

**TUGAS AKHIR**

**PERENCANAAN GEOMETRIK RAMP JALAN TOL BINJAI-  
LANGSA ZONA 1  
(Studi Kasus)**

*Diajukan Untuk Memenuhi Persyaratan Dalam Memperoleh  
Gelar Sarjana Teknik Sipil Pada Fakultas Teknik  
Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara*

**Disusun Oleh:**

**PUTRI RAMAYANTI**  
**1707210003**



**FAKULTAS TEKNIK  
PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL  
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA  
MEDAN  
2021**



## LEMBAR PERSETUJUAN PEMBIMBING

Tugas Akhir ini diajukan oleh

Nama : Putri Ramayanti  
Npm : 1707210003  
Program Studi : Teknik Sipil  
Judul Skripsi : Perencanaan Geometrik Ramp Jalan Tol Binjai-Langsa  
Zona 1  
Bidang Ilmu : Transportasi

DISETUJUI UNTUK DISAMPAIKAN KEPADA  
PANITIA UJIAN SKRIPSI

Medan, 16 Oktober 2021

Dosen Pembimbing

Andri, ST., M.T

## HALAMAN PENGESAHAN

Tugas Akhir ini diajukan oleh:

Nama : Putri Ramayanti  
Npm : 1707210003  
Program Studi : Teknik Sipil  
Judul Skripsi : Perencanaan Geometrik Ramp Jalan Tol Binjai-Langsa  
Zona 1  
Bidang Ilmu : Transportasi

Telah berhasil dipertahankan di hadapan penguji dan diterima sebagai salah satu syarat yang diperlukan untuk memperoleh gelar sarjana Teknik pada Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.

Medan, 16 Oktober 2021

Mengetahui dan Menyetujui:

Dosen Pembimbing/Penguji



Andri, S.T., M.T

Dosen Pembanding I/Penguji



Hj. Irma Dewi, ST., M.Si

Dosen Pembanding II/Penguji



Ir. Zulkiah, MT

Program Studi Teknik Sipil

Ketua:



Dr. Fahrizal Zulkarnain

## SURAT PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama Lengkap : Putri Ramayanti  
Tempat/Tanggal Lahir : Medan. 22-Agustus-1999  
Npm : 1707210003  
Fakultas : Teknik  
Jurusan : Teknik Sipil

Menyatakan dengan sesungguhnya dan sejujurnya, bahwa Laporan Tugas Akhir saya yang berjudul:

“Perencanaan Geometrik Ramp Jalan Tol Binjai-Langsa Zona 1”.

Bukan merupakan plagiarisme, pencurian hasil karya milik orang lain, hasil kerja orang lain untuk kepentingan saya karena/hubungan material dan non material serta segala kemungkinan lain, yang pada hakekatnya merupakan karya Tugas Akhir saya secara orisinal dan otentik.

Bila kemudian hari diduga ada ketidaksesuaian antara fakta dan kenyataannya saya bersedia di proses oleh Tim Fakultas yang dibentuk untuk melakukan verifikasi.

Demikian Surat Pernyataan ini saya buat dengan keadaan sadar dan tidak dalam tekanan ataupun paksaan dari pihak manapun, demi menegakkan integritas Akademik di Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.

Medan, 16 Oktober 2021

Yang menyatakan,

 Putri Ramayanti

## ABSTRAK

### PERENCANAAN GEOMETRIK RAMP JALAN TOL BINJAI-LANGSA ZONA 1

Putri Ramayanti  
1707210003  
Andri,ST.,MT

Jalan tol Binjai-Langsa sepanjang 12,3 km merupakan salah satu pembangunan proyek Jalan Tol Trans Sumatera yang bertujuan untuk mempercepat mobilitas barang dan jasa antar pusat-pusat pertumbuhan ekonomi dan pembangunan pusat produksi. Perencanaan Geometrik jalan merupakan bagian dari perencanaan jalan yang titik beratkan pada alinyemen horizontal dan alinyemen vertikal sehingga dapat memenuhi fungsi dasar dari jalan yang memberikan kenyamanan yang optimal pada arus lalu lintas sesuai dengan kecepatan yang direncanakan. perencanaan geometrik terdiri dari aspek-aspek perencanaan tase jalan, badan jalan yang terdiri dari bahu jalan dan jalur lalu lintas, tikungan, drainase, kelandaian jalan serta galian dan timbunan. Sebelum pembangunan jalan tol perlu dilakukan perencanaan geometrik untuk perhitungan alinyemen. Perencanaan jalan tol bertujuan agar jalan yang dilalui memberikan kenyamanan dan keamanan bagi pengendaranya. Dalam studi perencanaan geometrik dikhususkan pada bagian *ramp* untuk akses jalan masuk dan keluar dari jalan tol. Tujuan kajian ini adalah merencanakan geometrik jalan tol khususnya pada bagian *ramp* untuk akses menuju dan keluar jalan tol. Pada tahapan ini dilakukan analisa geometrik ramp dengan metode Bina Marga. Dalam kajian ini, data diperoleh dari data sekunder dengan menggunakan *google earth* sehingga diperoleh hasil data koordinat untuk perhitungan geometrik *ramp*. Perencanaan geometrik *ramp* dihasilkan 3 tikungan horizontal dengan tipe tikungan SCS (*Spiral –Circle-Spiral*). Kecepatan rencana sebesar 60 km/jam dengan jari-jari 110 meter. Superelevasi emax sebesar 8% dengan perhitungan emin sebesar 9,8%. Untuk pelebaran pada tikungan diperoleh dari perhitunga sebesar 2,3 meter. Hasil tikungan diperoleh bentuk SCS di atas berdasarkan tinjauan kondisi lapangan yang relatif banyak pemukiman sehingga lahan yang tersedia untuk pembangunan sangat terbatas. Selain itu pada tikungan di berikan rambu-rambu batas kecepatan maksimum 60 km/jam demi faktor keamanan.

Kata Kunci: Jalan Tol, Geometrik *Ramp*, Tikungan.

## **ABSTRACT**

### **GEOMETRIC PLANNING OF BINJAI-LANGSA TOLL ROAD RAMP ZONE**

#### **1**

Putri Ramayanti  
1707210003  
Andri,ST.,MT

*The 12.3 km Binjai-Langsa toll road is one of the constructions of the Trans Sumatra Toll Road project which aims to accelerate the mobility of goods and services between economic growth centers and the development of production centers. Geometric planning is a part of road planning that focuses on horizontal alignment and vertical alignment so that it can fulfill the basic functions of the road that provides optimal comfort for traffic flow according to the planned speed. Geometric planning consists of planning aspects of road sections, road bodies consisting of road shoulders and traffic lanes, bends, drainage, road grades and excavations and embankments. Before the construction of the toll road, it is necessary to carry out geometric planning for the calculation of the alignment. The purpose of toll road planning is to ensure that the roads traversed provide comfort and safety for the riders. In the study of geometric planning, it is devoted to the ramp section for access roads to and from toll roads. The purpose of this study is to plan the geometry of the toll road, especially the ramp section for access to and from the toll road. At this stage, the geometric analysis of the ramp is carried out using the Highways method. In this study, the data was obtained from secondary data by using google earth so that the coordinates for calculating the geometric ramp were obtained. The geometric plan of the ramp resulted in 3 horizontal bends with the type of SCS bend (Spiral-Circle). -Spiral). The design speed is 60 km/h with a radius of 110 meters. The emax superelevation is 8% with an emin calculation of 9.8%. For the widening of the bend obtained from the calculation of 2.3 meters. The result of the bend is obtained in the form of SCS above based on a review of field conditions which are relatively many settlements so that the available land for development is very limited. In addition, at corners, signs are given for a maximum speed limit of 60 km/h for the sake of safety.*

*Keywords: Toll Road, Geometric Ramp, Bend.*

## KATA PENGANTAR

*Assalamu'Alaikum Warrahmatullahi Wabarakatuh*

Dengan nama Allah Yang Maha Pengasih lagi Maha Penyayang puji dan syukur kita panjatkan atas kehadiran Allah SWT, yang telah memberikan kesempatan dan kesehatan kepada kita khususnya penulis, serta shalawat dan berangkaikan salam kehadiran Nabi kita Nabi Muhammad SAW yang kita harapkan syafaatnya di hari akhir nanti, sampai saat ini penulis dapat menyelesaikan tugas akhir ini sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik dengan judul “ Perencanaan Geometrik Ramp Jalan Tol Binjai-Langsa Zona 1”.

Penulis menyadari, bahwa sesungguhnya penulisan dan penyusunan tugas akhir ini tidak terlepas dari bimbingan dan nasehat serta pengarahan dari berbagai pihak, untuk itu dengan segala kerendahan hati, yang tulus dan ikhlas penulis mengucapkan terima kasih semua pihak yang telah membantu dan memberi dorongan kepada penulis sehingga tugas akhir ini dapat terselesaikan dengan baik. Dan pada kesempatan ini penulis mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Bapak Andri S.T, M.T selaku Dosen Pembimbing yang telah banyak membimbing dan mengarahkan penulis dalam menyelesaikan tugas akhir ini.
2. Ibu Hj Irma Dewi,S.T.,M.Si selaku Dosen Pembimbing I yang telah banyak masukan dan mengarahkan penulis dalam menyelesaikan tugas akhir ini.
3. Ibu Ir. Zurkiyah,M.T selaku Dosen Pembimbing II yang telah banyak masukan dan mengarahkan penulis dalam menyelesaikan tugas akhir ini.
4. Bapak Dr. Fahrizal Zulkarnain S.T M.Sc, selaku Ketua Program Studi Teknik Sipil, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
5. Bapak Munawar Alfansury Siregar, S.T., M.Sc selaku Dekan Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
6. Seluruh Bapak/Ibu Dosen di Program Studi Teknik Sipil, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara yang telah banyak memberikan ilmu keteknik sipilan kepada penulis.

7. Bapak/Ibu Staff Administrasi di Biro Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
8. Teristimewa sekali juga kepada Ayahanda tercinta Wagirin dan Ibunda tercinta Hamidah, kakak dan adik saya yang telah memberikan dukungan semangat motivasi dan doa sepenuh hati guna menyelesaikan Laporan Tugas Akhir ini.
9. Yora Rona Purnama Meuraxa, Nurianda Aulia dan Sahabat-sahabat kuliah penulis beserta seluruh teman-teman teknik sipil yang tidak dapat penulis sebutkan satu persatu yang telah banyak membantu dan mendukung penulis dalam menyelesaikan tugas akhir ini.

Saya menyadari bahwa Tugas Akhir ini tentunya masih jauh dari kesempurnaan, untuk itu penulis berharap kritik dan masukan yang konstruktif untuk menjadi bahan pembelajaran berkesinambungan penulis di masa depan.

Akhir kata saya ucapkan terima kasih dan rasa hormat yang sebesar-besarnya kepada semua pihak yang telah membantu dalam penyelesaian tugas akhir ini. Semoga Tugas Akhir ini bisa memberikan manfaat bagi kita semua terutama bagi penulis dan juga bagi teman-teman mahasiswa Teknik Sipil khususnya.

*Wassalamu'Alaikum Warrahmatullahi Wabarakatuh.*

Medan, 16 Oktober 2021



**Putri Ramayanti**  
**Npm: 170721003**



## DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN	i
SURAT PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR	iii
ABSTRAK	iv
<i>ABSTRACT</i>	v
KATA PENGANTAR	vi
DAFTAR ISI	viii
DAFTAR TABEL	x
DAFTAR GAMBAR	xi
DAFTAR NOTASI	xii
BAB 1 PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang Masalah	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Ruang Lingkup	2
1.4 Tujuan Penelitian	2
1.5 Manfaat Penelitian	2
1.5.1 Manfaat Teoritis	2
1.5.2 Manfaat Praktis	2
1.6 Sistematika Penulisan	2
BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA	4
2.1 Definisi dan Karakteristik Jalan Tol	4
2.2 Perencanaan Geometrik Jalan Tol	5
2.2.1 Alinyemen	5
2.2.2 Perencanaan Alinyemen Horizontal	6
2.2.2.1 Panjang Bagian Lurus	6
2.2.2.2 Superelevasi	6
2.2.2.3 Lengkung Peralihan	9
2.2.2.4 Bentuk-bentuk Lengkung Horizontal	10
2.2.2.5 Pelebaran Jalur Lalu Lintas pada Tikungan	13
2.2.2.6 Daerah Kebebasan Samping di Tikungan	14
2.2.3 Perencanaan Alinyemen Vertikal	15

2.2.3.1 Kelandaian	15
2.3 Jalan Penghubung ( <i>Ramp</i> )	19
2.3.1 Persyaratan Geometrik Ramp Jalan Keluar dan Masuk	19
2.3.2 Standar dan Bentuk Tipe Persimpangan	20
2.3.3 Kecepatan Rencana Ramp	21
2.3.4 Penampang Melintang Ramp	22
<b>BAB 3 METODE PENELITIAN</b>	<b>23</b>
3.1 Diagram Alir Penelitian	23
3.2 Lokasi Penelitian	24
3.3 Identifikasi Masalah	24
3.4 Penarikan Sampel	24
3.5 Pengumpulan Data	24
3.5.1 Data Sekunder	24
3.6 Analisa Data	25
3.7 Kesimpulan dan Saran	25
<b>BAB 4 ANALISA DAN PEMBAHASAN</b>	<b>26</b>
4.1 Perencanaan Geometrik <i>Ramp</i> Jalan Tol	26
4.2 Perencanaan Alinyemen Horizontal	27
<b>BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN</b>	<b>43</b>
5.1 Kesimpulan	43
5.2 Saran	43
<b>DAFTAR PUSTAKA</b>	
<b>LAMPIRAN</b>	
<b>DAFTAR RIWAYAT HIDUP</b>	

