar 37 - Pelebaran pada tikungan untuk kendaraan semi trailer

Kendaraan rencana yang akan digunakan dalam perencanaan pelebaran jalan di tikungan adalah Kendaraan golongan V truk semi trailer kombinasi besar dengan 5 sumbu. Pelebaran jalur lalu lintas di tikungan berdasarkan kecepatan rencana dan radius tikungan ditetapkan seperti pada Tabel 32 sebagai berikut.

Tabel 32 Pelebaran jalur lalu lintas di tikungan

R (m)	V _R = 120 km/jam		V _R = 100 km/jam		V _R = 80 km/jam		V _R = 60 km/jam	
	Wc (m)	Pelebaran, W (m)	Wc (m)	Pelebaran, W (m)	Wc (m)	Pelebaran, W (m)	Wc (m)	Pelebaran, W (m)
3000	7,24	0,04	7,21	0,01	7,17	0,00	7,13	0,00
2500	7,27	0,07	7,23	0,03	7,19	0,00	7,15	0,00
2000	7,31	0,11	7,27	0,07	7,22	0,02	7,18	0,00
1500	7,38	0,18	7,33	0,13	7,27	0,07	7,22	0,02
1000	7,49	0,29	7,43	0,23	7,37	0,17	7,30	0,10
900	7,53	0,33	7,46	0,26	7,39	0,19	7,33	0,13
800	7,57	0,37	7,50	0,30	7,43	0,23	7,36	0,16
700	7,62	0,42	7,55	0,35	7,47	0,27	7,40	0,20
600	7,69	0,49	7,61	0,41	7,53	0,33	7,45	0,25
500	R _{min} = 590 m		7,69	0,49	7,60	0,40	7,51	0,31
400			7,81	0,61	7,71	0,51	7,61	0,41
300			R _{min} = 365 m		7,88	0,68	7,77	0,57
250					8,02	0,82	7,89	0,69
200					R _{min} = 210 m		8,07	0,87
150							8,35	1,15
140							8,43	1,23
130							8,52	1,32
120							8,63	1,43
110							8,76	1,56
100							R _{min} = 110 m	

Pelebaran yang nilainya lebih kecil dari 0,60 m dapat diabaikan. Untuk jalan 6/2 D, nilai pelebaran dikali 1,5, sedangkan untuk jalan 8/2 D nilai pelebaran dikali 2,0.

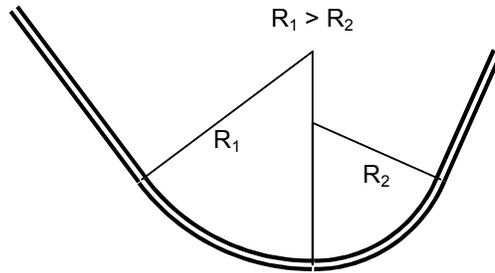
5.8.10 Standar bentuk tikungan berurutan

Ada dua macam standar bentuk tikungan berurutan:

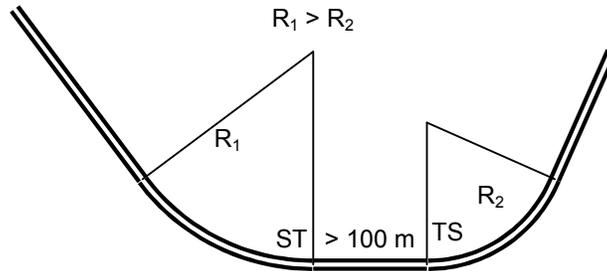
- tikungan berurutan searah, yaitu dua atau lebih tikungan dengan arah belokan yang sama tetapi dengan jari jari yang berbeda
- tikungan berurutan balik arah, yaitu dua atau lebih tikungan dengan arah belokan yang berbeda.

Penggunaan tikungan berurutan harus dipertimbangkan berdasarkan perbandingan R₁ dan R₂, dimana dapat ditetapkan bahwa R₁ adalah jari-jari tikungan yang lebih besar. Ketentuan untuk tikungan berurutan adalah sebagai berikut:

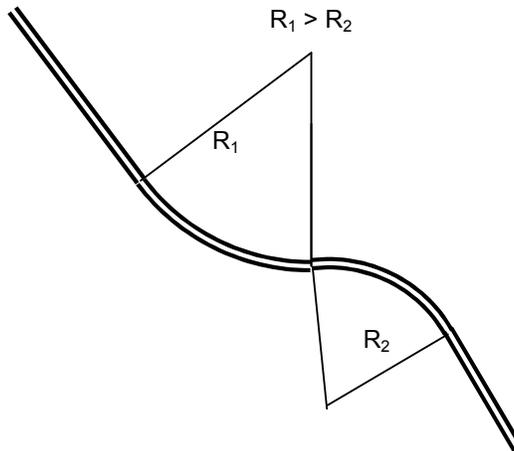
- Setiap tikungan berurutan harus disisipi bagian lurus yang memiliki kemiringan normal dengan ketentuan sebagai berikut:
 - Pada tikungan berurutan searah, panjang bagian lurus paling tidak 20 m
 - Pada tikungan berurutan balik arah panjang bagian lurus paling tidak 30 m
- Jika R₂/R₁ > 2/3, maka tikungan berurutan searah harus dihindarkan
- Jika R₂/R₁ < 2/3, maka tikungan berurutan balik arah harus disisipi bagian lurus atau bagian spiral/clothoide.



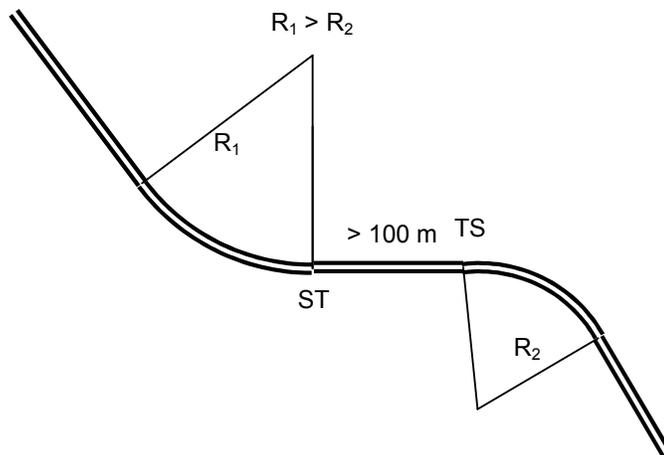
Gambar 38 - Tikungan berurutan searah yang yang harus dihindarkan



Gambar 39 - Tikungan berurutan searah dengan sisipan bagian lurus minimum



Gambar 40 - Tikungan berurutan balik arah yang harus dihindarkan



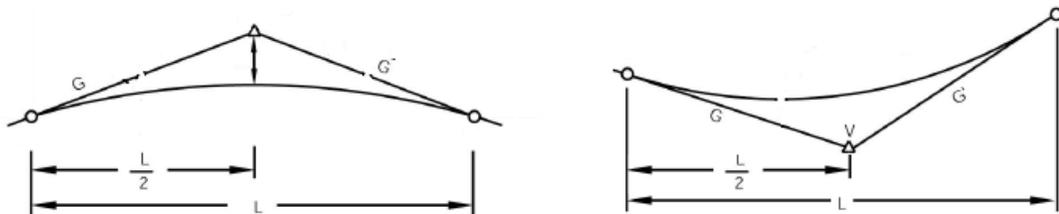
Gambar 41 - Tikungan berurutan balik arah dengan sisipan bagian lurus minimum

5.9 Alinyemen vertikal

5.9.1 Bagian – bagian alinyemen vertikal

Alinyemen vertikal terdiri atas bagian lurus dan bagian lengkung.

- Bagian lurus dapat berupa landai positif (tanjakan), atau landai negatif (turunan), atau landai nol (datar).
- Bagian lengkung vertikal dapat berupa lengkung cekung atau lengkung cembung.



Gambar 42 - Lengkung vertikal cembung dan lengkung vertikal cekung

Bila pelaksanaan konstruksi dilakukan secara bertahap selama masa konsesi jalan tol, maka harus dipertimbangkan, misalnya peningkatan perkerasan, penambahan lajur, dan dengan pelaksanaan pembiayaan yang efisien, dan dianjurkan, perubahan alinyemen vertikal di masa yang akan datang seharusnya dihindarkan.

5.9.2 Kelandaian minimum

Kelandaian minimum harus diberikan apabila kondisi jalan tidak memungkinkan melakukan drainase ke sisi jalan. Besarnya kelandaian minimum ditetapkan 0,50% memanjang jalan untuk kepentingan pematusan aliran air.

5.9.3 Kelandaian maksimum

Pembatasan kelandaian maksimum dimaksudkan untuk memungkinkan kendaraan bergerak terus tanpa kehilangan kecepatan yang berarti. Kelandaian maksimum jalan untuk alinyemen vertikal harus memenuhi Tabel 33 sebagai berikut.

Tabel 33 Kelandaian maksimum

V_R (km/jam)	Kelandaian Maksimum (%)		
	Datar	Perbukitan	Pegunungan
120	3	4	5
100	3	4	6
80	4	5	6
60	5	6	6

5.9.4 Panjang Landai kritis

Panjang landai kritis yaitu panjang landai maksimum dimana kendaraan dapat mempertahankan kecepatannya sedemikian rupa, yang ditetapkan atas dasar besarnya landai (tanjakan) dan penurunan kecepatan kendaraan berat sebesar 15 km/jam. Panjang kritis ditetapkan dari Tabel 34 sebagai berikut.

Tabel 34 Panjang landai kritis

V_R (km/jam)	Landai (%)	Panjang Landai Kritis (m)
120	3	800
	4	500
	5	400
100	4	700
	5	500
	6	400
80	5	600
	6	500
60	6	500

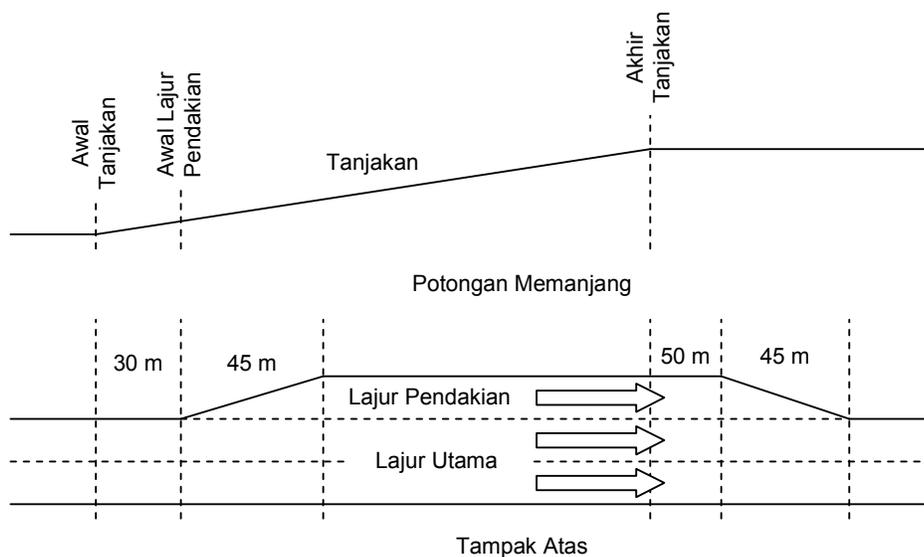
- Jika operating speed turun hingga 2 kali *Level of service*, maka menggunakan bordes.
- Jika operating speed berbeda (turun) 15 km/jam dari kecepatan desain maka menggunakan *climbing line*, Atau dengan menggunakan **multi grade**
- Jika kecepatan turun lebih rendah dari 15 km/jam dari kecepatan arus maka kecepatan arus di asumsikan sama dengan kecepatan desain

5.9.5 Lajur pendakian

Lajur pendakian dimaksudkan untuk menampung truk-truk yang bermuatan berat atau kendaraan lain yang berjalan lebih lambat dari kendaraan kendaraan lain pada umumnya, agar kendaraan kendaraan lain dapat mendahului kendaraan lambat tersebut tanpa harus berpindah lajur. Lajur pendakian harus disediakan pada ruas jalan yang mempunyai kelandaian yang besar, menerus, dan volume lalu lintasnya relatif padat.

Penempatan lajur pendakian, berdasarkan perencanaan geometri jalan bebas hambatan untuk tol harus dilakukan dengan ketentuan sebagai berikut:

- apabila panjang kritis terlampaui, jalan memiliki VLHR > 25.000 SMP/hari, dan persentase truk > 15 %.
- Lebar lajur pendakian minimal 3,60 m.



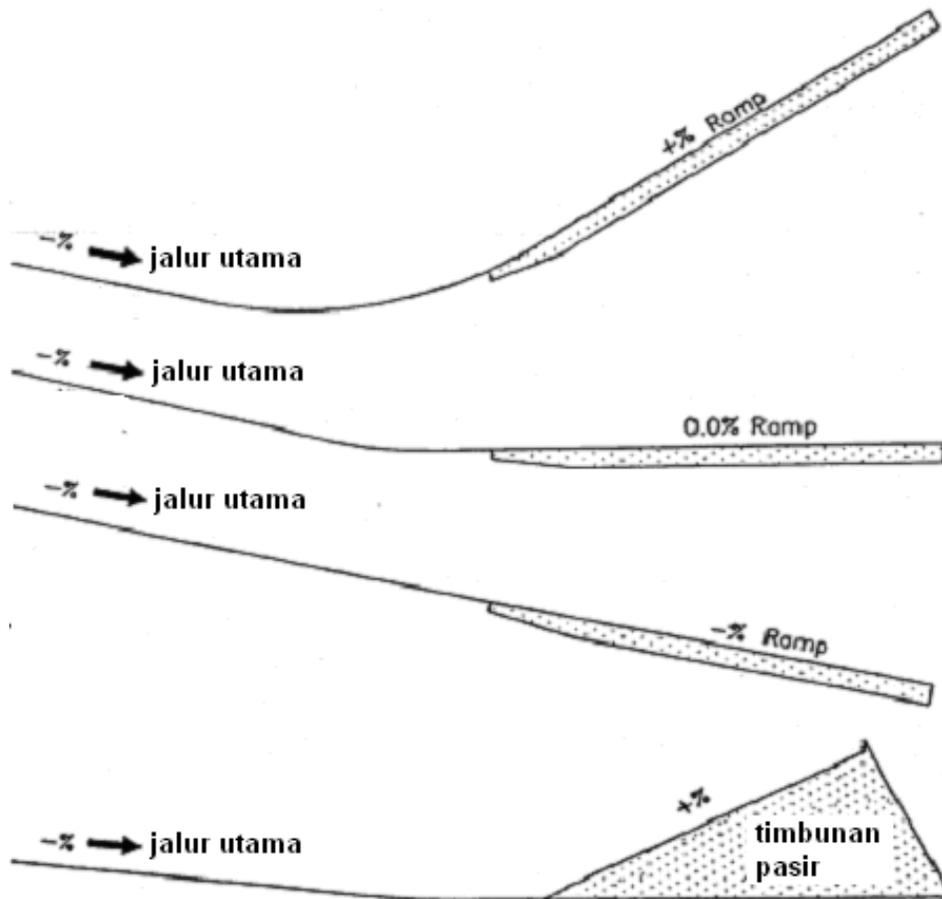
Gambar 43 - Lajur pendakian tipikal

- c) 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, seperti pada Gambar 43.
- d) Jarak minimum antara 2 lajur pendakian adalah 1,5 km.

5.9.6 Lajur darurat

Lajur penurunan yang panjang memungkinkan terjadinya kendaraan akan lepas kontrol, terutama kendaraan berat. Untuk mengantisipasi kondisi tersebut diperlukan pembatasan panjang lajur penurunan atau penyediaan lajur darurat. Kriteria minimum lajur darurat adalah diberikan untuk kondisi kecepatan operasional lalu lintas mencapai 120-140km/jam dan disediakan bila tingkat kecelakaan dan tingkat fatalitas pada lajur tersebut melampaui standar dan pedoman yang berlaku.

Lajur darurat dapat berupa kelandaian tanjakan, kelandaian turunan, kelandaian datar, atau timbunan pasir, seperti ditampilkan pada Gambar 44 berikut ini.



Gambar 44 - Tipe-tipe lajur darurat

Lajur darurat, selain menggunakan kelandaian, juga menggunakan beberapa jenis material untuk menahan laju kendaraan. Beberapa jenis material yang bisa menahan laju kendaraan dapat dilihat pada Tabel 35 sebagai berikut:

Tabel 35 Jenis material dan tahanan laju untuk lajur darurat

No	Jenis Material	Tahanan laju (kg/1000 kg berat kendaraan)	Kelandaian Ekivalen (%)
1	Beton semen portland	10	1,0
2	Aspal beton	12	1,2
3	Kerikil, dipadatkan	15	1,5
4	Tanah, berpasir, lepas	37	3,7
5	Agregat dihancurkan, lepas	50	5,0
6	Kerikil, lepas	100	10,0
7	Pasir	150	15,0
8	Kerikil bulat	250	25,0

Untuk menghitung panjang lajur darurat, dapat digunakan rumus berikut:

$$L = \frac{V^2}{254 \left(\frac{R \pm G}{100} \right)}$$

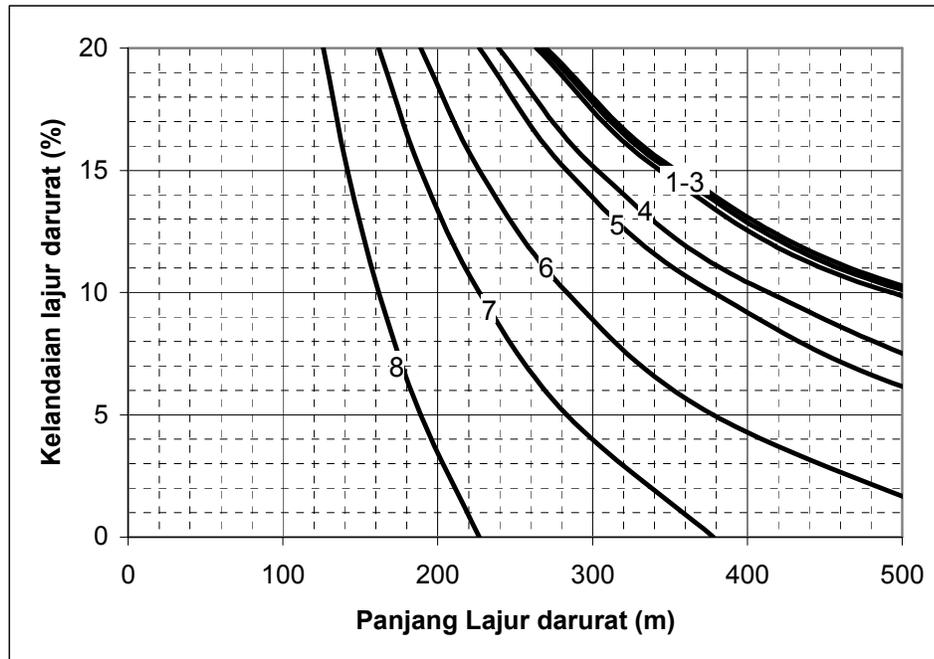
Keterangan:

- L : panjang lajur darurat (m)
- V : kecepatan masuk (km/jam)
- R : tahanan laju, dinyatakan dengan kelandaian ekivalen (%)
- G : kelandaian (%), (+) tanjakan; (-) turunan.

Tabel 36 Panjang lajur darurat untuk kecepatan masuk 120 km/jam

No	Jenis Material	Kelandaian lajur darurat (%)					
		0	2	4	6	8	10
1	Beton semen portland	378	333	298	270	246	227
2	Aspal beton	315	283	258	236	218	202
3	Kerikil, dipadatkan	252	231	214	199	186	174
4	Tanah, berpasir, lepas	102	99	95	92	89	87
5	Agregat dihancurkan, lepas	76	74	72	70	68	67
6	Kerikil, lepas	38	37	37	36	36	35
7	Pasir	25	25	25	25	24	24
8	Kerikil bulat	15	15	15	15	15	15

Ket: untuk total berat kendaraan 15 ton



Gambar 45 - Panjang lajur darurat untuk kecepatan masuk 120 km/jam
(Angka menunjukkan no material)

5.9.7 Panjang lengkung vertikal

Lengkung vertikal harus disediakan pada setiap lokasi yang mengalami perubahan kelandaian dengan tujuan:

- mengurangi guncangan akibat perubahan kelandaian; dan
- menyediakan jarak pandang henti.

5.9.8 Lengkung vertikal cembung

Panjang lengkung vertikal cembung, berdasarkan jarak pandangan henti ditentukan dengan rumus sebagai berikut:

- jika jarak pandang henti lebih kecil dari panjang lengkung vertikal cembung ($S < L$), seperti pada Gambar 46;

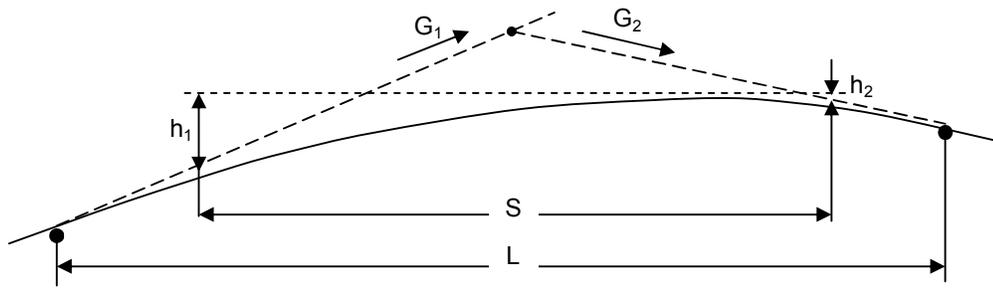
$$L = \frac{AS^2}{658}$$

- jika jarak pandang henti lebih besar dari panjang lengkung vertikal cembung ($S > L$), seperti pada Gambar 47.