## DAFTAR TABEL

Tabel 2.1	Panjang bagian Lurus Maksimum	6
Tabel 2.2	Superelevasi maksimum berdasarkan tata guna lahan dan iklim	7
Tabel 2.3	Koefisien gesek maksimum berdasarkan VR	7
Tabel 2.4	Panjang Jari-jari minimum (dibulatkan)	7
Tabel 2.5	Panjang Lengkung Peralihan minimum berdasarkan tingkat perubahan kelandaian melintang jalan	9
Tabel 2.6	Pelebaran Jalur lalu lintas di tikungan	13
Tabel 2.7	Kelandaian Maksimum	16
Tabel 2.8	Panjang Landai Kritis	17
Tabel 2.9	Panjang minimum cekung berdasarkan jarak pandang henti	18
Tabel 2.10	Geometrik Jalan Keluar dan Jalan Masuk (ramp)	19
Tabel 2.11	Kecepatan Rencana <i>Ramp</i> pada Simpangsusun Sistem	21
Tabel 2.12	Kecepatan Renacan <i>Ramp</i> pada Simpangsusun Pelayanan	21
Tabel 2.13	Lebar Bahu Luar dan Bahu Dalam <i>Ramp</i>	22
Tabel 4.1	Koordinat, Jarak, dan Titik Sudut	27
Tabel 4.2	Hasil Perhitungan S-C-S Tikungan 1	32
Tabel 4.3	Hasil Perhitungan S-C-S Tikungan 2	37
Tabel 4.4	Hasil Perhitungan S-C-S Tikungan 3	42

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1	Pencapaian Superelvasi pada Tikungan Tipe FC	8
Gambar 2.2	Pencapaian Superelvasi pada Tikungan Tipe SCS	8
Gambar 2.3	Pencapaian Superelvasi pada Tikungan Tipe SS	9
Gambar 2.4	Tikungan Full Circle	10
Gambar 2.5	Tikungan Spiral Circle Spiral	11
Gambar 2.6	Tikungan Spiral Spiral	12
Gambar 2.7	Diagram ilustrasi daerah kebebasan simpang di tikungan untuk SS < LC	14
Gambar 2.8	Diagram ilustrasi daerah kebebasan samping di tikungan untuk SS > LC	14
Gambar 2.9	Cloverloaf	20
Gambar 2.10	Diamond	20
Gambar 2.11	Trumpet	21
Gambar 2.12	Ramp satu jalur satu arah	22
Gambar 2.13	Ramp dua jalur dua arah	22
Gambar 3.1	Bagan alir penelitian	23
Gambar 4.1	Titik Perencanaan Ramp	26
Gambar 4.2	Titik Koordinat Tikungan 1	27
Gambar 4.3	Titik Koordinat Tikungan 2	32
Gambar 4.4	Titik Koordinat Tikungan 3	37
Gambar 4.5	Desain Akhir Ramp	42

## DAFTAR NOTASI

$R_{\min}$	= Jari –jari tikungan minimum (m)
$V_R$	= kecepatan rencana (km/jam)
$e_{\max}$	= Superelevasi maksimum (%)
$f_{\max}$	= Koefiesien gesek maksimum
$R$	= Jari-jari alinyemen horizontal (m)
$\theta_s$	= Sudut spiral pada titik SC ( $^\circ$ )
$\Delta$	= Sudut alinyemen horizontal ( $^\circ$ )
$L_c$	= Panjang busur lingkaran (m)
$T_s$	= Titik awal mulai masuk ke daerah lengkung
$P$	= Pergeseran tangen secara spiral
$X_c, Y_c$	= Koordinat titik peralihan dari spiral ke circle (SC) (m)
$L_s$	= Panjang lengkung spiral (m)
$E$	= Jarak dari PI ke sumbu jalan arah pusat lingkaran (m)
$Sc$	= Spiral Circle, titik peralihan dari spiral ke circle
$Cs$	= Circle spiral, titik peralihan dari circle ke spiral
$St$	= Spiral tangen, titik peralihan dari spiral ke lurus
$PI$	= Titik pertemuan kedua tangent
$W$	= Pelebaran jalan pada tikungan (m)
$W_c$	= Lebar jalan pada tikungan (m)
$W_n$	= Lebar jalan pada jalan lurus (m)
$R$	= Jari-jari tikungan (m)
$S_s$	= Jarak pandang henti (m)
$M$	= Jarak yang diukur dari garis tengah lajur dalam sampai obyek penghalang pandangan (m)
$S$	= Jarak pandang henti (m)
$L$	= Panjang lengkung vertikal (m)
$A$	= Perbedaan kelandaian aljabar (%)
$L_{\min}$	= Panjang lengkung vertikal minimum (m)
$V_R$	= Kecepatan kendaraan (km/jam)

# BAB 1

## PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Proyek Pembangunan Jalan Tol Trans Sumatera bertujuan untuk mempercepat mobilitas barang dan jasa antar pusat-pusat pertumbuhan ekonomi dan pembangunan pusat produksi. Jalan Tol Trans Sumatera sepanjang 304 km akan menghubungkan Pulau Sumatera dari Aceh hingga Bakauheni terdiri atas 8 ruas, terbagi menjadi empat ruas awal (1) Medan-Binjai, (2) Palembang-Indralaya, (3) Pekanbaru-Dumai, (4) Bakauheni-Terbanggi Besar, dan lima ruas tambahan: (5) Terbanggi Besar-Pematang Panggang, (6) Pematang Panggang-Kayu Agung, (7) Kisaran-Tebing Tinggi, dan (8) Binjai-Langsa. Dalam penulisan ini ditinjau adalah perencanaan geometrik ramp jalan tol Binjai-Langsa zona 1.

Pembangunan jalan tol merupakan salah satu bentuk infrastruktur yang dibangun oleh pemerintah dalam rangka pemerataan pembangunan dengan memudahkan masyarakat untuk melakukan mobilitas barang dan jasa dengan baik dan cepat.

Perencanaan Geometrik jalan merupakan bagian dari perencanaan jalan yang titik beratkan pada alinyemen horizontal dan alinyemen vertikal sehingga dapat memenuhi fungsi dasar dari jalan yang memberikan kenyamanan yang optimal pada arus lalu lintas sesuai dengan kecepatan yang direncanakan. perencanaan geometrik terdiri dari aspek-aspek perencanaan tase jalan, badan jalan yang terdiri dari bahu jalan dan jalur lalu lintas, tikungan, drainase, kelandaian jalan serta galian dan timbunan.

Sebelum pembangunan jalan tol perlu dilakukan perencanaan geometrik untuk perhitungan alinyemen. Perencanaan jalan tol bertujuan agar jalan yang dilalui memberikan kenyamanan dan keamanan bagi pengendaranya. Dalam studi perencanaan geometrik dikhususkan pada bagian *ramp* untuk akses jalan masuk dan keluar dari jalan tol. Berdasarkan latar belakang masalah tersebut maka penelitian akan mengkaji tentang: “Perencanaan Geometrik Ramp Jalan Tol Binjai-Langsa Zona 1”.

## **1.2 Rumusan Masalah**

Dalam tugas akhir ini permasalahan yang akan dibahas adalah bagaimana perencanaan geometrik ramp jalan tol Binjai-Langsa zona 1?

## **1.3 Ruang Lingkup**

Agar pembahasan ini tidak meluas ruang lingkungannya dan dapat terarah sesuai dengan tujuan penulisan Tugas Akhir ini, maka diperlukan pembatasan masalah, studi ini hanya meninjau perencanaan geometrik ramp jalan tol Binjai-Langsa zona 1.

## **1.4 Tujuan Penelitian**

Berdasarkan rumusan masalah diatas adapun tujuan yang ingin dicapai dari penulisan Tugas Akhir ini adalah Menganalisis perencanaan geometrik ramp jalan tol Binjai-Langsa zona 1.

## **1.5 Manfaat Penelitian**

### **1.5.1 Manfaat Teoritis**

Penelitian ini merupakan hasil dari survei dan masukan- masukan dari teori yang ada mengenai perencanaan geometrik ramp pada jalan tol dalam dunia konstruksi. Hasil dari penelitian ini diharapkan juga bisa menjadi referensi untuk penelitian dalam dunia kontruksi serta menjadi referensi untuk pembelajaran kedepannya kepada teman-teman mahasiswa teknik tentang perkembangan teknologi didunia kontruksi saat ini.

### **1.5.2 Manfaat Praktis**

Manfaat praktis dari penelitian ini dapat menjadi bahan rujukan bagi instansi yang berwenang.

## **1.6 Sistematika Penulisan**

Untuk memberikan gambaran mengenai keseluruhan isi penulisan dalam

Tugas Akhir ini, maka bab-bab yang merupakan uraian masalah penelitian disusun secara sistematis dalam 5 (lima) bab, yaitu:

#### BAB 1 : PENDAHULUAN

Pada bab ini menjelaskan latar belakang, perumusan masalah, tujuan penulisan, ruang lingkup, manfaat penulisan dan sistematika penulisan skripsi.

#### BAB 2: TINJAUAN PUSTAKA

Bab ini menjelaskan mengenai dasar-dasar teori tentang perencanaan geometrik ramp jalan tol.

#### BAB 3: METODELOGI PENELITIAN

Bab ini menjelaskan mengenai alur kerja penelitian pada skripsi ini dari tahap pengumpulan data hingga *output* berupa kesimpulan.

#### BAB 4: ANALISA DAN PEMBAHASAN

Bab ini menjelaskan mengenai perencanaan geometrik ramp jalan tol.

#### BAB 5: KESIMPULAN DAN SARAN

Bab ini menjelaskan mengenai hasil akhir dari isi materi ini yaitu perencanaan geometric ramp jalan tol Binjai-Langsa.



## **BAB 2**

### **LANDASAN TEORI**

#### **2.1 Definisi dan Karakteristik Jalan Tol**

Jalan tol adalah suatu lintas jalan yang merupakan alternatif dari lintas jalan umum yang ada, mempunyai spesifikasi jalan bebas hambatan dan jalan tol hanya diperuntukkan bagi pemakai jalan yang menggunakan kendaraan bermotor 4 atau lebih dengan membayar tol (*Pasal 14 UU No.13 tahun 1980*). Pemilikan dan hak penyelenggaraan jalan tol adalah untuk mewujudkan pemerataan pembangunan dan hasil-hasilnya serta keseimbangan dalam pengembangan wilayah secara adil, dimana pembinaannya memakai dana yang berasal dari masyarakat yakni melalui pembayaran jalan tol. Sedangkan tujuannya adalah untuk meningkatkan efisiensi pelayanan jasa distribusi untuk menunjang pertumbuhan ekonomi di wilayah yang tidak tinggi tingkat perkembangannya (*Pasal 2 Peraturan Pemerintah Nomor 8 Tahun 1990*).

Adapun definisi lain dari jalan tol atau jalan bebas hambatan yaitu jalan cepat dengan pengendalian jalan masuk sepenuhnya. Pengendalian jalan masuk sepenuhnya atau *full control of access* berarti bahwa kewenangan mengatur jalan masuk ditujukan untuk mengistimewakan lalu lintas yang bergerak lurus dengan menyediakan hubungan jalan masuk hanya dengan jalan umum tertentu serta dengan melarang penyeberangan sebidang atau hubungan langsung dengan jalan menuju ke rumah-rumah.

Karena penggunaan jalan ini dengan membayar tol, yaitu sejumlah uang tertentu yang dibayarkan untuk penggunaan jalan tol, maka jalan tol memiliki syarat dan spesifikasi tertentu dibandingkan dengan jalan biasa. Syarat teknis jalan tol menurut Peraturan Pemerintah Nomor 15 tahun 2005 pasal 5 yaitu:

1. Jalan tol mempunyai tingkat pelayanan keamanan dan kenyamanan yang lebih tinggi dari jalan umum yang ada dan dapat melayani arus lalu lintas jarak jauh dengan mobilitas tinggi.
2. Jalan tol yang digunakan untuk lalu lintas antar kota didesain berdasarkan kecepatan rencana paling rendah 80 km/jam, dan untuk jalan tol di wilayah

perkotaan didesain dengan kecepatan rencana paling rendah 60 km/ jam.

3. Jalan tol didesain untuk mampu menahan muatan sumbu terberat (MST) paling rendah 8 ton.
4. Setiap ruas jalan tol harus dilakukan pemagaran, dan dilengkapi dengan fasilitas penyeberangan jalan dalam bentuk jembatan atau terowongan.
5. Pada tempat-tempat yang dapat membahayakan pengguna jalan tol, harus diberi bangunan pengaman yang mempunyai kekuatan dan struktur yang dapat menyerap energi benturan kendaraan.
6. Setiap jalan tol wajib dilengkapi dengan aturan perintah dan larangan yang dinyatakan dengan rambu lalu lintas, marka jalan, dan/atau alat pemberi syarat lalu lintas.