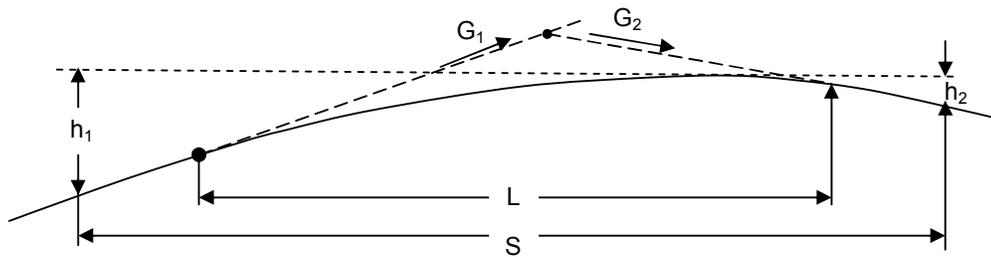
$$L = 2S - \frac{658}{A}$$

Keterangan:

- L : panjang lengkung vertikal (m)
A : perbedaan aljabar landai (%)
S : jarak pandang henti (m)



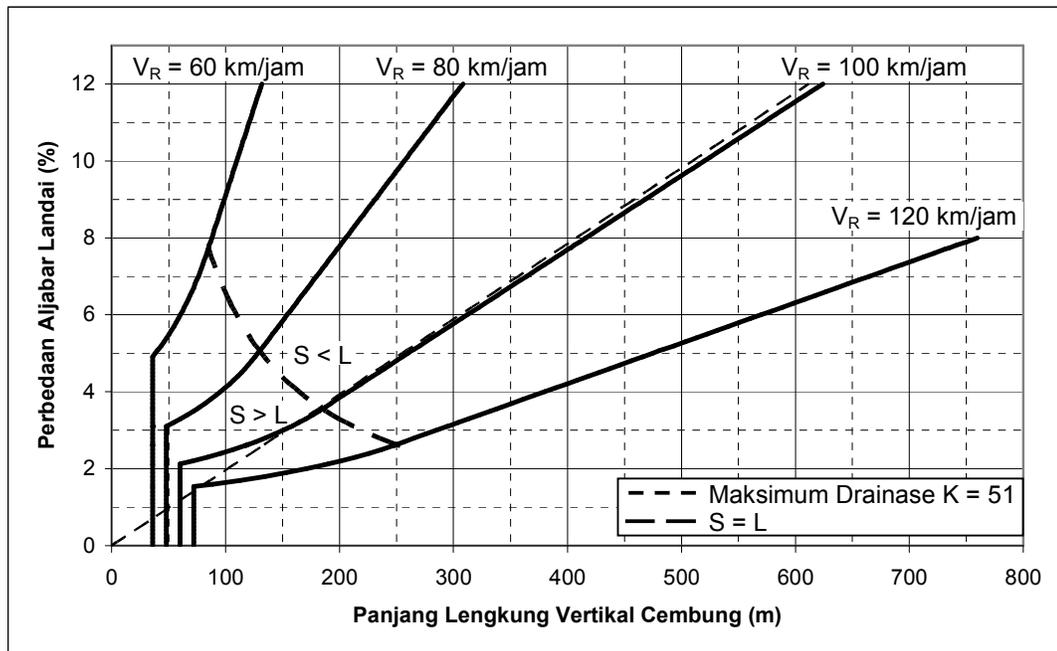
Gambar 46 - Jarak pandang henti lebih kecil dari panjang lengkung vertikal cembung



Gambar 47 - Jarak pandang henti lebih besar dari panjang lengkung vertikal cembung

Nilai minimum untuk panjang lengkung vertikal pada kondisi jarak pandang lebih besar dari panjang lengkung vertikal, yaitu $L_{\min} = 0,6 V_R$, dimana V_R dalam km/jam dan L_{\min} dalam meter.

Panjang minimum lengkung vertikal cembung berdasarkan jarak pandangan henti, untuk setiap kecepatan rencana (V_r) jalan tol dapat menggunakan Tabel 37 dan Gambar 48.



Gambar 48 - Panjang lengkung vertikal cembung berdasarkan jarak pandang henti

Tabel 37 Panjang lengkung vertikal cembung berdasarkan jarak pandang henti

Perbedaan Aljabar Landai (%)	Panjang Lengkung Vertikal Cembung (m)			
	V _R = 120 km/jam	V _R = 100 km/jam	V _R = 80 km/jam	V _R = 60 km/jam
12,0		625	309	132
11,0		573	283	121
10,0		521	257	110
9,0		469	232	99
8,0	760	417	206	88
7,0	665	365	180	76
6,0	570	313	155	61
5,0	475	261	129	39
4,0	380	209	96	36
3,0	285	151	48	36
2,0	171	60	48	36
1,0	72	60	48	36

5.9.9 Lengkung vertikal cekung

Panjang lengkung vertikal cekung, berdasarkan jarak pandangan henti ditentukan dengan rumus sebagai berikut:

- a) jika jarak pandang henti lebih kecil dari panjang lengkung vertikal cekung ($S < L$)

$$L = \frac{AS^2}{120 + 3,5S}$$

- b) jika jarak pandang henti lebih besar dari panjang lengkung vertikal cekung ($S > L$),

$$L = 2S - \left(\frac{120 + 3,5S}{A} \right)$$

keterangan:

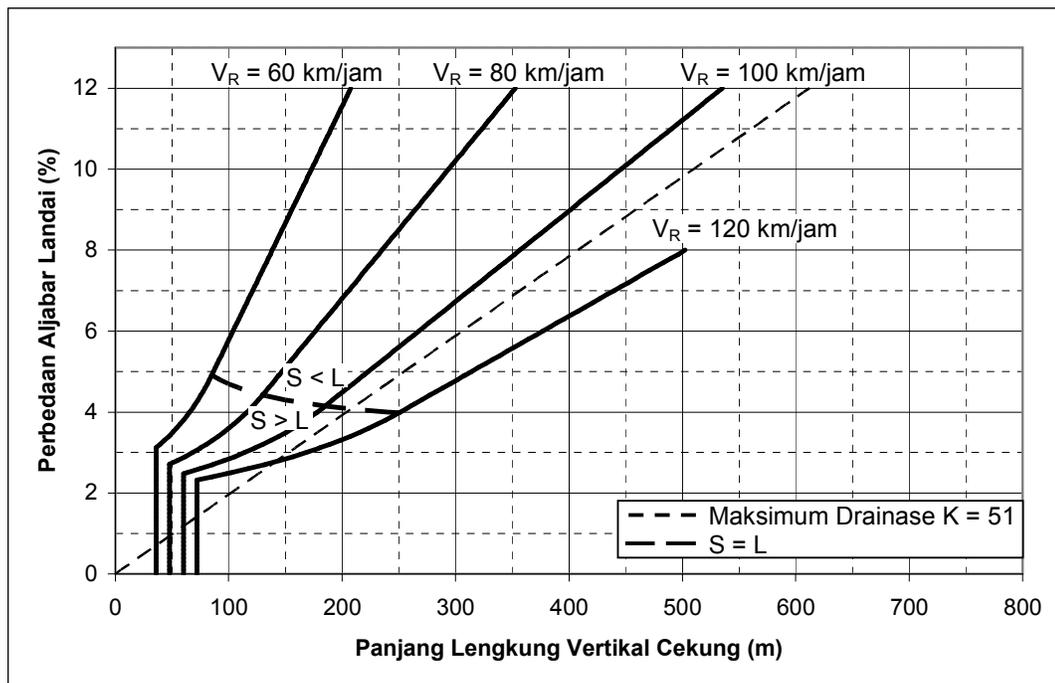
- L : panjang lengkung vertikal (m)
A : perbedaan aljabar landai (%)
S : jarak pandang henti (m)

Nilai minimum untuk panjang lengkung vertikal pada kondisi jarak pandang lebih besar panjang lengkung vertikal, yaitu $L_{\min} = 0,6 V_R$, dimana V_R dalam km/jam dan L_{\min} dalam meter.

Panjang minimum lengkung vertikal cekung berdasarkan jarak pandangan henti, untuk setiap kecepatan rencana (V_R) menggunakan Tabel 38 dan Gambar 49.

Tabel 38 Panjang lengkung vertikal cekung berdasarkan jarak pandang henti

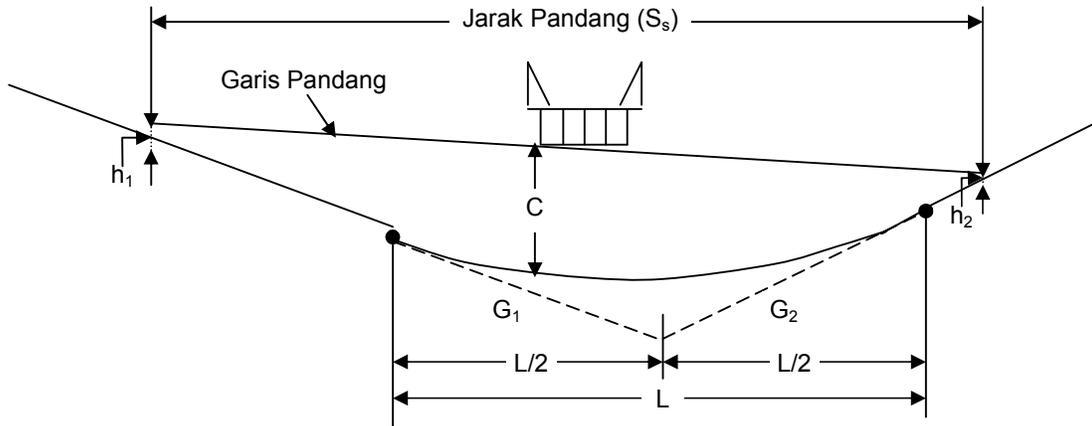
Perbedaan Aljabar Landai (%)	Panjang Lengkung Vertikal Cekung (m)			
	$V_R = 120$ km/jam	$V_R = 100$ km/jam	$V_R = 80$ km/jam	$V_R = 60$ km/jam
12,0		536	353	208
11,0		491	324	191
10,0		446	294	174
9,0		402	265	156
8,0	503	357	236	139
7,0	440	313	206	122
6,0	377	268	177	104
5,0	315	223	147	87
4,0	252	179	117	66
3,0	169	115	69	36
2,0	72	60	48	36
1,0	72	60	48	36



Gambar 49 - Panjang lengkung vertikal cekung berdasarkan jarak pandang henti

5.9.10 Lengkung vertikal cekung di bawah lintasan

Lengkung vertikal cekung di bawah lintasan perlu diperhitungkan, mengingat ada keterbatasan jarak pandang dengan adanya lintasan di atas jalan. Jarak pandang dihitung berdasarkan tinggi mata pengemudi truk (h_1) 2,40 m melihat objek (h_2) 0,60 m pada 2 kelandaian berbeda G_1 dan G_2 dengan keterbatasan kebebasan vertikal (C) di atas jalan, seperti pada Gambar 50.