Sedangkan spesifikasi yang harus ada pada jalan tol, yaitu:

1. Tidak ada persimpangan sebidang dengan ruas jalan lain atau dengan prasarana transportasi lainnya.
2. Jumlah jalan masuk dan jalan keluar ke dan dari jalan tol dibatasi secara efisien dan semua jalan masuk dan jalan keluar harus terkendali secara penuh.
3. Jarak antar simpang susun, paling rendah 5 km untuk jalan tol luar perkotaan dan paling rendah 2 km untuk jalan tol dalam perkotaan.
4. Jumlah lajur sekurang-kurangnya dua lajur per arah.
5. Menggunakan pemisah tengah atau median.
6. Lebar bahu jalan sebelah luar harus dapat dipergunakan sebagai jalur lalu lintas sementara dalam keadaan darurat.

## **2.2 Perencanaan Geometrik Jalan Tol**

### **2.2.1 Alinyemen**

Trase jalan terdiri dari dua garis, yaitu garis lurus dan garis lengkung. Karena adanya perbedaan arah dari kedua garis lurus, maka kedua garis akan berpotong dan membentuk sudut, yang disebut dengan tengen, yang dapat dibedakan menurut arahnya. Antaranya dua tangent yang berpotong dibuhungkan oleh garis lengkung yang berupa busur lingkaran yang memiliki fungsi sebagai busur peralihan antar arah yang satu dengan arah yang lain.

## 2.2.2 Perencanaan Alinyemen Horizontal

Alinyemen horizontal adalah proyeksi sumbu jalan pada bidang horisontal dari peta jalan (No.007/BM/2009). Alinemen jalan terdiri atas bagian lurus dan bagian lengkung (tikungan). Perencanaan geometrik pada bagian lengkung dimaksudkan untuk mengimbangi gaya sentrifugal yang diterima oleh kendaraan yang berjalan dengan kecepatan tertentu. Untuk perencanaan tikungan diusahakan dapat memberikan keamanan dan kenyamanan, sehingga terdapat pertimbangan sebagai berikut:

### 2.2.2.1 Panjang Bagian Lurus

Dengan mempertimbangkan faktor keselamatan pemakai jalan dan ditinjau dari segi kelelahan pengemudi, maka panjang maksimum bagian jalan yang lurus harus ditempuh dalam waktu tidak lebih dari 2,5 menit (sesuai VR). Panjang bagian lurus dapat dilihat dalam Tabel 2.1

Tabel 2.1: Panjang bagian Lurus Maksimum (No.007/BM/2009)

$V_R$ (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

### 2.2.2.2 Superelevasi

Kendaraan pada saat melalui tikungan dengan kecepatan tertentu (V) akan menerima gaya sentrifugal yang menyebabkan kendaraan tidak stabil. Untuk mengimbangi gaya sentrifugal tersebut, perlu dibuat suatu kemiringan melintang jalan pada tikungan yang disebut sebagai superelevasi (e). Sedangkan derajat lengkung (D) adalah besarnya sudut lengkung yang menghasilkan panjang busur lingkaran. Rumus untuk menentukan jari-jari tikungan minimum ( $R_{min}$ ) adalah 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/jam)

$e_{\max}$  = Superelevasi maksimum (%)

$f_{\max}$  = Koefisien gesek maksimum

Besaran nilai superelevasi maksimum dapat dilihat pada Tabel 2.2 berikut:

Tabel 2.2: Superelevasi maksimum berdasarkan tata guna lahan dan iklim (No.007/BM/2009 )

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, dapat dilihat pada Tabel 2.3 berikut:

Tabel 2.3: Koefisien gesek maksimum berdasarkan VR (No.007/BM/2009)

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

Untuk menentukan jari-jari tikungan minimum dapat juga menggunakan tabel yang terdapat pada Peraturan Bina Marga No.007 tahun 2009 yang dapat dilihat pada Tabel 2.4 berikut:

Tabel 2.4: Panjang Jari-jari minimum (No.007/BM/2009)

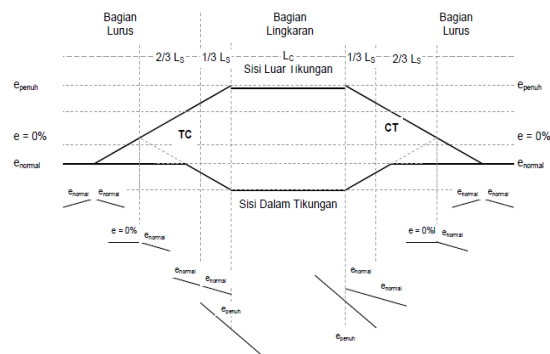
$e_{\max}$ (%)	$V_R$ (km/jam)	$f_{\max}$	$(e/100+f)$	$R_{\min}$ (m)	
				Perhitungan	Pembulatan
10,0	120	0,092	0,192	590,6	590
	100	0,116	0,216	364,5	365
	80	0,140	0,240	210,0	210
	60	0,152	0,252	112,5	110

*Lanjutan Tabel 2.4: Panjang Jari-jari minimum (No.007/BM/2009)*

emax (%)	V <sub>R</sub> (km/jam)	fmax	(e/100+f)	Rmin (m)	
				Perhitungan	Pembulatan
8,0	120	0,092	0,172	659,2	660
	100	0,116	0,196	401,7	400
	80	0,140	0,220	229,1	230
	60	0,152	0,232	122,2	120
6,0	120	0,092	0,152	746,0	745
	100	0,116	0,176	447,4	445
	80	0,140	0,200	252,0	250
	60	0,152	0,212	133,7	135
4,0	120	0,092	0,132	859,0	860
	100	0,116	0,156	504,7	505
	80	0,140	0,180	280,0	280
	60	0,152	0,192	147,6	150

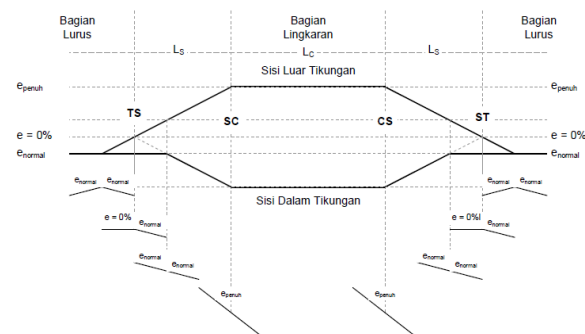
Berikut ini adalah gambar diagram superelevasi untuk tiap – tiap tikungan:

1. Diagram superelevasi tikungan *full circle*



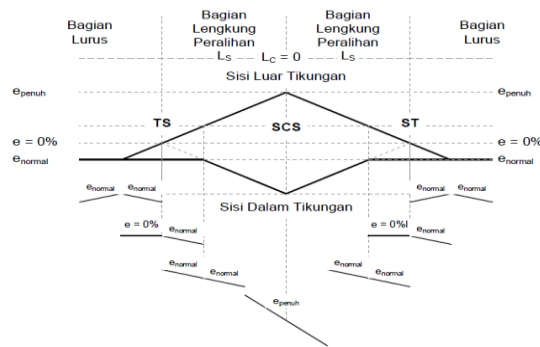
Gambar 2.1: Pencapaian Superelevasi pada tikungan tipe FC ( No.007/BM/2009)

2. Diagram superelevasi *spiral-circle-spiral*



Gambar 2.2: Pencapaian Superelevasi pada tikungan tipe SCS (No.007/BM/2009)

3. Diagram superelevasi *spiral-spiral*



Gambar 2.3: Pencapaian Superelevasi pada tikungan tipe SS (No.007/BM/2009)

### 2.2.2.3 Lengkung Peralihan

Lengkung peralihan dibuat untuk menghindari terjadinya perubahan alinyemen yang tiba-tiba dari bentuk lurus ke bentuk lingkaran. Lengkung peralihan diletakkan antara bagian lurus dan bagian lingkaran, yaitu pada sebelum dan sesudah tikungan berbentuk busur lingkaran. Besarnya Lengkung Peralihan ( $L_s$ ) dapat dilihat pada Tabel 2.5 dibawah ini.

Tabel 2.5: Panjang Lengkung Peralihan minimum berdasarkan tingkat perubahan kelandaian melintang jalan (No.007/BM/2009)

$e_m$ (%)	$L_s$ 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

### 2.2.2.4 Bentuk-bentuk Lengkung Horizontal

Pada umumnya, bentuk lengkung horisontal pada jalan terdiri atas 3 tipe, yaitu:

### 1. Bentuk *full Circle*

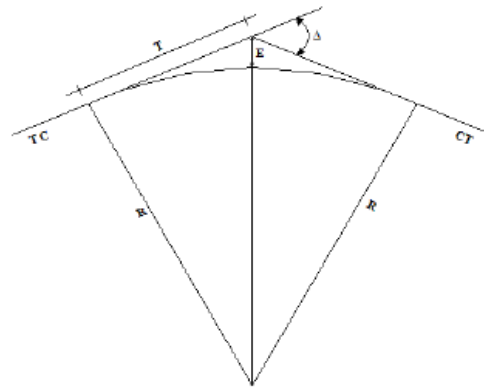
Tikungan *full circle* yaitu tikungan yang berbentuk busur lingkaran secara penuh. Tikungan *full circle* digunakan pada tikungan yang mempunyai jari-jari besar dan sudut tangent yang relatif kecil. Berikut ini adalah standar bentuk tikungan *full Circle* dapat dihitung menggunakan rumus berikut:

$$T_c = R \times \tan \frac{1}{2} \Delta \quad (2.1)$$

$$L_c = \frac{\Delta}{360^\circ} \times 2\pi \times R \quad (2.3)$$

$$E_c = \frac{\Delta}{\cos \frac{\Delta}{2}} - R \quad (2.4)$$

$$E_c = T_c \times \tan \frac{1}{4} \Delta \quad (2.5)$$



**Full Circle**

Gambar 2.4: Tikungan Full Circle  
(iamnotthoseman.wordpress.com, Januari 2017)

### 2. Tikungan *Sipral-Circle-Sipral*

Tikungan *Sipral-Circle-Sipral* yaitu tikungan yang terdiri dari 1 lengkung *circle* dan 2 lengkung *sipral*. Lengkung *Sipral-Circle-Sipral* pada umumnya digunakan jika nilai superelevasi  $e \geq 3\%$  dan panjang  $L_c > 25$  m. Rumus – rumus yang digunakan dalam lengkung *Sipral-Circle-Sipral* (S-C-S) adalah sebagai berikut:

$$X_c = L_s \left( 1 - \frac{L_s^2}{40R^2} \right) \quad (2.6)$$

$$Y_c = \frac{L_s^2}{6R} \quad (2.7)$$

$$p = Y_c - R (1 - \cos \theta_s) \quad (2.8)$$

$$k = X_c - R \sin \theta_s \quad (2.9)$$

$$T_s = (R + p) \tan \frac{1}{2} \Delta + k \quad (2.10)$$

$$E_c = (R + p) \cos \frac{1}{2} \Delta \quad (2.11)$$

$$\theta_s = \frac{90L_s}{\pi R} \quad (2.12)$$

$$L_c = \frac{\theta_s}{360^\circ} \times 2\pi R c \quad (2.13)$$

$$L_{tot} = L_c + 2L_s \quad (2.14)$$

Dimana:

R = Jari-jari alinyemen horizontal (m)

$\theta$  = Sudut spiral pada titik SC ( $^\circ$ )

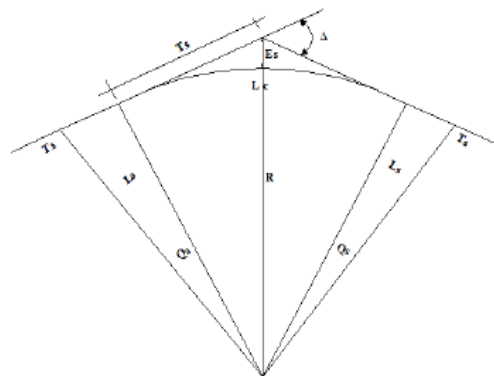
$\Delta$  = Sudut alinyemen horizontal ( $^\circ$ )

Lc = Panjang busur lingkaran (m)

Ts = Titik awal mulai masuk ke daerah lengkung

P = Pergeseran tangen secara spiral

Xc, Yc = Koordinat titik peralihan dari spiral ke circle (SC) (m)



Spiral-Circle-Spiral

Gambar 2.5: Tikungan Spiral-Circle-Spiral  
(iamnotthoseman.wordpress.com, Januari 2017)

### 3. Tikungan Spiral-Spiral

Tikungan spiral-spiral adalah tikungan yang terdiri dari dua lengkung spiral. Tikungan ini digunakan pada tikungan dengan jari-jari kecil. Rumus-rumus yang digunakan pada tikungan spiral-spiral:

$$p = \frac{L_s^2}{6R} - R(1 - \cos \theta_s) \quad (2.15)$$

$$k = L_s - \frac{L_s^2}{40R^2} (R \times \sin \theta_s) \quad (2.16)$$



$$T_s = (R_D + p) \times \tan (0,5\Delta) + k \quad (2.17)$$

$$E = \frac{(R + P)}{\cos \theta_s} - R \quad (2.18)$$

Dimana:

$L_s$  = Panjang lengkung spiral (m)

$R$  = Jari-jari alinemen horizontal (m)

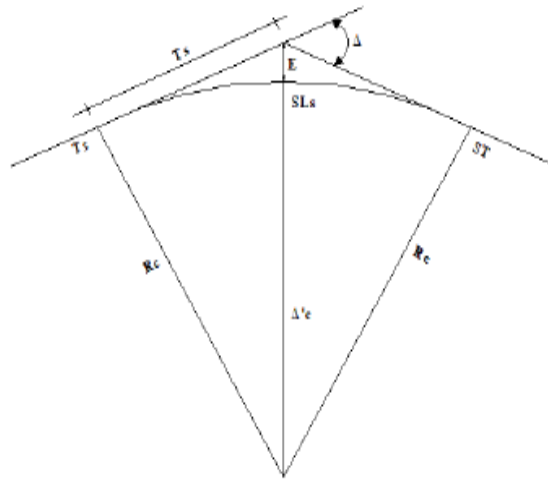
$\theta_s$  = Sudut spiral pada titik SC ( $^\circ$ )