Gambar 50 - Jarak pandang pada lintasan di bawah

Kondisi tersebut mengakibatkan timbulnya keterbatasan jarak pandang pada kondisi masing-masing kecepatan rencana, dimana sangat tergantung dari perbedaan aljabar landai dan letak kondisi lintasan di atas jalan.

Panjang lengkung vertikal cekung, berdasarkan jarak pandangan lintasan di bawah ditentukan dengan rumus sebagai berikut:

- a) jika jarak pandang henti lebih kecil dari panjang lengkung vertikal cekung ($S < L$)

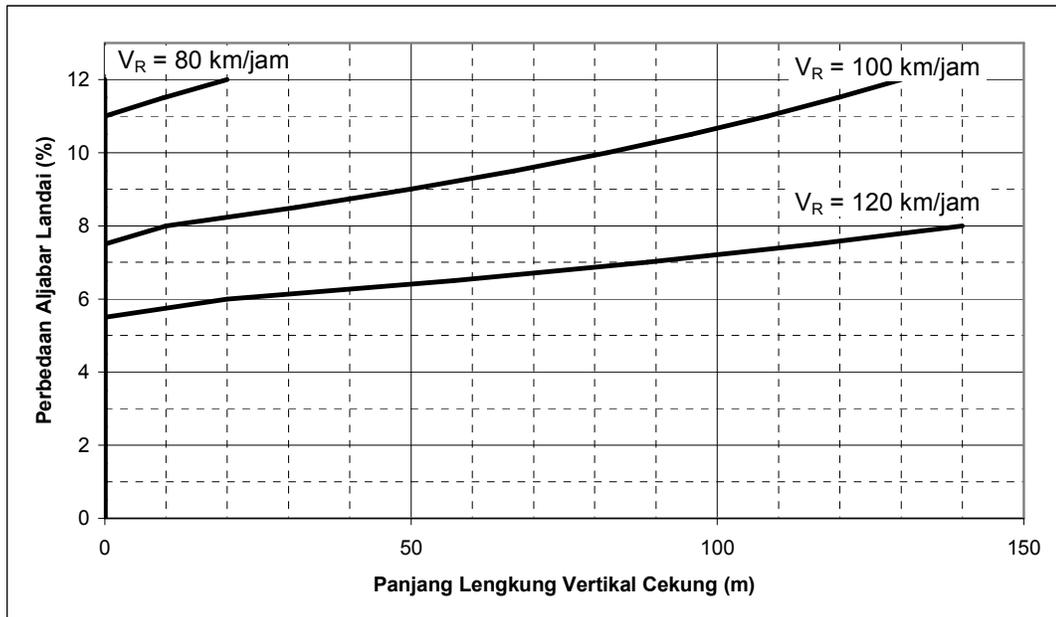
$$L = \frac{AS^2}{800(C-1,5)}$$

- b) jika jarak pandang henti lebih besar dari panjang lengkung vertikal cekung ($S > L$),

$$L = 2S - \left[\frac{800(C-1,5)}{A} \right]$$

Keterangan:

- L : panjang lengkung vertikal (m)
- A : perbedaan aljabar landai (%)
- S : jarak pandang henti (m)
- C : kebebasan vertikal (m)



Gambar 51 - Panjang lengkung vertikal cekung di bawah lintasan

Bila dihitung lengkung vertikal cekung di bawah lintasan, didapat panjang lengkung vertikal cekung yang dihasilkan tersebut oleh persamaan tersebut di atas lebih kecil dari jika menggunakan persamaan panjang lengkung vertikal biasa, maka didapat hasil perhitungan yang lebih besar dari persamaan panjang lengkung vertikal biasa pada kecepatan rencana 235 km/jam. Maka persamaan tersebut di atas hanya dijadikan sebagai pembandingan dari perencanaan lengkung vertikal cekung biasa.

5.9.11 Faktor kenyamanan untuk lengkung vertikal cekung

Untuk kenyamanan lengkung vertikal cekung, maka panjang lengkung vertikal cekung harus lebih besar dari persamaan berikut:

$$L_v = \frac{AV^2}{395}$$

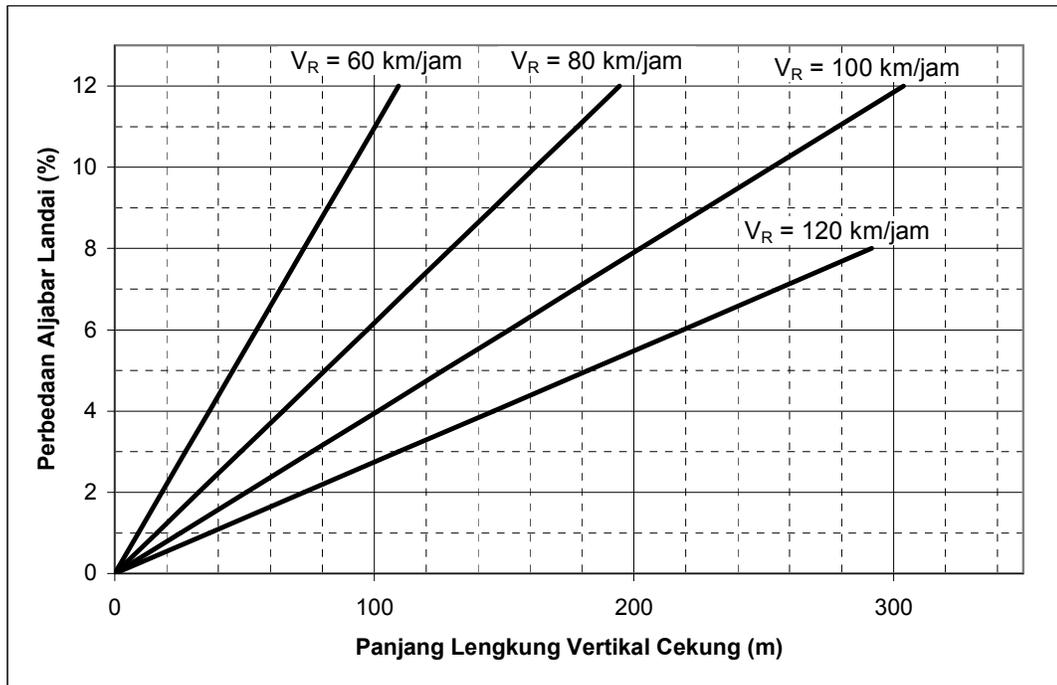
Keterangan:

- L : panjang lengkung vertikal (m)
- A : perbedaan aljabar landai (%)
- V : kecepatan rencana (km/jam)

Panjang minimum lengkung vertikal cembung berdasarkan faktor kenyamanan, untuk setiap kecepatan rencana (V_R) jalan tol dapat menggunakan Tabel 39 dan Gambar 52.

Tabel 39 Panjang lengkung vertikal cekung berdasarkan faktor kenyamanan

Perbedaan Aljabar Landai (%)	Panjang Lengkung Vertikal Cekung (m)			
	$V_R = 120 \text{ km/jam}$	$V_R = 100 \text{ km/jam}$	$V_R = 80 \text{ km/jam}$	$V_R = 60 \text{ km/jam}$
12,0		304	194	109
11,0		278	178	100
10,0		253	162	91
9,0		228	146	82
8,0	292	203	130	73
7,0	255	177	113	64
6,0	219	152	97	55
5,0	182	127	81	46
4,0	146	101	65	36
3,0	109	76	49	27
2,0	73	51	32	18
1,0	36	25	16	9



Gambar 52 - Panjang lengkung vertikal cekung berdasarkan faktor kenyamanan

5.10 Koordinasi alinyemen

Alinyemen vertikal, alinyemen horizontal, dan potongan melintang jalan tol harus dikoordinasikan sedemikian rupa sehingga menghasilkan suatu bentuk jalan yang baik dalam arti memudahkan pengemudi mengemudikan kendaraannya dengan aman dan nyaman.

Bentuk kesatuan ketiga elemen jalan tersebut diharapkan memberikan kesan atau petunjuk kepada pengemudi akan bentuk jalan yang akan dilalui didepannya, sehingga pengemudi dapat melakukan antisipasi lebih awal.

Koordinasi alinyemen vertikal dan alinyemen horizontal harus memenuhi ketentuan sebagai berikut:

- a) lengkung horizontal sebaiknya berimpit dengan lengkung vertikal, dan secara ideal alinyemen horizontal lebih panjang sedikit melingkupi alinyemen vertikal.
- b) tikungan yang tajam pada bagian bawah lengkung vertikal cekung atau pada bagian atas lengkung vertikal cembung harus dihindarkan.
- c) lengkung vertikal cekung pada landai jalan yang lurus dan panjang, harus dihindarkan.
- d) dua atau lebih lengkung vertikal dalam satu lengkung horizontal harus dihindarkan.
- e) tikungan yang tajam di antara dua bagian jalan yang lurus dan panjang harus dihindarkan.

6 Ketentuan teknis jalan penghubung (ramp)

6.1 Standar

Jalan penghubung merupakan jalan yang menghubungkan jalan tol dengan jalan umum yang ada sampai simpang pertama yang semata-mata untuk lalu lintas keluar dan/atau masuk dari dan/atau ke jalan tol.

Jalan penghubung jalan tol harus memenuhi standar sebagai berikut:

- a) Merupakan jalan dengan fungsi minimal kolektor
- b) Mempunyai kelas jalan yang mampu menahan kendaraan rencana jalan tol
- c) Mempunyai kelas jalan dengan spesifikasi minimal jalan raya
- d) Ruang milik jalannya harus dipagar

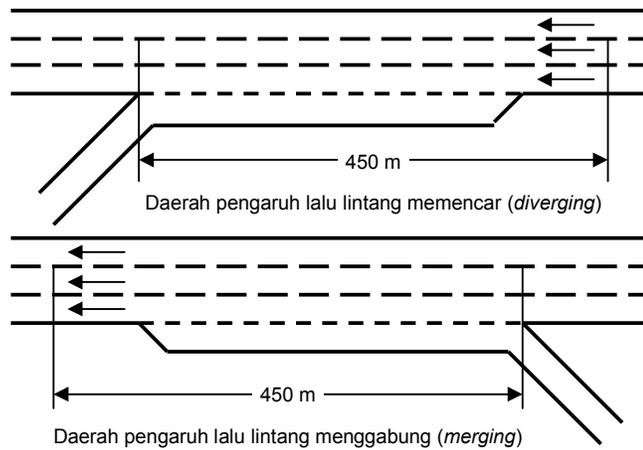
6.2 Perencanaan geometri jalan penghubung

Perencanaan geometri jalan penghubung mengikuti standar geometri yang berlaku untuk jalan perkotaan dan/atau jalan antarkota, yang wajib memenuhi standar di atas.

6.3 Pengendalian jalan masuk dan jalan keluar

Ketentuan pengendalian jalan masuk dan/atau jalan keluar adalah sebagai berikut:

- a) Jalan masuk dan jalan keluar (*ramp*) ke jalan tol dan dari jalan tol harus dibuat dengan menggunakan lajur percepatan untuk masuk jalur utama dan lajur perlambatan untuk keluar dari jalur utama.
- b) Jarak antara *nose ramp* jalan masuk dan *nose ramp* jalan keluar untuk jurusan yang sama minimal 2 (dua) km untuk jalan tol di daerah perkotaan dan 5 (lima) km untuk jalan tol di daerah antarkota.