$\Delta$  = Sudut alinyemen horizontal ( $^\circ$ )

$L_c$  = Panjang busur lingkaran (m)

$P$  = Pergeseran tangen secara spiral

$E$  = Jarak dari PI ke sumbu jalan arah pusat lingkaran (m)



**Spiral-Spiral**

Gambar 2.6: Tikungan Spiral-Spiral  
( iamnotthoseman.wordpress.com, Januari 2017)

Keterangan:

$T_s$  = Tangen spiral, titik peralihan dari lurus ke spiral

$S_c$  = Spiral Circle, titik peralihan dari spiral ke circle

$C_s$  = Circle spiral, titik peralihan dari circle ke spiral

$S_t$  = Spiral tangen, titik peralihan dari spiral ke lurus

$PI$  = Titik pertemuan kedua tangen

### 2.2.2.5 Pelebaran Jalur Lalu Lintas pada Tikungan

Kendaraan yang bergerak dari jalan lurus menuju ke tikungan seringkali tidak dapat mempertahankan lintasannya pada waktu membelok. Hal ini dikarenakan roda yang membelok hanya bagian depan saja sedangkan roda bagian belakang keluar jalur (*off tracking*). Untuk menghindari hal tersebut, maka pada tikungan – tikungan yang tajam perkerasan jalan harus diperlebar. Pelebaran jalur lalu lintas di tikungan harus diperhatikan, sesuai dengan rumus:

$$W = Wc - Wn \quad (2.19)$$

Dimana:

W = Pelebaran jalan pada tikungan (m)

Wc = Lebar jalan pada tikungan (m)

Wn = Lebar jalan pada jalan lurus (m)

Tabel 2.6: Pelebaran jalur lalu lintas di tikungan (No.007/BM/2009)

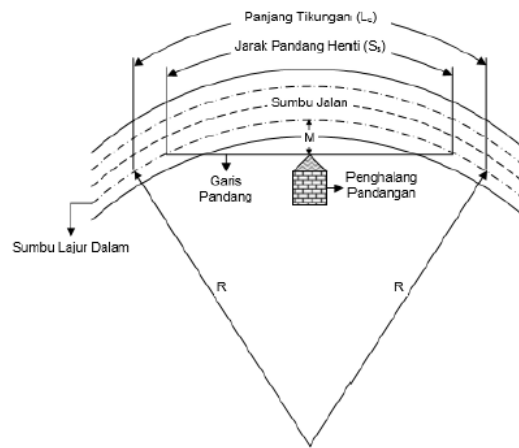
R (m)	V <sub>R</sub> = 120 km/jam		V <sub>R</sub> = 100 km/jam		V <sub>R</sub> = 80 km/jam		V <sub>R</sub> = 60 km/jam	
	Wc (m)	W (m)	Wc (m)	W (m)	Wc (m)	W (m)	Wc (m)	W (m)
3000	7,24	0,04	7,21	0,01	7,17	0,00	7,13	0,00
2500	7,27	0,07	7,23	0,03	7,19	0,00	7,15	0,00
2000	7,31	0,11	7,27	0,07	7,22	0,02	7,18	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 <sub>min</sub> = 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 <sub>min</sub> = 365 m		7,88	0,68	7,77	0,57
250					8,02	0,82	7,89	0,69
200					R <sub>min</sub> = 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 <sub>min</sub> = 110 m	

### 2.2.2.6 Daerah Kebebasan Samping di tikungan

Jarak pandang pengemudi pada lengkung horizontal (pada tikungan) adalah pandangan bebas pengemudi dari halangan benda-benda di sisi jalan. Demi menjaga keamanan pemakai jalan, jarak pandangan henti minimum harus terpenuhi di sepanjang lengkung horizontal. Jarak pandangan pada lengkung horizontal dapat dihitung berdasarkan rumus sebagai berikut:

- a) Jika jarak pandang lebih kecil dari panjang tikungan ( $S_s < L_c$ )

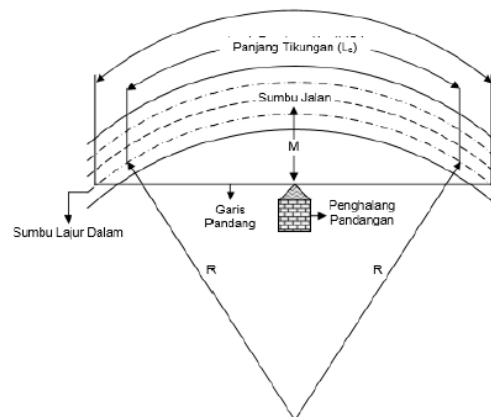
$$M = R \left[ 1 - \cos \left( \frac{90S_s}{\pi R} \right) \right] \quad (2.20)$$



Gambar 2.7 Diagram ilustrasi daerah kebebasan samping di tikungan untuk  $SS < LC$  (No.007/BM/2009)

- b) Jika jarak pandang lebih besar dari panjang tikungan ( $S_s > L_c$ )

$$M = R \left[ 1 - \cos \left( \frac{90L_c}{\pi R} \right) \right] + 0,5 (S_s - L_c) \sin \left( \frac{90L_c}{\pi R} \right) \quad (2.21)$$



Gambar 2.8 Diagram ilustrasi daerah kebebasan samping di tikungan untuk  $SS > LC$  (No.007/BM/2009 halaman 25)

Dimana:

R = Jari-jari tikungan (m)

Ss = Jarak pandang henti (m)

M = Jarak yang diukur dari garis tengah lajur dalam sampai obyek penghalang pandangan (m)

Lc = Panjang lengkung horizontal (m)

Pada tikungan, tidak harus selalu dilengkapi dengan ruang kebebasan samping. Hal ini tergantung dari:

1. Hari-jari tikungan (R)
2. Kecepatan Rencana ( $V_R$ )
3. Keadaan medan lapangan

Seandainya dalam perhitungan diperlukan adanya ruang kebebasan samping, tetapi kondisi lapangan tidak memungkinkan maka dapat diatasi dengan memberi rambu peringatan sehubungan dengan kecepatan yang diijinkan.

### **2.2.3 Perencanaan Alinyemen Vertikal**

Alinyemen vertikal adalah proyeksi vertikal pada peta jalan. Dari alinyemen vertikal, dapat diketahui elevasi tanah pada jalan (No.007/BM/2009). Alinyemen vertikal terdiri dari dua bagian yaitu bagian lurus dan bagian lengkung. Ditinjau dari perencanaan titik awal, 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. Kemungkinan pelaksanaan pembangunan secara bertahap harus dipertimbangkan, contohnya peningkatan perkerasan, penambahan lajur dan dapat dilaksanakan dengan biaya yang efisien. Walaupun demikian, perubahan alinyemen vertikal yang akan datang harus dihindari.

#### **2.2.3.1 Kelandaian**

Dalam perencanaan alinyemen vertikal akan dijelaskan tentang kelandaian dari jalan rencana yang meliputi kelandaian minimum, kelandaian maksimum, panjang landai kritis serta lengkung vertikal. Untuk lebih jelasnya akan dijelaskan sebagai berikut

### 1. Kelandaian Minimum

Kelandaian minimum diberikan ketika kondisi jalan tidak memungkinkan melakukan drainase ke sisi jalan. Berdasarkan peraturan No.007/BM/2009, besarnya kelandaian minimum ditetapkan 0,50% untuk kepentingan pematuan aliran air.

### 2. Kelandaian Maksimum

Kelandaian maksimum dimaksudkan untuk memungkinkan kendaraan bergerak terus tanpa kehilangan kecepatan yang berarti. Kelandaian maksimum didasarkan pada kecepatan truk yang bermuatan penuh yang mampu bergerak dengan kecepatan tidak lebih dari setengah kecepatan semula tanpa harus menggunkan gigi rendah. Kelandaian Maksimum dapat dilihat pada Tabel 2.7.

Tabel 2.7: Kelandaian Maksimum (No.007/BM/2009)

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

### 3. Panjang Landai Kritis

Panjang landai kritis adalah panjang landai maksimum yang harus disediakan agar kendaraan dapat mempertahankan kecepatannya sehingga penurunan kecepatan tidak lebih dari setengah kecepatan rencana ( $V_R$ ). Besar landai dan penurunan kecepatan kendaraan berat sebesar 15 km/jam. Panjang landai kritis dapat dilihat dalam Tabel 2.8

Tabel 2.8: Panjang Landai Kritis (No.007/BM/2009)

$V_R$ (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

#### 4. Lengkung Vertikal

Lengkung vertikal direncanakan untuk merubah kelandaian memanjang jalan pada setiap lokasi yang diperlukan. Lengkung vertikal dilihat dari letak titik perpotongan jalan bagian lurus (tangen), adalah:

##### a) Lengkung Vertikal Cekung

Lengkung vertikal cekung adalah lengkung dimana titik perpotongan antara kedua tangen berada di bawah permukaan jalan. Panjang lengkung vertikal cekung dipengaruhi oleh jarak pandang kendaraan. Apabila jarak pandangan kendaraan pada lengkung vertikal cekung kurang dari panjang jalan yang ditinjau ( $L_0$ ), maka rumus yang digunakan adalah :

$$L = \frac{AS^2}{120 + 3,5S} \quad (2.22)$$

Apabila jarak pandang penyinaran lampu kendaraan pada lengkung vertikal cekung lebih besar dari panjang jalan yang ditinjau ( $L_0$ ), maka rumus yang digunakan adalah:

$$L = 2S - \frac{120 + 3,5S}{A} \quad (2.23)$$

Dimana:

$S$  = Jarak pandang henti (m)

$L$  = Panjang lengkung vertikal (m)

$A$  = Perbedaan kelandaian aljabar (%)

Jarak minimum lengkung vertikal cekung dirumuskan sebagai berikut:

$$L_{\min} = 0,6 V_R$$

Dimana:

$L_{\min}$  = Panjang lengkung vertikal minimum (m)

$V_R$  = Kecepatan kendaraan (km/jam)

Panjang minimum lengkung vertikal cekung dapat juga dilihat pada Tabel 2.9 berikut:

Tabel 2.9: Panjang minimum vertikal cekung berdasarkan jarak pandang henti (No.007/BM/2009)

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

b) Lengkung Vertikal Cembung

Lengkung vertikal cembung adalah lengkung dimana titik perpotongan antara kedua tangen berada diatas permukaan jalan. Pada lengkung vertikal cembung, pembatasan berdasarkan jarak pandangan dapat dibedakan atas 2 keadaan, yaitu:

- jika jarak pandang henti lebih kecil dari panjang lengkung vertikal cembung ( $S < L$ )
- jika jarak pandang henti lebih besar dari panjang lengkung vertikal cembung ( $S > L$ )
- jika jarak pandang henti lebih kecil dari panjang lengkung vertikal cembung ( $S < L$ ) dirumuskan dengan:

$$L = \frac{AS^2}{658} \tag{2.24}$$

Sedangkan jika jarak pandang henti lebih besar dari panjang lengkung vertikal cembung ( $S > L$ ) dirumuskan dengan:

$$L = 2S - \frac{658}{A} \quad (2.25)$$

Dimana:

- S = Jarak pandang henti (m)
- L = Panjang lengkung vertikal (m)
- A = Perbedaan kelandaian aljabar (%)

### 2.3. Jalan Penghubung (*Ramp*)

Ramp atau 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.

#### 2.3.1. Persyaratan Geometrik Ramp Jalan Keluar dan Masuk

1. Jarak antara nose ramp jalan masuk (on ramp) simpang susun dengan nose ramp jalan keluar (off ramp) ke tempat istirahat dan pelayanan atau sebaliknya pada arah yang sama minimal adalah 5 (lima) km.
2. Geometri jalan keluar dan jalan masuk (ramp) dengan 1 lajur lalu lintas harus memenuhi kriteria sebagaimana Tabel 2.10 berikut.

Tabel 2.10: Geometrik Jalan Keluar dan Jalan Masuk *Ramp* (No.007/BM/2009)

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

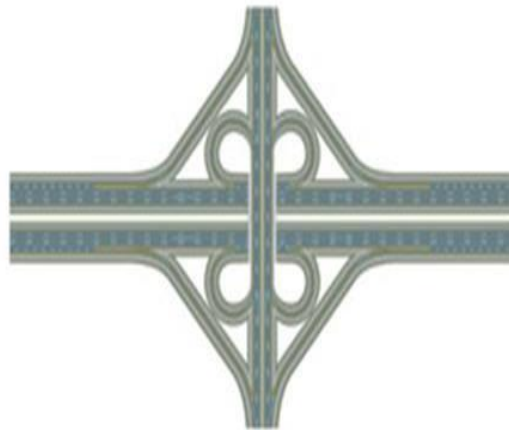
#### 2.3.2. Standar dan Bentuk Tipe Persimpangan



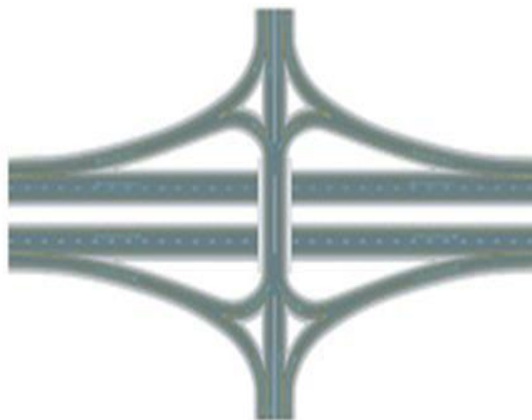
Standar spesifikasi jalan bebas hambatan untuk jalan tol adalah tidak adanya persimpangan yang sebidang. Standar tipe dan bentuk simpang tak sebidang diantaranya adalah sebagai berikut.

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

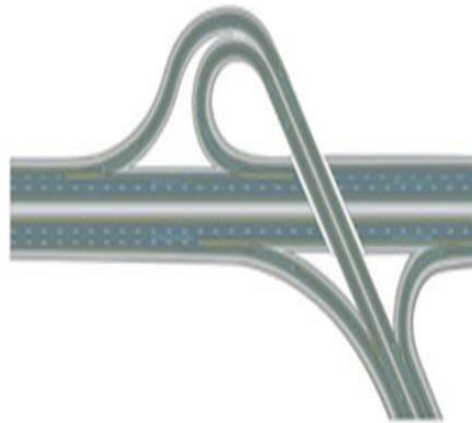
Pemilihan pemakaian dan penerapan tipe dan bentuk simpang tak sebidang mempertimbangkan ketersediaan dan kondisi lapangan dari lahan serta lingkungan sekitarnya. Standar bentuk simpang tak sebidang dapat dilihat pada Gambar dibawah ini.



Gambar 2.9: (Cloverleaf)



Gambar 2.10: (Diamond)



Gambar 2.11: (Trumpet)

### 2.3.3. Kecepatan Rencana Ramp

Kecepatan rencana ramp simpangsusun yang menghubungkan jalan tol dengan jalan tol (simpangsusun sistem) harus memenuhi ketentuan sebagaimana Tabel 2.11 berikut.

Tabel 2.11: Kecepatan Rencana *Ramp* pada Simpangsusun Sistem (Peraturan Standar Geometrik Jalan Bebas Hambatan untuk Jalan Tol No 007/BM/2009)

$V_R$ Jalan tol (km/jam)	$V_R$ jalan tol km/jam			
	120	100	80	60
120	60-80			
100	60-80	60-80		
80	40-80	40-80	40-60	
60	40-60	40-60	40-60	40-60

Kecepatan rencana ramp simpangsusun yang menghubungkan jalan tol dengan jalan buka tol (simpangsusun pelayanan) harus memenuhi ketentuan sebagaimana Tabel 2.12 berikut.

Tabel 2.12: Kecepatan Rencana *Ramp* pada Simpangsusun Pelayanan (Peraturan Standar Geometrik Jalan Bebas Hambatan untuk Jalan Tol No 007/BM/2009)

$V_R$ Jalan tol (km/jam)	$V_R$ jalan tol km/jam		
	100	80	60
120	60-80		
100	60-80		
80	40-80	40-60	
60	40-60	40-60	40-60

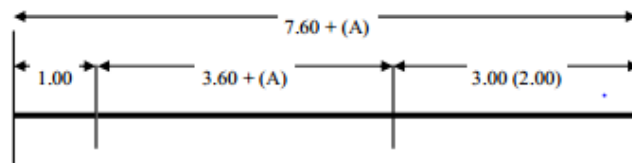
### 2.3.4 Penampang Melintang Ramp

1. Ramp simpang susun untuk 2 (dua) arah lalu lintas harus dilengkapi dengan median.
2. Lebar jalur lalu lintas ramp simpang susun 1 lajur lalu lintas dengan 1 arah minimal 4,5 meter dengan mempertimbangkan pelebaran lajur tikungan.
3. Besarnya kebutuhan pelebaran pada ramp mengikuti perhitungan pelebaran pada tikungan.
4. Lebar bahu luar dan bahu dalam ramp simpang susun harus memenuhi ketentuan sebagaimana Tabel 2.13 berikut

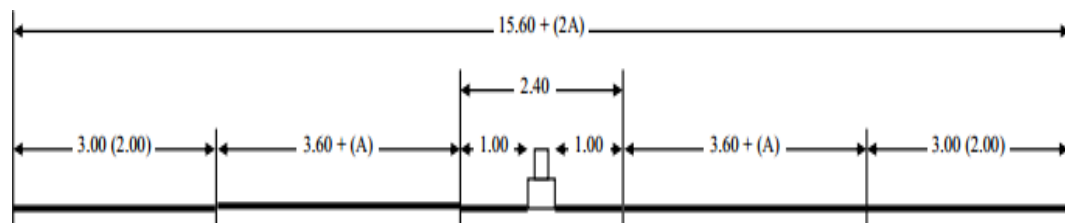
Tabel 2.13: Lebar Bahu Luar dan Bahu Dalam *Ramp* (Peraturan Standar Geometrik Jalan Bebas Hambatan untuk Jalan Tol No.007/BM/2009)

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	2,0	1,00	1,00
80	3,00	2,0	1,00	0,50
60	-	2,0	-	0,50

5. Pada ramp Simpang susun Pelayanan dengan 2 jalur lalu lintas untuk 1 arah, lebar bahu luar dapat dibuat sama dengan lebar bahu dalam.



Gambar 2.13: Ramp satu jalur satu arah



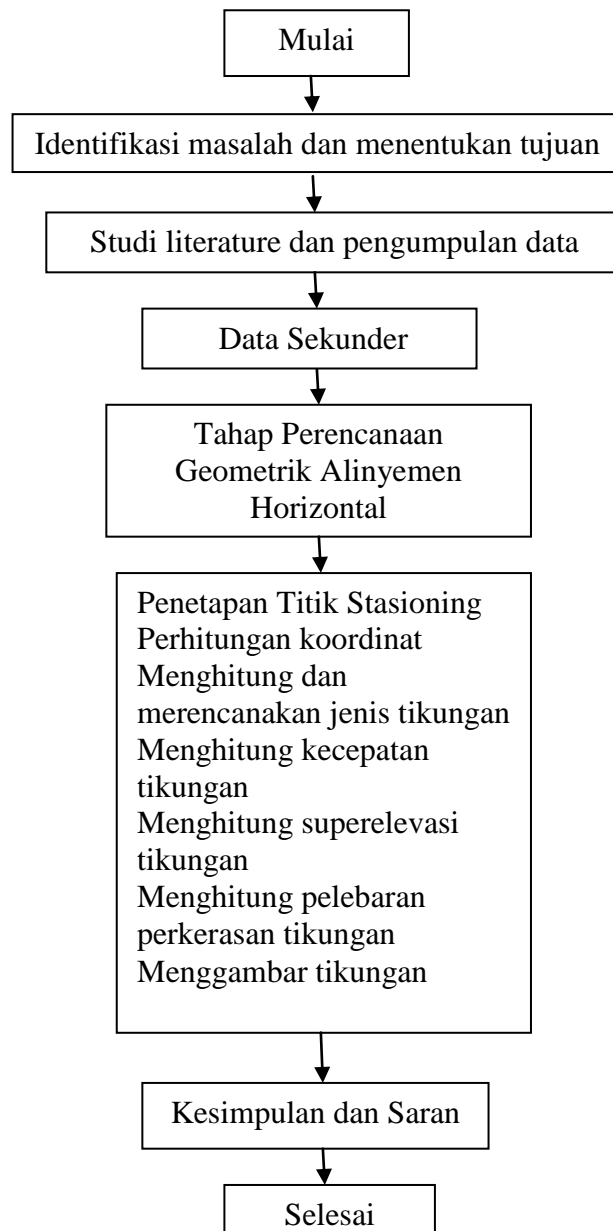
Gambar 2.14: Ramp dua jalur 2 arah

### BAB 3

## METODE PENELITIAN

### 3.1 Diagram Alir Penelitian

Secara umum, diagram alir penelitian pada studi kasus ini dapat dilihat pada Gambar 3.1.



Gambar 3.1 Bagan alir penelitian

### 3.2 Lokasi Penelitian

Lokasi penelitian adalah pada Proyek Jalan tol Binjai – Langsa Zona 1.

### **3.3 Identifikasi Masalah**

Pada tahap ini, penulis melakukan analisa perencanaan geometrik ramp jalan tol. Yang didukung dari data-data yang diperoleh dari kondisi lapangan secara langsung dan data-data dari pihak PT yang terlibat dalam proyek ini.

### **3.4 Penarikan Sampel**

Dalam penelitian ini secara keseluruhan pengambilan sampel data dilakukan dengan metode pengamatan secara langsung dengan mengacu kepada penelitian yang bersifat perbandingan. Sehingga peneliti menetapkan data sekunder yang dibutuhkan pada penulisan tugas akhir ini dengan lokasi yang di tinjau.

### **3.5 Pengumpulan Data**

#### **3.5.1 Data Sekunder**

Data sekunder diperoleh dari instansi atau perusahaan terkait, dalam hal ini PT. Utama Karya dan beberapa pihak yang terkait dalam proyek ini, data sekunder yang dikumpulkan dalam penelitian ini meliputi data perhitungan geometrik ramp.

1. Kecepatan Rencana : 60 km/jam
2. Lebar Lajur : 4,00 m
3. Lebar Bahu Dalam : 1,00 m
4. Lebar Bahu Luar : 3,00 m
5. Lebar Median : 1,5 m (dari *intersection* sampai dengan gerbang tol) dan 0,8 m (dari gerbang tol sampai dengan *interchange*)
6. Grade maksimum : 4%
7. Superelevasi maksimum : 8%

### **3.6 Analisa Data**

Setelah dilakukan pengamatan dan mendapatkan data sekunder. Pada tahapan ini dilakukan analisa geometrik ramp dengan metode Bina Marga.

### **3.7 Kesimpulan dan Saran**

Pada tahap ini, penulis membuat kesimpulan mengenai permasalahan yang akan dibahas dalam studi kasus ini beserta memberikan solusi atas permasalahan tersebut.

## **BAB 4**

## ANALISA DAN PEMBAHASAN

### 4.1 Perencanaan Geometrik *Ramp* Jalan Tol

Ramp atau jalan penghubung pada jalan tol 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.

Dalam perencanaan ramp Jalan Tol harus memperhatikan radius tikungan yang memenuhi kecepatan rencana masuk *ramp* untuk itu diperlukan perencanaan geometrik yang sesuai. Letak titik koordinat untuk perencanaan geometrik ditentukan dengan menggunakan aplikasi Google Earth. Berikut penentuan titik untuk perencanaan *ramp* yang telah disesuaikan dengan kondisi topografi daerah rencana:



Gambar 4.1 Titik Perencanaan Ramp

Penentuan titik tikungan dilakukan berdasarkan trase yang telah ditentukan menggunakan data topografi melalui bantuan aplikasi Google Earth. Sistem

koordinat yang digunakan, yaitu koordinat UTM (*Universal Transverse Mercator*). Berikut nilai koordinat, azimuth dan jarak yang didapatkan sesuai dengan trase untuk *ramp* Jalan Tol Binjai-Langsa.

Tabel 4.1. Koordinat, Jarak, dan Titik Sudut.

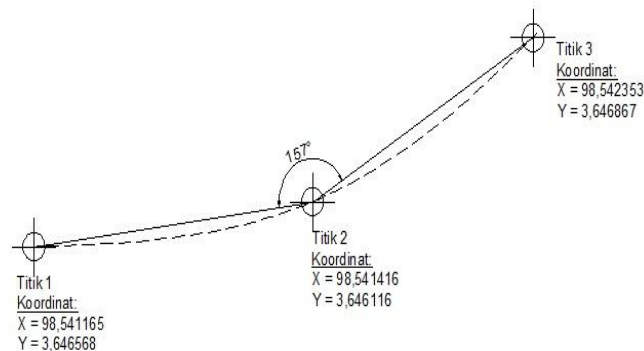
Tikungan	Titik	X (m)	Y (m)	Jarak (m)	Titik Sudut (°)
Tikungan 1	1	98,541165	4,646568		157
	2	98,541416	3,646116	148,33	
	3	98,542353	3,646867	134,11	
Tikungan 2	3	98,542353	3,647618		154
	4	98,543104	3,647618	123,95	
	5	98,543104	3,647618	85,25	
Tikungan 3	5	98,543104	3,647618		164
	6	98,543104	3,647618	75,03	
	7	98,542535	3,648147	112,59	

Setelah menentukan titik koordinat menggunakan aplikasi *Google Earth* kemudian membuat gambar ilustrasi bentuk *ramp* yang direncanakan sebagai berikut:

## 4.2 Perencanaan Alinyemen Horizontal

### 1. Tikungan 1

Berdasarkan titik koordinat diperoleh bentuk tikungan



Gambar 4.2: Titik Koordinat Tikungan 1

Dengan ditentukannya kecepatan rencana maka dapat dihitung jari-jari



minimum untuk superelevasi maksimum dan koefisien gesek maksimum.

$$f_{maks} = -0,00065 \times V_R^2 + 0,192 \quad (\text{untuk } V_R < 80 \text{ km/jam})$$

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

$$D_{maks} = \frac{181913,53 (e_{maks} + f_{maks})}{V_R^2}$$

- Menentukan  $f_{maks}$  untuk  $e_{maks} = 8\%$  (maksimum untuk jalan tol antarkota dengan curah hujan tinggi)

$$f_{maks} = -0,00065 \times V_R^2 + 0,192 = -0,00065 \times 60 + 0,192 = 0,153$$