Gambar 53 - Daerah pengaruh on ramp dan off ramp

6.4 Tempat istirahat dan tempat pelayanan

6.4.1 Persyaratan umum

- Tempat istirahat dan pelayanan hanya diperuntukkan bagi pengguna jalan bebas hambatan untuk jalan tol dan dilarang dihubungkan dengan akses apapun dari luar.
- Tempat istirahat dan pelayanan adalah fasilitas pelayanan bagi pengguna jalan bebas hambatan untuk jalan tol dan bukan fasilitas yang menjadi tempat tujuan.
- Tempat istirahat dan pelayanan harus dapat melayani semua jenis kendaraan pengguna jalan bebas hambatan untuk jalan tol.

6.4.2 Persyaratan geometri jalan keluar dan jalan masuk

- Jarak antara *nose ramp* jalan masuk (*on ramp*) simpangsusun dengan *nose ramp* jalan keluar (*off ramp*) ke tempat istirahat dan pelayanan atau sebaliknya pada arah yang sama minimal adalah 5 (lima) km.
- Jarak interval antara tempat istirahat dan pelayanan pada arah yang sama ditentukan sebagaimana Tabel 40 berikut:

Tabel 40 Jarak interval antara tempat istirahat dan pelayanan

	Jarak Minimum (km)	Jarak Maksimum (km)
Jarak tempat istirahat dengan tempat istirahat dan pelayanan	10	20
Jarak tempat pelayanan dengan tempat pelayanan	30	50

- Geometri jalur utama pada lokasi tempat istirahat harus memenuhi ketentuan sebagaimana Tabel 41 berikut:

Tabel 41 Geometri jalur utama pada lokasi tempat istirahat

V_R Jalur Utama (km/jam)	Komponen Geometri	
	Radius Tikungan Minimum (m)	Landai Maksimum (%)
120	2.000	2
100	1.500	2
80	1.000	3
60	500	4

Geometri jalan keluar dan jalan masuk (*ramp*) dengan 1 lajur lalu lintas harus memenuhi kriteria sebagaimana Tabel 42 berikut:

Tabel 42 Geometri jalan keluar dan jalan masuk (*ramp*) dengan 1 lajur lalu lintas

Komponen Geometri	Standar Kriteria
Kecepatan rencana	40 km/jam
Lebar lajur	4,00 m
Lebar bahu luar (kiri)	2,50 m
Lebar bahu dalam (kanan)	0,50 m
Kemiringan melintang normal	2 %
Landai maksimum	6 %

- d) Jalan dan/atau prasarana pergerakan lalu lintas di dalam kawasan tempat istirahat dan pelayanan harus dilengkapi dengan pengaturan lalu lintas dan rambu-rambu.
- e) Jalan masuk dan jalan keluar (*on/off ramp*) tempat istirahat dan pelayanan dilengkapi dengan lajur perlambatan dan lajur percepatan.
- f) Jarak *nose ramp* jalan keluar dan jalan masuk dengan pencabangannya atau dengan fasilitas umum (area tempat parkir, area SPBU, dan lain-lain) minimal 60 meter.

6.4.3 Persyaratan fasilitas pelayanan

- a) Luasan tempat istirahat dan pelayanan serta fasilitas pelayanannya harus diperhitungkan untuk dapat menampung kebutuhan pelayanan sampai sepuluh tahun terhitung sejak dioperasikan dengan kapasitas fasilitas pelayanan dapat dibangun secara bertahap.
- b) Pada tempat istirahat, minimal harus disediakan tempat parkir untuk 30 kendaraan golongan I (mobil penumpang dan truk kecil/ roda tunggal) dan 10 kendaraan golongan II (truk besar dan bus besar)
- c) Pada tempat istirahat dan pelayanan minimal harus disediakan tempat parkir untuk 80 kendaraan golongan I dan 20 kendaraan golongan II.

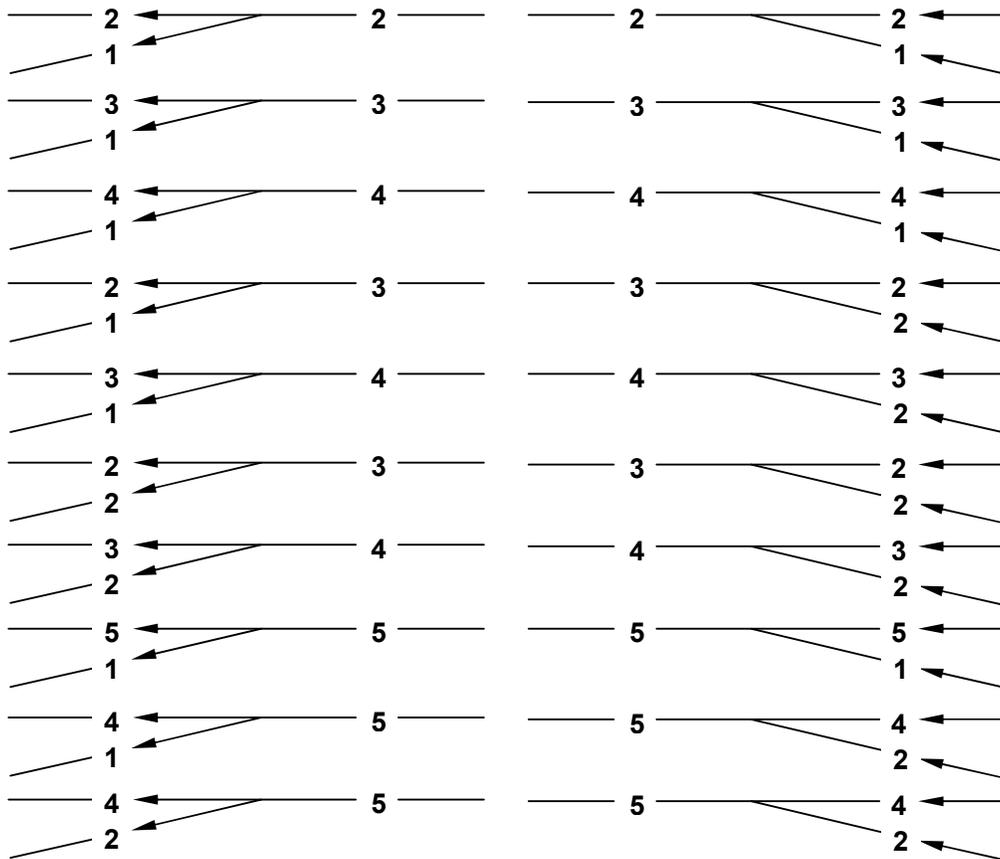
7 Ketentuan teknis simpangsusun

7.1 Persyaratan teknis simpangsusun

Persyaratan teknis simpangsusun yang harus diperhatikan dalam perencanaan simpangsusun:

- a) Jenis - jenis ramp (*Direct, Indirect, Loop*);
- b) Jalur-jalur tambahan yang terdiri dari lajur percepatan dan perlambatan;
- c) Tempat keluar masuk simpangsusun;
- d) Penggunaan sumbu acuan perancangan antara sumbu jalan di jalan utama dengan sumbu jalan di ramp;
- e) Standar geometri yang digunakan;
- f) Landai ramp untuk lajur percepatan dan perlambatan;
- g) Ruang bebas berkaitan dengan tinggi minimum jembatan;
- h) Konsistensi bentuk simpangsusun dan/atau jarak antara simpangsusun berurutan.

Keseimbangan jalur di jalur utama dan di simpangsusun yang harus mengikuti ketentuan seperti diperlihatkan pada Gambar 54.



Gambar 54 - Ketentuan keseimbangan jumlah lajur

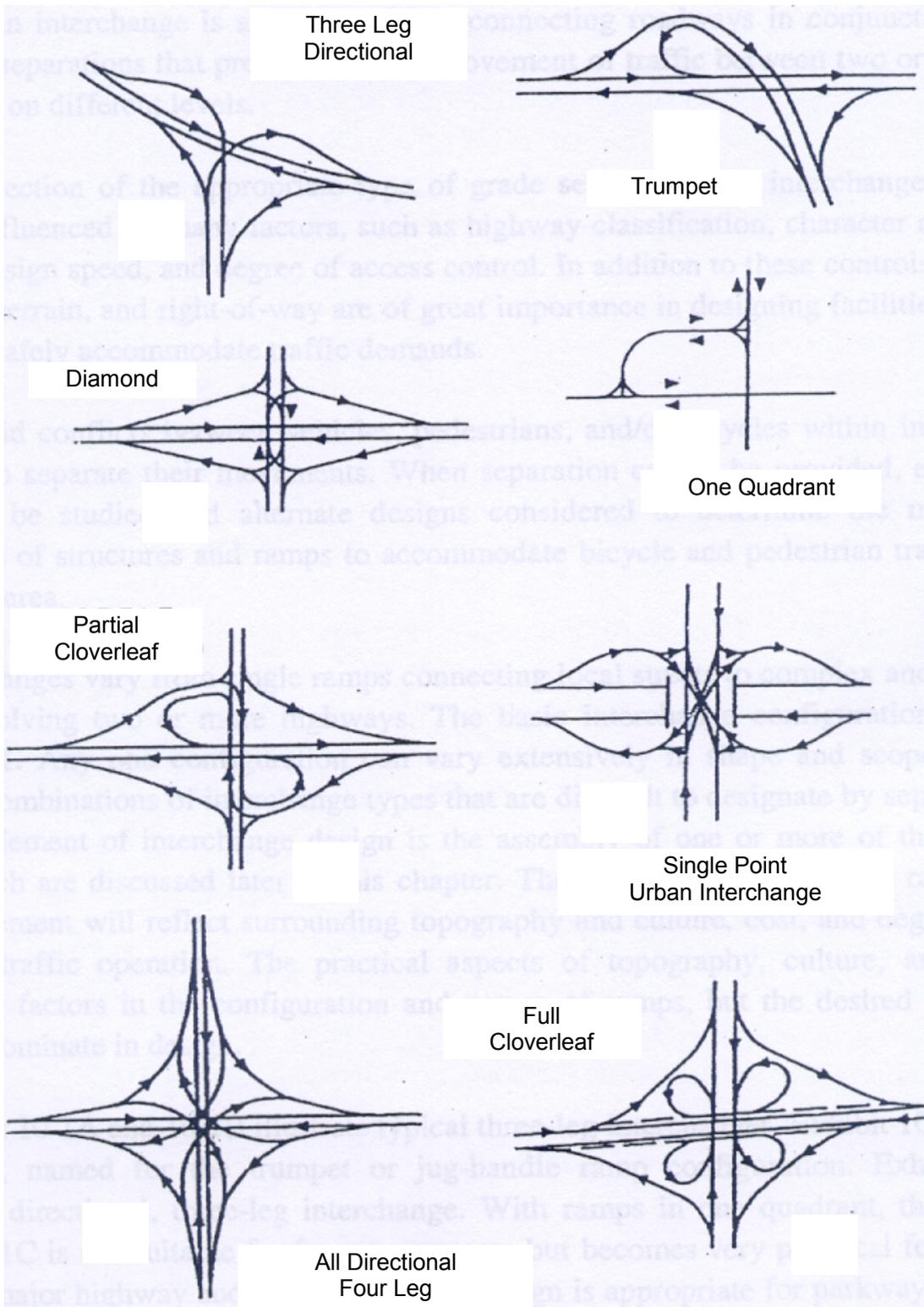
Untuk jalur utama lebih dari 4 (empat) lajur, maka antara lajur ke empat dengan lajur ke lima perlu diberikan paku jalan.

7.2 Standar tipe dan bentuk persimpangan

Standar spesifikasi jalan bebas hambatan untuk jalan tol adalah tidak adanya persimpangan yang sebidang. Standar tipe dan bentuk simpang tak sebidang diantaranya adalah sebagai berikut:

- T (atau Trumpet) atau Y, untuk simpangsusun 3 kaki/lengan;
- *Diamond* untuk simpangsusun 4 kaki/lengan dan arus major dan minor;
- *Cloverleaf* terdiri dari *partial cloverleaf* dan *full cloverleaf*;
- *Directional* atau langsung;
- Kombinasi, merupakan penggabungan dari bentuk-bentuk dasar diatas.

Pemilihan pemakaian dan penerapan tipe dan bentuk simpang tak sebidang harus mempertimbangkan ketersediaan dan kondisi lapangan dari lahan rumijatot serta lingkungan sekitarnya. Standar bentuk simpang tak sebidang dapat dilihat pada Gambar 55.

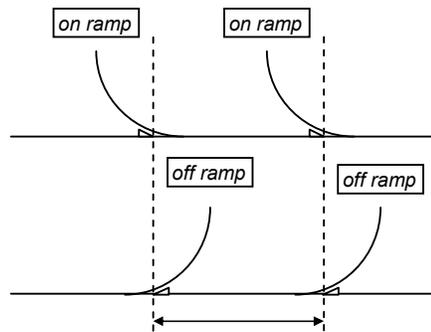


Gambar 55 - Standar tipe Persimpangan/Simpang Susun

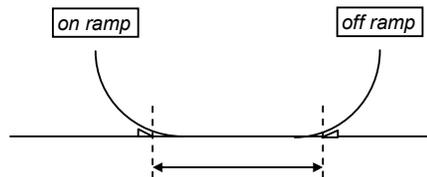
7.3 Jarak simpangsusun

Ketentuan jarak simpangsusun seperti dilustrasikan pada Gambar 56, 57, dan 58, adalah sebagai berikut:

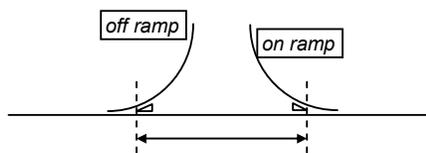
- Jarak antar simpangsusun untuk jalan tol antarkota minimal adalah 5 (lima) km as ke as atau dengan jarak *nose ramp* jalan masuk dan *nose ramp* jalan keluar untuk jurusan yang sama pada dua simpangsusun minimal adalah 5 (lima) km.
- Jarak antar simpangsusun untuk jalan tol perkotaan minimal adalah 2 (dua) km as ke as atau dengan jarak *nose ramp* jalan masuk dan *nose ramp* jalan keluar untuk jurusan yang sama pada dua simpangsusun minimal adalah 2 (dua) km.



Gambar 56 - Ilustrasi jarak nose ramp pada on ramp – on ramp dan off ramp – off ramp



Gambar 57 - Ilustrasi jarak nose ramp pada on ramp – off ramp



Gambar 58 - Ilustrasi jarak nose ramp pada off ramp – on ramp

- Simpangsusun pelayanan harus direncanakan menghubungkan jalan tol dan jalan bukan tol yang berfungsi sebagai jalan arteri atau minimal kolektor dalam sistem jaringan jalan primer.
- Jarak *nose ramp* jalan masuk simpangsusun dengan *nose ramp* jalan keluar tempat istirahat atau jarak *nose ramp* jalan keluar simpangsusun dengan *nose ramp* jalan masuk tempat istirahat pada arah yang sama minimal 5 (lima) km.
- Jarak terowongan/ pintu gerbang bandar udara internasional/ pintu gerbang pelabuhan laut internasional yang dihubungkan dengan jalan tol harus berjarak dengan jarak *nose ramp* jalan keluar/masuk simpangsusun minimal 2 (dua) km.
- Penyediaan simpangsusun pada jalan tol mempertimbangkan jumlah penduduk pada wilayah yang bersangkutan untuk dilayani, dengan ketentuan sebanyak-banyaknya 1 (satu) simpangsusun untuk 1 (satu) wilayah dengan penduduk minimal 100.000 jiwa.

7.4 Kecepatan rencana

Kecepatan rencana ramp simpangsusun yang menghubungkan jalan tol dengan jalan tol (Simpangsusun Sistem) harus memenuhi ketentuan sebagaimana Tabel 43 berikut:

Tabel 43 Kecepatan rencana ramp pada simpangsusun sistem

V _R jalan tol I (km/jam)	V _R jalan tol II (km/jam)			
	120	100	80	60
120	60 – 80			
100	60 – 80	60 – 80		
80	40 – 80	40 – 60	40 – 60	
60	40 – 60	40 – 60	40 – 60	40 – 60

Kecepatan rencana ramp simpangsusun yang menghubungkan jalan tol dengan jalan bukan tol (Simpangsusun Pelayanan) harus memenuhi ketentuan sebagaimana Tabel 44 berikut:

Tabel 44 Kecepatan rencana ramp pada simpangsusun pelayanan

V _R jalan Tol (km/jam)	V _R jalan bukan tol (km/jam)		
	100	80	60
120	60 – 80		
100	60 – 80		
80	40 – 60	40 – 60	
60	40 – 60	40 – 60	40 – 60

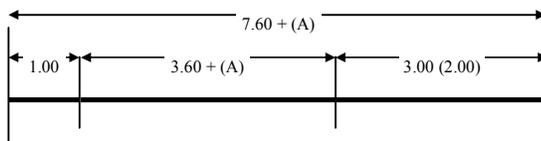
7.5 Penampang melintang

- Ramp simpangsusun untuk 2 (dua) arah lalu lintas harus dilengkapi dengan median.
- Lebar jalur lalu lintas ramp simpangsusun dengan 1 lajur lalu lintas dengan 1 arah minimal 4,5 meter dengan tanpa mempertimbangkan kebutuhan pelebaran lajur lalu lintas pada tikungan.
- Lebar lajur lalu lintas ramp simpangsusun dengan 1 lajur lalu lintas untuk 1 arah atau dengan 2 lajur lalu lintas untuk 1 arah, dibuat sama dengan lebar lajur lalu lintas pada jalur utamanya dengan mempertimbangkan kebutuhan pelebaran pada tikungan.
- Besarnya kebutuhan pelebaran pada ramp mengikuti perhitungan pelebaran pada tikungan.
- Lebar bahu luar dan bahu dalam ramp simpangsusun harus memenuhi ketentuan sebagaimana Tabel 45 berikut:

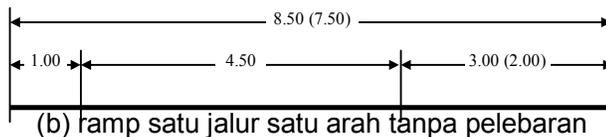
Tabel 45 Lebar bahu luar dan bahu dalam ramp

Kecepatan Rencana Jalan Utama (km/jam)	Lebar Bahu Luar (m)		Lebar Bahu Dalam (m)	
	Antarkota	Perkotaan	Antarkota	Perkotaan
120	3,00	-	1,00	-
100	3,00	2,00	1,00	1,00
80	3,00	2,00	1,00	0,50
60	-	2,00	-	0,50

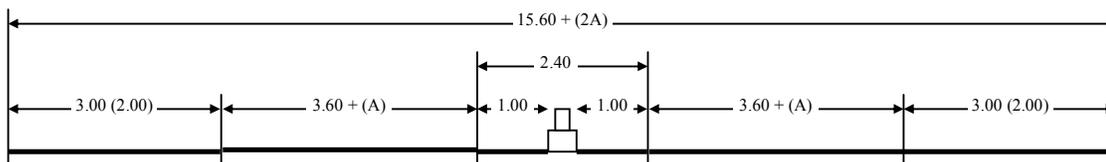
- Pada ramp Simpangsusun Pelayanan dengan 2 lajur lalu lintas untuk 1 arah, lebar bahu luar dapat dibuat sama dengan lebar bahu dalam.



(a) ramp satu jalur satu arah



(b) ramp satu jalur satu arah tanpa pelebaran



(c) ramp dua jalur dua arah

Keterangan:

Satuan dalam meter

(A) : pelebaran yang dibutuhkan

() : angka untuk jalan tol perkotaan

Gambar 59 - Tipikal potongan melintang pada ramp

Lebar median pada ramp simpang-susun dengan 2 (dua) lajur lalu lintas untuk 2 (dua) arah menggunakan median datar atau median ditinggikan (*median concrete barrier*) seperti pada ketentuan teknik jalan utama tersebut diatas.

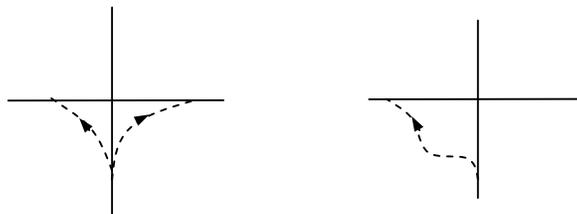
7.6 Perencanaan ramp

7.6.1 Tipe ramp

Berdasarkan pergerakannya, terdapat 3 (tiga) tipe ramp, yaitu *Direct*, *Semi Direct*, dan *Indirect*.

7.6.1.1 *Direct* (hubungan langsung)

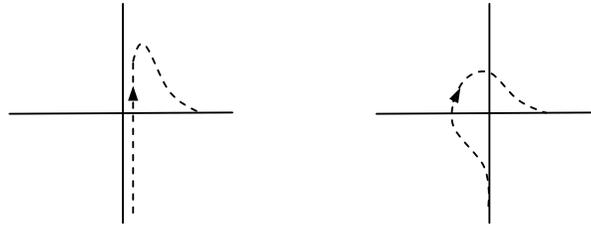
Sebelum titik pusat, ramp langsung berbentuk kearah tujuan, seperti Gambar 60 berikut.



Gambar 60 - Jalur penghubung langsung

7.6.1.2 *Semi direct* (hubungan setengah langsung)

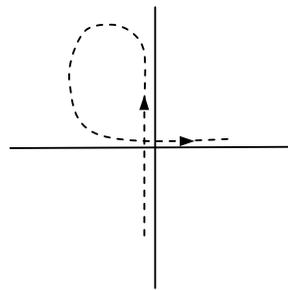
Dalam menuju arah tujuan, ramp melalui/mengelilingi titik pusat dahulu dan memotong salah satu arus lain secara tegak lurus, seperti Gambar 61 berikut.