- Menentukan jari-jari minimum

$$R_{min} = \frac{60^2}{127 (0,08 + 0,153)} = 121,66 \text{ m}$$

- Menentukan nilai derajat lengkung maksimum

$$D_{maks} = \frac{181913,53 (0,08 + 0,153)}{60^2} = 11,77^\circ$$

- Menentukan bentuk tikungan

$$R_{min} = 121,66 \text{ m, Tabel II.17 Standard Jalan Tol, } R_{min} = 110 \text{ m}$$

- Cek untuk jenis tikungan Full Circle

$$\text{Untuk kecepatan (Rd)} = 110 \text{ m} < R_{min} (121,66 \text{ m})$$

Untuk kecepatan ( $V_R$ ) 60 km/jam menurut Standard Geometri Jalan Bebas Hambatan. Untuk Jalan Tol, jari-jari minimum ( $R_{min}$ ) untuk tikungan Full Circle = 250 m > jari-jari rencana ( $R_d$ ) sehingga *Full Circle* tidak dapat digunakan. Maka di coba jenis tikungan S-C-S

- Cek untuk jenis tikungan S-C-S

- Menentukan superelevasi desain

$$D_d = \frac{1432,4}{R_d} = \frac{1432,4}{110} = 13,02 \%$$

$$E_d = \frac{-e_{maks} \times D_d^2}{R_d} + \frac{2 \times e_{maks} \times D_d}{D_{maks}}$$

$$= \frac{-0,08 \times 13,02^2}{110} + \frac{2 \times 0,08 \times 13,02}{11,77} = 0,0536 = 5,36 \%$$

- Menentukan panjang lengkung peralihan ( $L_s$ )

- Berdasarkan waktu tempuh (2 detik) untuk melintas lengkung peralihan

$$L_s = \frac{V_R}{3,6} \times 2 = \frac{60}{3,6} \times 2 = 33,33 \text{ m}$$

- Berdasarkan rumus modifikasi short

$$L_s = 0,022 \times \frac{VR^2}{Ra \times c} - 2,727 \frac{V_R \times Ed}{C}$$

$$= 0,022 \times \frac{60^2}{110 \times 1,2} - 2,727 \frac{60 \times 0,0536}{1,2} = 28,69 \text{ m}$$

- Berdasarkan tingkat pencapaian perubahan kelandaian

$$L_s = \frac{(em - en)}{3,6 \times re} \times V_R$$

Dimana  $re$  = tingkat pencapaian perubahan kelandaian melintang jalan

Untuk  $V_R \leq 70$  km/jam,  $re \text{ max} = 0,035$  m/det

Untuk  $V_R \geq 80$  km/jam,  $re \text{ max} = 0,0025$  m/det

$$= \frac{(0,08 - 0,02)}{3,6 \times 0,035} \times 60 = 38,10 \text{ m}$$

Jadi  $L_s$  yang dipakai adalah  $L_s$  yang memiliki nilai terbesar

$$L_s = 38,10 \text{ m}$$

- c. Menentukan sudut spiral ( $\theta_s$ ), sudut circle ( $\theta_c$ )

$$\theta_s = \frac{L_s \times 90}{\pi \times Rc}$$

$$= \frac{38,10 \times 90}{\pi \times 110}$$

$$= 9,92^\circ$$

$$\theta_c = \beta - 2 \theta_s$$

$$= 157 - 2 (9,92) = 137,16^\circ$$

- d. Menghitung Panjang Busur Lingkaran ( $L_c$ )

$$L_c = \frac{\theta_c}{360} - 2\pi Rc$$

$$= \frac{137,16}{360} - 2 \times \pi \times 110$$

$$= 263,32 \text{ m}$$

Cek nilai  $\theta_c$  dan  $L_c$ :

Syarat tikungan jenis S-C-S

$$\theta_c = \beta - 2 \theta_s > 0 \quad 137,16^\circ > 0 \dots \text{ok}$$

$$L_c > 20 \text{ m} \quad 263,32 \text{ m} > 20 \text{ m} \dots \text{Memenuhi syarat S-C-S}$$

- e. Menghitung Pergeseran Tangen terhadap Spiral ( $p$ ) dan Absis dari  $p$  pada Garis Tangen Spiral ( $k$ )

Dari Tabel 4.10, hal 129, “Dasar-dasar Perencanaan Geometrik Jalan”, Silvia Sukirman diperoleh nilai  $p$  dan  $k$

Untuk  $\theta_s = 9,92^\circ$

$$p = \frac{Ls^2}{6 \times Rc} - Rc (1 - \cos \theta_s)$$

$$= \frac{38,10^2}{6 \times 110} - 110 (1 - \cos 9,92) = 0,55 \text{ m}$$

Cek nilai p: syarat tikungan SCS :  $P > 0,2 \text{ m} : 0,55\text{m} > 0,2 \text{ m}.. \text{ ok}$

$$k = Ls - \frac{Ls^2}{60 \times Rc^2} - Rc (\sin \theta_s)$$

$$= 28,10 - \frac{38,10^2}{60 \times 110^2} - 110 (\sin 9,92) = 19,14 \text{ m}$$

Kesimpulan :

Jenis tikungan yang di desain untuk tikungan ini adalah tikungan Spiral-Circel - Spiral (SCS) memenuhi,

Komponen Tikungan 1 (SCS)

f. Jarak antara Perpotongan Bagian Lurus (P1) dengan TS (Ts)

$$Ts = (Rc + p) \tan 0,5 \beta + k$$

$$= (110 + 0,55) \tan 0,5 \times 157 + 19,14$$

$$= 562,53 \text{ m}$$

g. Jarak antara Perpotongan Bagian Lurus dengan Busur lingkaran (Es)

$$Es = (Rc + p) \sec 0,5 \beta - Rc$$

$$= \frac{(Rc + p)}{\cos 0,5 \beta} - Rc$$

$$= \frac{(110 + 0,55)}{\cos 0,5 (157)} - 110$$

$$= 444,52 \text{ m}$$

h. Menghitung Panjang Busur Keseluruhan (L)

$$L = 2 \times Ls + Lc$$

$$= 2 \times 38,10 + 263,32$$

$$= 339,51 \text{ m}$$

Control :  $L < 2 \times Ts : 333,76 < 1.125,06 \text{ m}... \text{ok}$

i. Menghitung Xs dan Ys

$$Xs = Ls \times \left(1 - \frac{Ls^2}{40 \times Rc^2}\right)$$

$$= 38,10 \times \left(1 - \frac{38,10^2}{40 \times 110^2}\right) = 38,09 \text{ m}$$

$$Ys = \frac{Ls^2}{6 \times Rc}$$

$$= \frac{38,10^2}{6 \times 110} = 2,20 \text{ m}$$

j. Perhitungan Pelebaran Perkerasan di tikungan:

Muatan sumbu terberat 10 ton sehingga direncanakan kendaraan terberat yang melintas, sehingga

$$V_R = 60 \text{ km/jam}$$

$$R_d = 110 \text{ m}$$

$$n = 2 \text{ (jumlah kebebasan samping)}$$

$$c = 1,5 \text{ m (kebebasan samping)}$$

$$b = 2,6 \text{ m (lebar kendaraan)}$$

$$p = 7,6 \text{ m (jarak antara as roda)}$$

$$A = 2,1 \text{ m (tonjolan depan sampai bumper)}$$

Secara analitis:

$$B = n(b' + c) + (n-1) T_d + Z$$

$$b = b + b''$$

$$b'' = R_d - \sqrt{R_d^2 - p^2}$$

$$T_d = \sqrt{R_d^2 + A(2p + A)} - R_d$$

$$e = B - W$$

$$Z = 0,105 \times \frac{V_R}{\sqrt{R_d}}$$

Dengan:

B = Lebar perkerasan pada tikungan

n = Jumlah lajur lintasan

b' = Lebar lintasan kendaraan pada tikungan

T<sub>d</sub> = Lebar melintang akibat tonjolan depan

Z = Lebar tambahan akibat kelalaian dalam mengemudi

W = Lebar perkerasan

ε = Pelebaran perkerasan

R<sub>d</sub> = Jari-jari rencana

Perhitungan pelebaran perkerasan di tikungan:

$$b'' = R_d - \sqrt{R_d^2 - p^2} = 110 - \sqrt{110^2 - 7,6^2} = 0,26$$

$$b = b + b'' = 2,6 + 0,26 = 2,86$$

$$T_d = \sqrt{R_d^2 + A(2p + A)} - R_d = \sqrt{110^2 + 2,1(2(7,6) + 2,1)} - 110$$

$$= 0,165 \text{ m}$$

$$Z = 0,105 \times \frac{V_R}{\sqrt{Rd}} = 0,105 \times \frac{60}{\sqrt{110}} = 0,6 \text{ m}$$

$$B = n(b' + c) + (n-1) Td + Z$$

$$= 2(2,86 + 1,5) + (2-1) 0,165 + 0,6 = 9,5 \text{ m}$$

Lebar perkerasan pada jalan lurus = 7,2 m

Diperlukan pelebaran sebesar 2,3 m

Dari hasil perhitungan, diperoleh komponen-komponen untuk tikungan Spiral Circle Spiral S-C-S

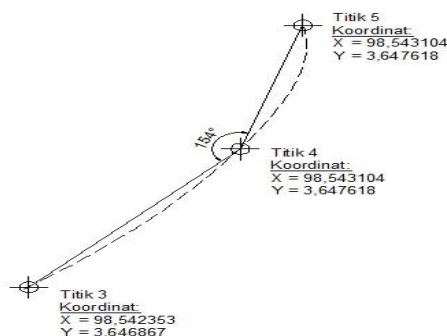
Tabel 4.2: Hasil Perhitungan S-C-S Tikungan 1

$R_c = 110 \text{ m}$	$L_c = 263,32 \text{ m}$
$\beta = 157^\circ$	$T_s = 562,53 \text{ m}$
$L_s = 38,10 \text{ m}$	$E_s = 444,52 \text{ m}$
$\theta_s = 9,92^\circ$	$X_s = 38,09 \text{ m}$
$\theta_c = 137,16^\circ$	$Y_s = 2,20 \text{ m}$
$e = 8\%$	$k = 19,14 \text{ m}$

Kesimpulan dari perhitungan tikungan 1 dipilih jenis tikungan Spiral Circle Spiral dengan kecepatan rencana 60 km/jam. Desain dapat digunakan dengan mempertimbangkan ketersediaan lahan yang memenuhi.

## 2. Tikungan 2

Berdasarkan titik koordinat diperoleh bentuk tikungan



Gambar 4.3 Titik Koordinat Tikungan 2

Dengan ditentukannya kecepatan rencana maka dapat dihitung jari-jari

minimum untuk superelevasi maksimum dan koefisien gesek maksimum.

$$f_{maks} = -0,00065 \times V_R^2 + 0,192 \quad (\text{untuk } V_R < 80 \text{ km/jam})$$

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

$$D_{maks} = \frac{181913,53 (e_{maks} + f_{maks})}{V_R^2}$$

- Menentukan  $f_{maks}$  untuk  $e_{maks} = 8\%$  (maksimum untuk jalan tol antarkota dengan curah hujan tinggi)

$$f_{maks} = -0,00065 \times V_R^2 + 0,192 = -0,00065 \times 60 + 0,192 = 0,153$$

- Menentukan jari-jari minimum

$$R_{min} = \frac{60^2}{127 (0,08 + 0,153)} = 121,66 \text{ m}$$

- Menentukan nilai derajat lengkung maksimum

$$D_{maks} = \frac{181913,53 (0,08 + 0,153)}{60^2} = 11,77^\circ$$

- Menentukan bentuk tikungan

$$R_{min} = 121,66 \text{ m, Tabel II.17 Standard Jalan Tol, } R_{min} = 110 \text{ m}$$

- Cek untuk jenis tikungan Full Circle

$$\text{Untuk kecepatan (Rd)} = 110 \text{ m} < R_{min} (121,66 \text{ m})$$

Untuk kecepatan ( $V_R$ ) 60 km/jam menurut Standard Geometri Jalan Bebas Hambatan. Untuk Jalan Tol, jari-jari minimum ( $R_{min}$ ) untuk tikungan Full Circle = 250 m > jari-jari rencana ( $R_d$ ) sehingga *Full Circle* tidak dapat digunakan. Maka di coba jenis tikungan S-C-S

- Cek untuk jenis tikungan S-C-S

- Menentukan superelevasi desain

$$D_d = \frac{1432,4}{R_d} = \frac{1432,4}{110} = 13,02 \%$$

$$E_d = \frac{-e_{maks} \times D_d^2}{R_d} + \frac{2 \times e_{maks} \times D_d}{D_{maks}}$$

$$= \frac{-0,08 \times 13,02^2}{110} + \frac{2 \times 0,08 \times 13,02}{11,77} = 0,0536 = 5,36 \%$$

- Menentukan panjang lengkung peralihan

- Berdasarkan waktu tempuh (2 detik) untuk melintas lengkung peralihan

$$L_s = \frac{V_R}{3,6} \times 2 = \frac{60}{3,6} \times 2 = 33,33 \text{ m}$$

- Berdasarkan rumus modifikasi short

$$L_s = 0,022 \times \frac{VR^2}{Rd \times C} - 2,727 \frac{V_R \times Ed}{C}$$

$$= 0,022 \times \frac{60^2}{110 \times 1,2} - 2,727 \frac{60 \times 0,0536}{1,2} = 28,69 \text{ m}$$