Gambar 61 - Jalur penghubung setengah langsung

7.6.1.3 *Indirect* (hubungan tak langsung)

Dalam menuju arah tujuan, ramp berbelok kearah berlawanan dahulu dan kemudian memutar sekitar 270° , seperti Gambar 62 berikut.



Gambar 62 - Jalur penghubung tidak langsung

7.6.2 Radius tikungan pada ramp/loop

Radius tikungan pada ramp/loop harus memenuhi ketentuan sebagai berikut:

- a) Sesuai dengan kecepatan rencana masuk ramp, sebagaimana Tabel 46 berikut:

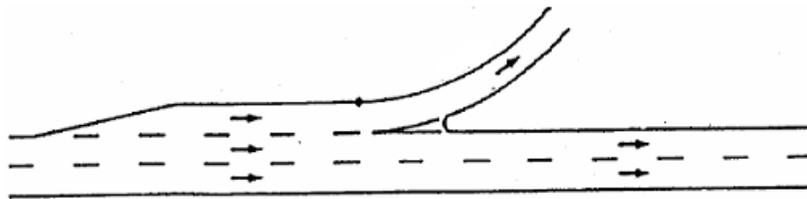
Tabel 46 Radius tikungan minimum untuk ramp

V_R (km/jam)	Radius Tikungan Minimum (m)		
	$e_{max} = 6\%$	$e_{max} = 8\%$	$e_{max} = 10\%$
80	250	230	210
60	135	125	115
40	55	50	45

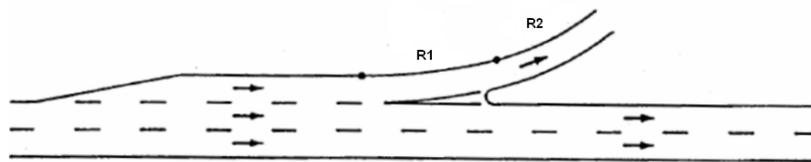
- b) Jika digunakan tikungan majemuk, perbandingan antara radius tikungan pertama dengan tikungan ke dua adalah 2:1, atau minimal 1,5 : 1, dengan panjang masing-masing lengkung ditentukan sebagaimana Tabel 48 berikut:

Tabel 47 Panjang minimum lengkung lingkaran di ramp

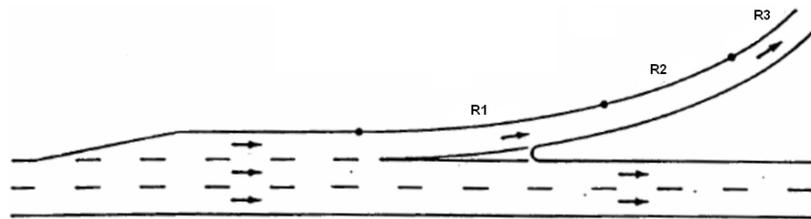
R (m)	Panjang Minimum Lengkung Lingkaran (m)	
	Minimal	Ideal
150 atau lebih besar	45	60
125	35	55
100	30	45
75	25	35
60	20	30
50	15	20



Gambar 63 - Ramp dengan menggunakan 1 (satu) radius tikungan



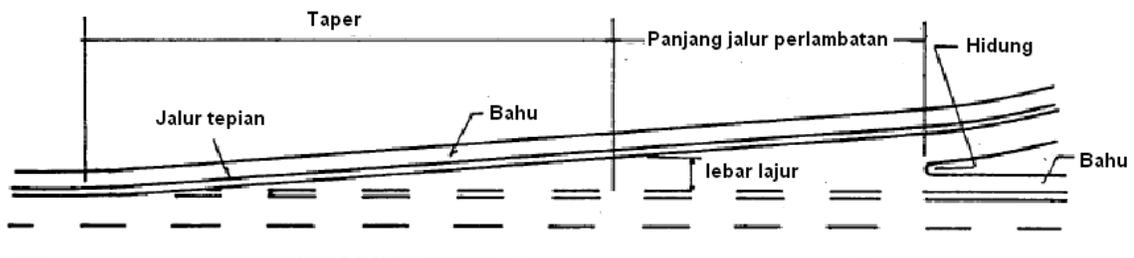
Gambar 64 - Ramp dengan menggunakan 2 (dua) radius tikungan



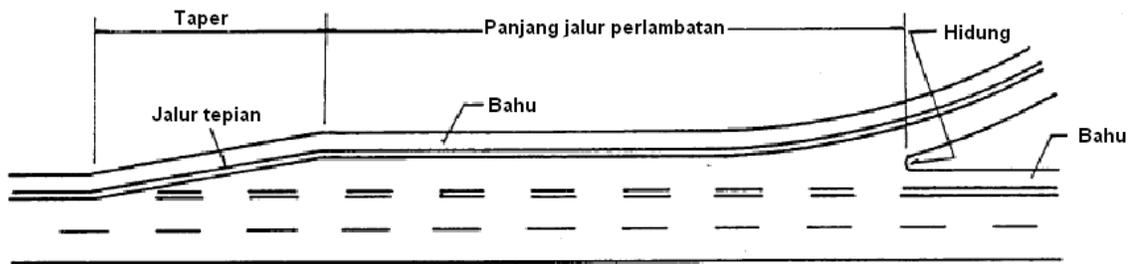
Gambar 65 - Ramp dengan menggunakan 3 (tiga) radius tikungan

7.7 Lajur percepatan dan lajur perlambatan

- a) Jalan keluar pada simpangsusun dengan 1 (satu) lajur lalu lintas menggunakan lajur perlambatan tipe taper, seperti Gambar 66 berikut.

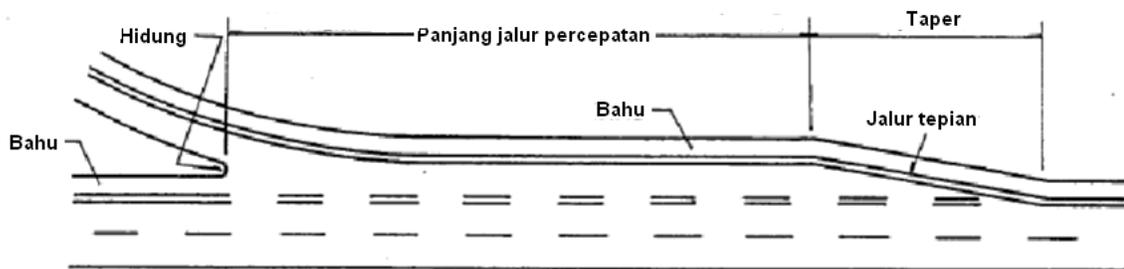


Gambar 66 - Lajur perlambatan tipe taper

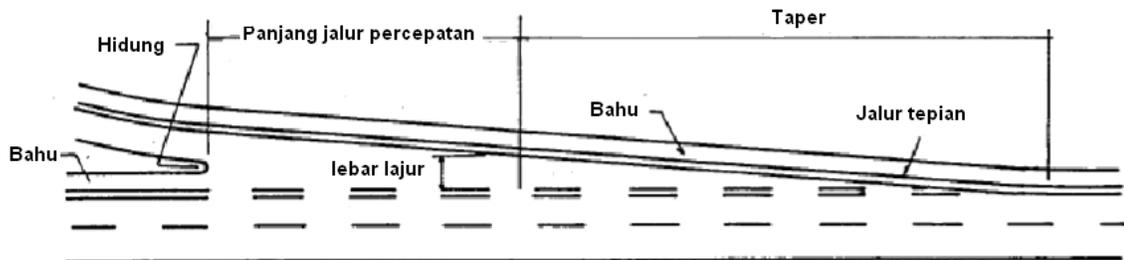


Gambar 67 - Lajur perlambatan tipe paralel

b) Jalan Masuk pada simpangsusun dengan 1 (satu) lajur lalu lintas menggunakan lajur percepatan tipe paralel, seperti Gambar 68 berikut.



Gambar 68 - Lajur percepatan tipe paralel



Gambar 69 - Lajur percepatan tipe taper

c) Jalan Keluar dan Jalan Masuk pada simpangsusun dengan 2 lajur lalu lintas menggunakan lajur perlambatan dan lajur percepatan.

d) Lajur perlambatan dan lajur percepatan harus memenuhi ketentuan sebagaimana Tabel 48 dan 49 berikut:

Tabel 48 Panjang lajur percepatan minimum

V_R jalan tol (km/jam)	Panjang lajur percepatan minimum (m)		
	V_R ramp (km/jam)		
	80	60	40
120	245	410	490
100	40	205	285
80	-	65	145
60	-	-	45

Tabel 49 Panjang lajur perlambatan minimum

V_R jalan tol (km/jam)	Panjang lajur perlambatan minimum (m)		
	V_R ramp (km/jam)		
	80	60	40
120	120	155	175
100	85	120	145
80	-	80	100
60	-	-	65

7.8 Taper

Taper digunakan untuk awal lajur percepatan/perlambatan yang disediakan untuk pergerakan belok kanan dan belok kiri secara serong, untuk mengarahkan penggabungan maupun pemisahan terhadap lalu lintas di jalur utama.

Panjang taper minimum untuk pergerakan memisah dan menggabung ditampilkan pada Tabel 50 berikut:

Tabel 50 Panjang taper lajur tunggal

Kecepatan rencana (km/jam)	Panjang taper minimum (m)	
	Memisah	Menggabung
120	135	270
100	113	225
80	90	180
60	42	84

8 Ketentuan teknis geometri pelataran tol dan gerbang tol

8.1 Persyaratan perencanaan

Perencanaan pelataran tol dan gerbang tol harus memperhatikan hal-hal sebagai berikut:

- kelancaran lalu lintas;
- keamanan dan efisiensi pengoperasian;
- pandangan bebas.

8.1.1 Kelancaran arus lalu lintas

- Untuk menghindari adanya antrian pada gerbang tol utama yang mempengaruhi operasional jalan tol, kecuali dapat dibuktikan melalui analisa teknis, maka jarak jalan penghubung antara gerbang tol utama ke arah persimpangan jalan bukan tol minimum 2 km dengan tetap memperhatikan keseimbangan kapasitas antara gerbang tol dan persimpangan.
- Pada gerbang tol simpang susun atau ramp harus direncanakan sedemikian rupa sehingga bila terjadi antrian tidak mengganggu kelancaran arus lalu lintas pada jalur utama jalan tol maupun jalan bukan tol.
- Pelataran tol dan gerbang tol tidak boleh menjadi lokasi leher botol (*bottle neck*) bagi arus lalu lintas. Oleh karena itu harus tersedia lajur lalu lintas dan gardu tol yang cukup pada gerbang tol untuk dapat menampung volume lalu lintas pada jam puncak/sibuk.