- Berdasarkan tingkat pencapaian perubahan kelandaian

$$L_s = \frac{(em - en)}{3,6 \times re} \times V_R$$

Dimana  $re$  = tingkat pencapaian perubahan kelandaian melintang jalan

Untuk  $V_R \leq 70$  km/jam,  $re \text{ max} = 0,035$  m/det

Untuk  $V_R \geq 80$  km/jam,  $re \text{ max} = 0,0025$  m/det

$$= \frac{(0,08 - 0,02)}{3,6 \times 0,035} \times 60 = 38,10 \text{ m}$$

Jadi  $L_s$  yang dipakai adalah  $L_s$  yang memiliki nilai terbesar

$$L_s = 38,10 \text{ m}$$

- c. Menentukan sudut spiral ( $\theta_s$ ), sudut circle ( $\theta_c$ )

$$\theta_s = \frac{L_s \times 90}{\pi \times Rc}$$

$$= \frac{38,10 \times 90}{\pi \times 110}$$

$$= 9,92^\circ$$

$$\theta_c = \beta - 2 \theta_s$$

$$= 154 - 2(9,92) = 134,16^\circ$$

- d. Menghitung Panjang Busur lingkaran ( $L_c$ )

$$L_c = \frac{\theta_c}{360} - 2\pi Rc$$

$$= \frac{134,16}{360} - 2 \times \pi \times 110$$

$$= 257,56 \text{ m}$$

Cek nilai  $\theta_c$  dan  $L_c$ :

Syarat tikungan jenis S-C-S

$$\theta_c = \beta - 2 \theta_s > 0 \quad 134,16^\circ > 0 \dots \text{ok}$$

$$L_c > 20 \text{ m} \quad 257,56 \text{ m} > 20 \text{ m} \dots \text{Memenuhi syarat S-C-S}$$

- e. Menghitung Pergeseran Tangen terhadap Spiral ( $p$ ) dan Absis dari  $p$  pada Garis Tangen Spiral ( $k$ )

Dari Tabel 4.10, hal 129, “Dasar-dasar Perencanaan Geometrik Jalan”, Silvia Sukirman diperoleh nilai  $p$  dan  $k$

Untuk  $\theta_s = 9,92^\circ$

$$p = \frac{Ls^2}{6 \times Rc} - Rc (1 - \cos \theta_s)$$

$$= \frac{38,10^2}{6 \times 110} - 110 (1 - \cos 9,92) = 0,55 \text{ m}$$

Cek nilai p: syarat tikungan SCS :  $P > 0,2 \text{ m} : 0,55 \text{ m} > 0,2 \text{ m}.. \text{ ok}$

$$k = Ls - \frac{Ls^2}{60 \times Rc^2} - Rc (\sin \theta_s)$$

$$= 38,10 - \frac{38,10^2}{60 \times 110^2} - 110 (\sin 9,92) = 19,14 \text{ m}$$

Kesimpulan :

Jenis tikungan yang di desain untuk tikungan ini adalah tikungan Spiral-Circel - Spiral (SCS) memenuhi,

Komponen Tikungan 2 (SCS)

f. Jarak antara Perpotongan Bagian Lurus (P1) dengan TS (Ts)

$$Ts = (Rc + p) \tan 0,5 \beta + k$$

$$= (110 + 0,55) \tan 0,5 \times 154 + 19,14$$

$$= 498 \text{ m}$$

g. Jarak antara Perpotongan Bagian Lurus dengan Busur lingkaran (Es)

$$Es = (Rc + p) \sec 0,5 \beta - Rc$$

$$= \frac{(Rc + p)}{\cos 0,5 \beta} - Rc$$

$$= \frac{(110 + 0,55)}{\cos 0,5 (154)} - 110$$

$$= 381,46 \text{ m}$$

h. Menghitung Panjang Busur Keseluruhan (L)

$$L = 2 \times Ls + Lc$$

$$= 2 \times 38,10 + 257,56$$

$$= 333,75 \text{ m}$$

Control :  $L < 2 \times Ts : 287,69 < 996 \text{ m}... \text{ok}$

i. Menghitung Xs dan Ys

$$Xs = Ls \times \left(1 - \frac{Ls^2}{40 \times Rc^2}\right)$$

$$= 38,10 \times \left(1 - \frac{38,10^2}{40 \times 110^2}\right) = 38,09 \text{ m}$$

$$Ys = \frac{Ls^2}{6 \times Rc}$$

$$= \frac{38,10^2}{6 \times 110} = 2,20 \text{ m}$$



j. Perhitungan Pelebaran Perkerasan di tikungan

Muatan sumbu terberat 10 ton sehingga direncanakan kendaraan terberat yang melintas, sehingga

$$V_R = 60 \text{ km/jam}$$

$$R_d = 110 \text{ m}$$

$$n = 2 \text{ (jumlah kebebasan samping)}$$

$$c = 1,5 \text{ m (kebebasan samping)}$$

$$b = 2,6 \text{ m (lebar kendaraan)}$$

$$p = 7,6 \text{ m (jarak antara as roda)}$$

$$A = 2,1 \text{ m (tonjolan depan sampai bumper)}$$

Secara analitis:

$$B = n(b' + c) + (n-1) T_d + Z$$

$$b = b + b''$$

$$b'' = R_d - \sqrt{R_d^2 - p^2}$$

$$T_d = \sqrt{R_d^2 + A(2p + A)} - R_d$$

$$e = B - W$$

$$Z = 0,105 \times \frac{V_R}{\sqrt{R_d}}$$

Dengan:

B = Lebar perkerasan pada tikungan

n = Jumlah lajur lintasan

b' = Lebar lintasan kendaraan pada tikungan

T<sub>d</sub> = Lebar melintang akibat tonjolan depan

Z = Lebar tambahan akibat kelalaian dalam mengemudi

W = Lebar perkerasan

ε = Pelebaran perkerasan

R<sub>d</sub> = Jari-jari rencana

Perhitungan pelebaran perkerasan di tikungan:

$$b'' = R_d - \sqrt{R_d^2 - p^2} = 110 - \sqrt{110^2 - 7,6^2} = 0,26$$

$$b = b + b'' = 2,6 + 0,26 = 2,86$$

$$T_d = \sqrt{R_d^2 + A(2p + A)} - R_d = \sqrt{110^2 + 2,1(2(7,6) + 2,1)} - 110$$

$$= 0,165 \text{ m}$$

$$Z = 0,105 \times \frac{V_R}{\sqrt{Rd}} = 0,105 \times \frac{60}{\sqrt{110}} = 0,6 \text{ m}$$

$$B = n(b' + c) + (n-1)Td + Z$$

$$= 2(2,86 + 1,5) + (2-1)0,165 + 0,6 = 9,5 \text{ m}$$

Lebar perkerasan pada jalan lurus = 7,2 m

Diperlukan pelebaran sebesar 2,3 m

Dari hasil perhitungan, diperoleh komponen-komponen untuk tikungan Spiral Circle Spiral S-C-S

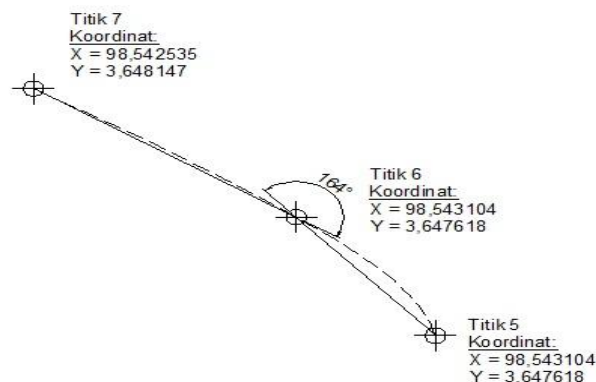
Tabel 4.2: Hasil Perhitungan S-C-S Tikungan 2

Rc = 110 m	Lc = 257,56 m
$\beta = 154^\circ$	Ts = 498 m
Ls = 38,10 m	Es = 381,46 m
$\theta_s = 9,92^\circ$	Xs = 38,09 m
$\theta_c = 134,16 \text{ m}$	Ys = 2,20 m
e = 8%	k = 19,14 m

Kesimpulan dari perhitungan tikungan 2 dipilih jenis tikungan Spiral Circle Spiral dengan kecepatan rencana 60 km/jam. Desain dapat digunakan dengan mempertimbangkan ketersediaan lahan yang memenuhi.

### 3. Tikungan 3

Berdasarkan titik koordinat diperoleh bentuk tikungan



Gambar 4.4: Titik Koordinat Tikungan 3

Dengan ditentukannya kecepatan rencana maka dapat dihitung jari-jari minimum untuk superelevasi maksimum dan koefisien gesek maksimum.

$$f_{maks} = -0,00065 \times V_R^2 + 0,192 \quad (\text{untuk } V_R < 80 \text{ km/jam})$$

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

$$D_{maks} = \frac{181913,53 (e_{maks} + f_{maks})}{VR^2}$$

- Menentukan  $f_{maks}$  untuk  $e_{maks} = 8\%$  (maksimum untuk jalan tol antarkota dengan curah hujan tinggi)

$$f_{maks} = -0,00065 \times V_R^2 + 0,192 = -0,00065 \times 60 + 0,192 = 0,153$$

- Menentukan jari-jari minimum

$$R_{min} = \frac{60^2}{127 (0,08 + 0,153)} = 121,66 \text{ m}$$

- Menentukan nilai derajat lengkung maksimum

$$D_{maks} = \frac{181913,53 (0,08 + 0,153)}{60^2} = 11,77^\circ$$

- Menentukan bentuk tikungan

$$R_{min} = 121,66 \text{ m, Tabel II.17 Standard Jalan Tol, } R_{min} = 110 \text{ m}$$

- Cek untuk jenis tikungan Full Circle

$$\text{Untuk kecepatan (Rd)} = 110 \text{ m} < R_{min} (121,66 \text{ m})$$

Untuk kecepatan ( $V_R$ ) 60 km/jam menurut Standard Geometri Jalan Bebas Hambatan. Untuk Jalan Tol, jari-jari minimum ( $R_{min}$ ) untuk tikungan Full Circle = 250 m > jari-jari rencana ( $R_d$ ) sehingga *Full Circle* tidak dapat digunakan. Maka di coba jenis tikungan S-C-S

- Cek untuk jenis tikungan S-C-S

- Menentukan superelevasi desain

$$D_d = \frac{1432,4}{R_d} = \frac{1432,4}{110} = 13,02 \%$$

$$E_d = \frac{-e_{maks} \times D_d^2}{R_d} + \frac{2 \times e_{maks} \times D_d}{D_{maks}}$$

$$= \frac{-0,08 \times 13,02^2}{110} + \frac{2 \times 0,08 \times 13,02}{11,77} = 0,0536 = 5,36 \%$$

- Menentukan panjang lengkung peralihan

- Berdasarkan waktu tempuh (2 detik) untuk melintas lengkung peralihan

$$L_s = \frac{V_R}{3,6} \times 2 = \frac{60}{3,6} \times 2 = 33,33 \text{ m}$$

- Berdasarkan rumus modifikasi short

$$L_s = 0,022 \times \frac{V_R^2}{Rd \times C} - 2,727 \frac{V_R \times Ed}{C}$$

$$= 0,022 \times \frac{60^2}{110 \times 1,2} - 2,727 \frac{60 \times 0,0536}{1,2} = 28,69 \text{ m}$$

- Berdasarkan tingkat pencapaian perubahan kelandaian

$$L_s = \frac{(em - en)}{3,6 \times re} \times V_R$$

Dimana re = tingkat pencapaian perubahan kelandaian melintang jalan

Untuk  $V_R \leq 70 \text{ km/jam}$ , re max = 0,035 m/det

Untuk  $V_R \geq 80 \text{ km/jam}$ , re max = 0,0025 m/det

$$= \frac{(0,08 - 0,02)}{3,6 \times 0,035} \times 60 = 38,10 \text{ m}$$

Jadi  $L_s$  yang dipakai adalah  $L_s$  yang memiliki nilai terbesar

$$L_s = 38,10 \text{ m}$$

- c. Menentukan sudut spiral ( $\theta_s$ ), sudut circle ( $\theta_c$ )

$$\theta_s = \frac{L_s \times 90}{\pi \times Rc}$$

$$= \frac{38,10 \times 90}{\pi \times 110}$$

$$= 9,92^\circ$$

$$\theta_c = \beta - 2 \theta_s$$

$$= 164 - 2(9,92) = 144,16^\circ$$

- d. Menghitung Panjang Busur lingkaran ( $L_c$ )

$$L_c = \frac{\theta_c}{360} - 2\pi Rc$$

$$= \frac{144,16}{360} - 2 \times \pi \times 110$$

$$= 276,76 \text{ m}$$

Cek nilai  $\theta_c$  dan  $L_c$ :

Syarat tikungan jenis S-C-S

$$\theta_c = \beta - 2 \theta_s > 0 \quad 144,16^\circ > 0 \dots \text{ok}$$

$$L_c > 20 \text{ m} \quad 276,76 \text{ m} > 20 \text{ m} \dots \text{Memenuhi syarat S-C-S}$$

- e. Menghitung Pergeseran Tangen terhadap Spiral (p) dan Absis dari p pada Garis Tangen Spiral (k)

Dari Tabel 4.10, hal 129, “Dasar-dasar Perencanaan Geometrik Jalan”, Silvia Sukirman diperoleh nilai p dan k