8.1.2 Keamanan dan efisiensi pengoperasian

- Keberadaan gerbang tol harus dapat diketahui oleh pengguna jalan untuk itu harus dilengkapi dengan rambu-rambu petunjuk maupun peringatan yang jelas dan dapat terbaca dari kendaraan yang berjalan dengan kecepatan tinggi, mengenai jarak keberadaan gerbang tol yang bersangkutan.
- Untuk menghindari akumulasi polusi gas buang di daerah gerbang tol maka dihindari penempatan gerbang tol di daerah galian yang cukup dalam.
- Untuk kebutuhan drainase areal pelataran tol, maka gerbang tol harus diletakkan pada titik tertinggi dari lengkung vertikal cembung alinyemen vertikal jalan.
- Gerbang tol harus memungkinkan dan menjamin kendaraan dapat berhenti dan berjalan kembali dengan aman dari kegiatan operasional pengumpulan tol terlaksanakan secara efisien. Untuk itu pelataran tol sedapat mungkin direncanakan dan ditempatkan pada daerah lurus dan datar.
- Penyediaan lahan untuk areal pelataran tol dan gerbang tol harus memperhitungkan kemungkinan peningkatan kapasitas gerbang (perluasan) di masa mendatang seimbang dengan rencana kapasitas jalan maksimum.

8.1.3 Pandangan bebas

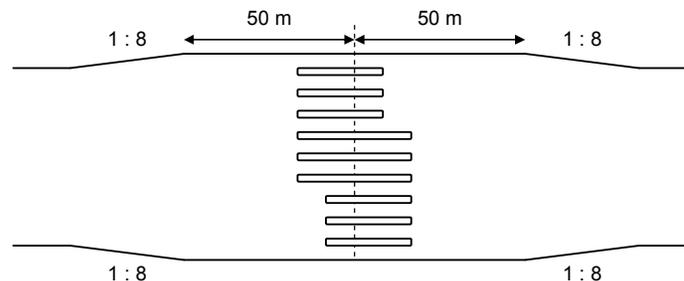
- Penempatan gerbang tol dihindari diletakkan pada tikungan dengan jari-jari kecil atau pada lengkung vertikal cekung dimana jarak pandangan terbatas dan lalu lintas cenderung berjalan dengan kecepatan relatif tinggi.
- Gerbang tol harus diletakkan minimum 250 m dari jembatan lintas atas (*overpass*) sehingga pandangan bebas pengemudi dan geometri pelataran tol tidak terganggu.

8.2 Perencanaan pelataran tol

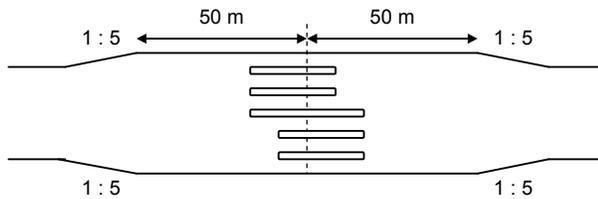
Lebar lajur lalu lintas pada gerbang tol 2,90 m dan lebar pulau tol (*toll island*) 2,10 m. Untuk dapat melayani sesuatu yang bersifat khusus, seperti misalnya angkutan dengan kendaraan khusus yang ekstra lebar maka pada lajur paling luar (kiri) dibuat dengan minimal lebar 3,50 m, Kemiringan melintang permukaan perkerasan pada pelataran tol minimum 1,0% dan maksimum 2,0% sedangkan untuk permukaan perkerasan pelataran tol pada *barrier*, kemiringan melintang permukaannya dibuat minimum sebesar 0,5%, dengan ketentuan sumbu gerbang tol berada pada puncak lengkung vertikal dengan landai memanjang jalan +2% dan -2%.

Pelebaran jalur pada pelataran tol harus dibuat dengan panjang transisi yang cukup, sehingga memungkinkan manuver atau *weaving* lalu lintas dari jalur normal ke arah lajur tol/gardu yang akan dituju dan/atau sebaliknya.

Pada pelataran tol *barrier*, pelebaran jalur harus dibuat dengan kemiringan taper maksimum pelataran 1:8, dan kemiringan taper maksimum pelataran tol pada ramp atau jalan akses 1:5.

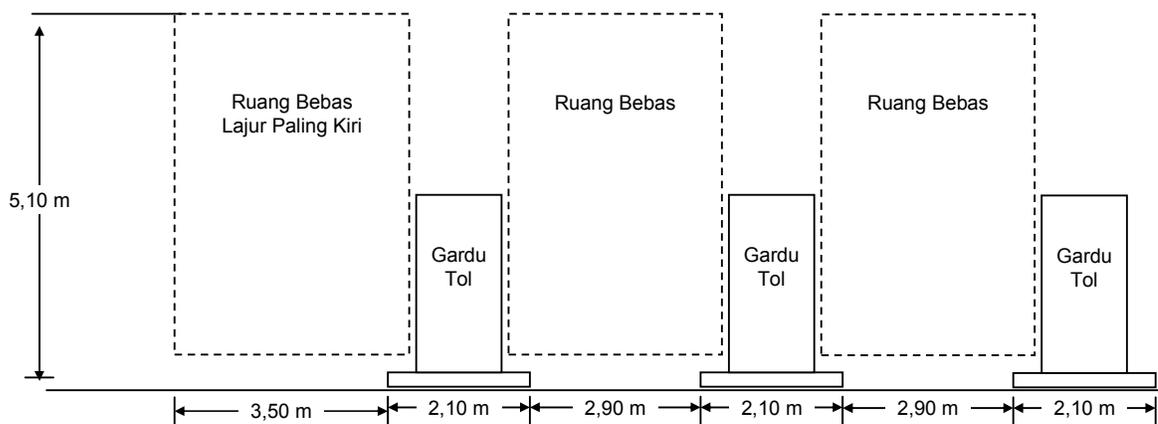


Gambar 70 - Pelataran tol pada gerbang tol barrier



Gambar 71 - Pelataran tol pada gerbang tol ramp

Pada kondisi-kondisi khusus tertentu dimana ketersediaan lahan menjadi penentu atau jumlah lajur tol relatif kecil (2 lajur s/d 4 lajur saja) seperti di wilayah perkotaan misalnya, kemiringan maksimum adalah taper 1:3 .



Gambar 72 - Ruang bebas pada gerbang tol

8.3 Perencanaan gerbang tol

8.3.1 Kriteria umum

Gerbang tol harus direncanakan sesuai dengan kriteria sebagai berikut:

- Bentuk konstruksi atap dan tinggi minimum gerbang tol dibuat sedemikian rupa sehingga mempunyai ruang bebas pada lajur lalu lintas dengan tinggi minimum 5,10 m.
- Lebar atap gerbang tol minimum 13 m dan bentuk listplanknya dibuat sedemikian sehingga memungkinkan pemasangan lampu lalu lintas ataupun *lane indicator*. Penempatan kolom gerbang harus sedemikian rupa sehingga tidak mengganggu pandangan bebas pengumpul tol ke arah datangnya kendaraan dan kebutuhan akan ruang gerak yang memadai bagi karyawan gerbang dalam melaksanakan tugasnya di gerbang tol.
- Untuk gerbang tol dengan jumlah lajur lebih dari 10 lajur (9 pulau tol) diharuskan dilengkapi dengan terowongan penghubung antar gardu dan ke kantor gerbang untuk keselamatan dan keamanan pengumpul tol yang sekaligus menampung utilitas.
- Penempatan lampu pada atap gerbang agar dibuat sedemikian hingga tidak menyilaukan pengumpul tol untuk melihat kendaraan yang datang serta tidak mengganggu fungsi *lane indicator*.

8.3.2 Pulau tol (*toll island*)

Lebar pulau tol minimum 2,10 m dengan panjang minimum 25 m untuk lajur searah dan 33 m untuk lajur bolak balik (*reversible lane*). Ujung pulau tol yang menghadap arah datangnya lalu lintas dilengkapi dengan *bull nose* serta 2 *bumper block*. Satu *bumper block* diletakkan pada ujung akhir *bull nose* dan satu lainnya diletakkan di muka gardu tol. Panjang *bull nose* 7 m dan tinggi *bumper block* 1,35 m di atas permukaan jalan. Batas keliling pulau tol dilengkapi dengan *concrete curb* (kanstin/bingkai jalan) dengan tinggi 0,25 m di atas permukaan jalan.

8.3.3 Gardu tol (*toll booth*)

Gardu tol perlu direncanakan sedemikian rupa sehingga menciptakan kondisi kerja yang cukup nyaman dan aman bagi pengumpul tol. Untuk itu gardu tol harus dilengkapi dengan pengatur suhu, pasokan udara segar dan alat komunikasi antar gardu dan dengan kantor gerbang atau pos tol.

Ukuran gardu tol minimal lebar 1,25 m panjang 2,00 m dan tinggi 2,5 m. Pintu gardu tol berupa pintu geser dan diletakkan pada bagian belakang gardu, dengan lebar minimum 0,60 m.

8.3.4 Jumlah kebutuhan gardu tol

Untuk menetapkan jumlah lajur atau jumlah gardu tol yang direncanakan, akan ditentukan oleh 3 (tiga) faktor yaitu:

- a) Volume lalu lintas
- b) Waktu pelayanan di gardu tol
- c) Standar pelayanan (jumlah antrian kendaraan yang diperkenankan)

8.3.4.1 Volume lalu lintas

Dalam merencanakan jumlah lajur (gardu tol), volume lalu lintas yang harus diperhitungkan adalah volume lalu lintas pada jam sibuk, dalam hal ini yang dipakai adalah volume lalu lintas jam perencanaan.

8.3.4.2 Waktu pelayanan

Besarnya waktu pelayanan sangat dipengaruhi oleh sistem pengumpulan tol dan kemampuan peralatan tol maupun keterampilan dan kesiapan petugas pengumpul tol maupun pemakai jalan. Besarnya waktu pelayanan tersebut adalah sebagai berikut::

- a) Sistem pengumpulan tol terbuka
 - 1) Gardu masuk/keluar : 6 detik
- b) Sistem pengumpulan tol tertutup
 - 1) Gardu masuk : 4 detik
 - 2) Gardu keluar : 10 detik

8.3.4.3 Kapasitas gerbang

Untuk keperluan perhitungan rencana jumlah lajur (gardu) tol pada gerbang tol, jumlah antrian kendaraan per lajur (per gardu) maksimum adalah 3 (tiga) kendaraan. Dengan demikian kapasitas gerbang tol dapat dihitung seperti pada Tabel 51 berikut ini:

Tabel 51 Kapasitas gerbang tol berdasarkan jumlah gardu dan waktu pelayanan

Jumlah gardu	Kapasitas gerbang tol (kendaraan/jam)		
	Waktu pelayanan (detik)		
	4	6	10
1	675	450	270
2	1.575	1.050	630
3	2.475	1.650	990
4	3.375	2.250	1.350
5	4.275	2.850	1.710
6	5.175	3.450	2.070
7	6.075	4.050	2.430
8	6.975	4.650	2.790
9	7.875	5.250	3.150
10	8.775	5.850	3.510
11	9.675	6.450	3.870
12	10.575	7.050	4.230
13	11.475	7.650	4.590
14	12.375	8.250	4.950
15	13.275	8.850	5.310