Untuk  $\theta_s = 9,92^\circ$

$$\begin{aligned} p &= \frac{Ls^2}{6 \times Rc} - Rc (1 - \cos \theta_s) \\ &= \frac{38,10^2}{6 \times 110} - 110 (1 - \cos 9,92) = 0,55 \text{ m} \end{aligned}$$

Cek nilai p: syarat tikungan SCS :  $P > 0,2 \text{ m} : 0,55 \text{ m} > 0,2 \text{ m}.. \text{ ok}$

$$\begin{aligned} k &= Ls - \frac{Ls^2}{60 \times Rc^2} - Rc (\sin \theta_s) \\ &= 38,10 - \frac{38,10^2}{60 \times 110^2} - 110 (\sin 9,92) = 19,14 \text{ m} \end{aligned}$$

Kesimpulan :

Jenis tikungan yang di desain untuk tikungan ini adalah tikungan Spiral-Circl - Spiral (SCS) memenuhi,

Komponen Tikungan 3 (SCS)

f. Jarak antara Perpotongan Bagian Lurus (P1) dengan TS (Ts)

$$\begin{aligned} Ts &= (Rc + p) \tan 0,5 \beta + k \\ &= (110 + 0,55) \tan 0,5 \times 164 + 19,14 \\ &= 805,77 \text{ m} \end{aligned}$$

g. Jarak antara Perpotongan Bagian Lurus dengan Busur lingkaran (Es)

$$\begin{aligned} Es &= (Rc + p) \sec 05 \beta - Rc \\ &= \frac{(Rc + p)}{\cos 0,5 \beta} - Rc \\ &= \frac{(110 + 0,55)}{\cos 0,5 (164)} - 110 \\ &= 684,36 \text{ m} \end{aligned}$$

h. Menghitung Panjang Busur Keseluruhan (L)

$$\begin{aligned} L &= 2 \times Ls + Lc \\ &= 2 \times 38,10 + 276,76 \\ &= 352,95 \text{ m} \end{aligned}$$

Control :  $L < 2 \times Ts : 352,95 < 1.611,54 \text{ m}... \text{ok}$

i. Menghitung Xs dan Ys

$$\begin{aligned} Xs &= Ls \times \left( 1 - \frac{Ls^2}{40 \times Rc^2} \right) \\ &= 38,10 \times \left( 1 - \frac{38,10^2}{40 \times 110^2} \right) = 38,09 \text{ m} \end{aligned}$$

$$Ys = \frac{Ls^2}{6 \times Rc}$$

$$= \frac{38,10^2}{6 \times 110} = 2,20 \text{ m}$$

j. Perhitungan Pelebaran Perkerasan di tikungan

Muatan sumbu terberat 10 ton sehingga direncanakan kendaraan terberat yang melintas, sehingga

$$V_R = 60 \text{ km/jam}$$

$$R_d = 110 \text{ m}$$

$n = 2$  (jumlah kebebasan samping)

$c = 1,5 \text{ m}$  (kebebasan samping)

$b = 2,6 \text{ m}$  (lebar kendaraan)

$p = 7,6 \text{ m}$  (jarak antara as roda)

$A = 2,1 \text{ m}$  (tonjolan depan sampai bumper)

Secara analitis:

$$B = n (b' + c) + (n-1) T_d + Z$$

$$b = b + b''$$

$$b'' = R_d - \sqrt{R_d^2 - p^2}$$

$$T_d = \sqrt{R_d^2 + A(2p + A)} - R_d$$

$$e = B - W$$

$$Z = 0,105 \times \frac{V_R}{\sqrt{R_d}}$$

Dengan:

$B$  = Lebar perkerasan pada tikungan

$n$  = Jumlah lajur lintasan

$b'$  = Lebar lintasan kendaraan pada tikungan

$T_d$  = Lebar melintang akibat tonjolan depan

$Z$  = Lebar tambahan akibat kelalaian dalam mengemudi

$W$  = Lebar perkerasan

$e$  = Pelebaran perkerasan

$R_d$  = Jari-jari rencana

Perhitungan pelebaran perkerasan di tikungan:

$$b'' = R_d - \sqrt{R_d^2 - p^2} = 110 - \sqrt{110^2 - 7,6^2} = 0,26$$

$$b = b + b'' = 2,6 + 0,26 = 2,86$$

$$T_d = \sqrt{Rd^2 + A(2p + A)} - Rd = \sqrt{110^2 + 2,1(2(7,6) + 2,1)} - 110$$

$$= 0,165 \text{ m}$$

$$Z = 0,105 \times \frac{V_R}{\sqrt{Rd}} = 0,105 \times \frac{60}{\sqrt{110}} = 0,6 \text{ m}$$

$$B = n(b' + c) + (n-1)T_d + Z$$

$$= 2(2,86 + 1,5) + (2-1)0,165 + 0,6 = 9,5 \text{ m}$$

Lebar perkerasan pada jalan lurus = 7,2 m

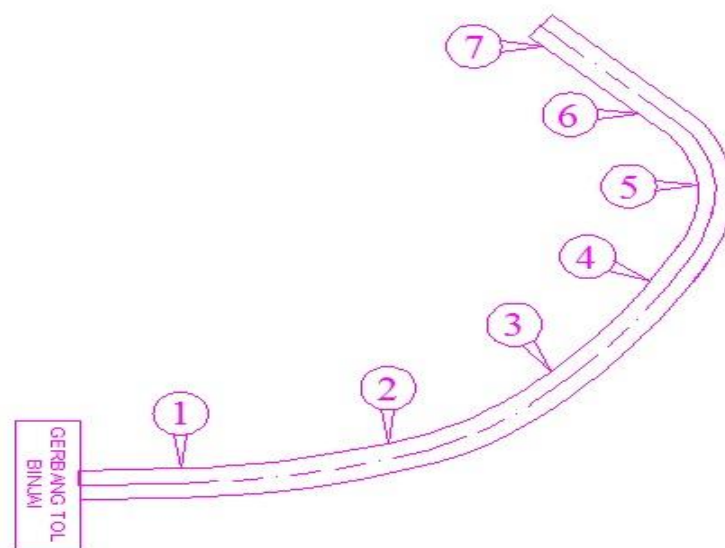
Diperlukan pelebaran sebesar 2,3 m

Dari hasil perhitungan, diperoleh komponen-komponen untuk tikungan Spiral Circle Spiral S-C-S

Tabel 4.3: Hasil Perhitungan S-C-S Tikungan 3

$R_c = 110 \text{ m}$	$L_c = 276,76 \text{ m}$
$\beta = 164^\circ$	$T_s = 805,77 \text{ m}$
$L_s = 38,10 \text{ m}$	$E_s = 648,36 \text{ m}$
$\theta_s = 9,92^\circ$	$X_s = 8,093 \text{ m}$
$\theta_c = 144,16^\circ$	$Y_s = 2,20 \text{ m}$
$e = 8\%$	$k = 19,14 \text{ m}$

Kesimpulan dari perhitungan tikungan 3 dipilih jenis tikungan Spiral Circle Spiral dengan kecepatan rencana 60 km/jam. Desain dapat digunakan dengan mempertimbangkan ketersediaan lahan yang memenuhi.



Gambar 4.5: Desain Akhir Ramp

## BAB 5

### KESIMPULAN DAN SARAN

#### 5.1 Kesimpulan

Dari perencanaan geometrik ramp didapatkan hasil sebagai berikut:

Hasil perhitungan perencanaan alinyemen horizontal terdapat 3 tikungan, berdasarkan dari perhitungan diperoleh jenis tikungan yaitu jenis tikungan SCS. Melihat kondisi lapangan daerah rencana maka ditentukan kecepatan rencana sebesar 60 km/jam. Sehingga jari-jari rencana yang digunakan sebesar 110 meter. Superelevasi ( $e$ ) emax sebesar 8% dengan perhitungan diperoleh emax sebesar 9,8%. Panjang total lengkung tikungan 1 = 265,16 meter. Tikungan 2 = 43,26 meter, dan tikungan 3 = 233,47 meter. Untuk pelebaran pada tikungan diperoleh dari perhitungan sebesar 2,3 meter. Hasil tikungan diperoleh bentuk SCS di atas berdasarkan tinjauan kondisi lapangan yang relatif banyak pemukiman sehingga lahan yang tersedia untuk pembangunan sangat terbatas. Selain itu pada tikungan di berikan rambu-rambu batas kecepatan maksimum 60 km/jam demi faktor keamanan.

#### 5.2 Saran

Saran-saran yang dapat diberikan untuk perbaikan dan penyempurnaan pada penelitian mengenai perencanaan geometrik ramp agar diperoleh hasil yang lebih optimal dengan pelaksanaan yang lebih efektif dan efisien, yaitu sebagai berikut:

1. Kendala dalam wawancara tepi jalan (*Road Side Interview*) yaitu proses wawancara harus dilakukan dengan cepat agar tidak mengganggu jalannya lalu lintas.
2. Data hasil dari aplikasi *google earth* digunakan jika telah memiliki data sekunder perencanaan geometrik jalan, sehingga dapat dilakukan perencanaan ulang. Apabila tidak memiliki data sekunder geometrik jalan maka harus dilakukan survei lapangan.



## DAFTAR PUSTAKA

- Departemen Pekerjaan Umum, 1997, *Tata Cara Perencanaan Geometrik Jalan Antar Kota*, Direktorat Jenderal Bina Marga, Jakarta
- Departemen Pekerjaan Umum, 2009, *Standar Geometri Jalan Bebas Hambatan Untuk Jalan Tol*, Direktorat Jenderal Bina Marga, Jakarta.
- Dewiputri, A., Herijanto, W., & Akses, J. (2019). *Kajian Geometrik Interchange Waru Ramp Mojokerto-Sidoarjo*. 2(1).
- Direktorat Jenderal Bina Marga, 1997, *Manual Kapasitas Jalan Indonesia (MKJI)*, Direktorat Jenderal Bina Marga, Jakarta.
- Geometrik, D. P. (n.d.). *Modul 3 dasar-dasar perencanaan geometrik ruas jalan*.
- Geometrik, P., & Malang-kepanjen, J. T. (2020). *Perancangan Geometrik dan Perkerasan Jalan Tol Malang-Kepanjen*. 9(2).
- Geometrik, P., Jalan, R., Sipil, T., Brawijaya, U., & Teknik, F. (2017). *Naskah publikasi*.
- Geometrik, P., Jalan, R., Sipil, T., Brawijaya, U., & Teknik, F. (2017). *Kajian pemilihan trase dan perencanaan geometrik ramp jalan tol (studi kasus: jalan tol kediri-kertosono)*.
- Heri Purwanto,ST.,MSc., & Silvester Sari Sai,ST.,MT (2017). *Review Design Geometrik Jalan ( Studi Kasus : Ruas Jalan Bajawa - Malanuz , Kabupaten Nagada )* Pemilihan, K., Dan, T.,
- Hidayati, R. P. (n.d.). *Perencanaan Lentur Jalan Final Project – RC14-1501 Geomaterial And Flexible Pavement Desegning By Using Village To*.
- Lubis, M., Rangkuti, N. M., & Ardan, M. (n.d.). *Evaluasi Geometrik Jalan Pada Tikungan Laowomaru*. 37–43.
- Oleh, D., & Masloman, D. S. (n.d.). *Jalan nasional “ ruas strategis nasional tolinggula – marisa iv .”* 5(2), 131–135.
- Prayogata, R. S. (2017). *Perencanaan Geometrik Dan Perkerasaan Jalan Tol Gempol – Pasuruan Seksi III Perencanaan Geometrik Dan Perkerasaan Jalan Tol Gempol – Pasuruan Seksi III*.
- R. Cakra Bagaskara dan Abiel Cahya Nugraha, (2).pdf. (n.d.).
- Sukirman, S., 1999, *Dasar-dasar Perencanaan Geometrik Jalan*, Nova, Bandung.

Tol, J., Kualanamu, M., Tinggi, T., & Dan, S. (2019). *Progress in Civil Engineering Journal Progress in Civil Engineering Journal*. 1(1), 50–62.

# **LAMPIRAN**



Gambar I.1: Lokasi perencanaan geometrik *ramp* jalan umum ke pintu masuk jalan tol



Gambar I.2: Lokasi perencanaan geometrik *ramp* pintu masuk jalan tol



Gambar I.3: Lokasi perencanaan geometrik *ramp* pintu keluar jalan tol

## DAFTAR RIWAYAT HIDUP



### INFORMASI PRIBADI

Nama : Putri Ramayanti  
Panggilan : Putri  
Tempat/ Tanggal Lahir : Medan/ 22 Agustus 1999  
Jenis Kelamin : Perempuan  
Alamat Sekarang : Jln. Mangan 8 Pasar 3 Bantenan Mabar gg.Pelajar  
No Hp : 0823-6001-8627  
Nomor Pokok Mahasiswa : 1707210003  
Fakultas : Teknik  
Jurusan : Teknik Sipil  
Perguruan Tinggi : Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara  
Alamat Perguruan Tinggi : Jl. Kapten Mochtar Basri, no. 3 Medan 20238

### RIWAYAT PENDIDIKAN

Sekolah Dasar (SD) : SDN 101785  
Sekolah Menengah Pertama (SMP) : SMP Negeri 42 Medan  
Sekolah Menengah Kejuruan (SMK) : SMK Negeri 5 Medan

### PENGALAMAN KERJA

Kerja Praktek di CITRA LAND Tahun 2016 (Proyek Perumahan)  
Kerja Praktek di PT. PELINDO 1 Tahun 2016 (Proyek Pelabuhan)  
Kerja Praktek di PT. Waskita Karya Tbk Tahun 2019 (Proyek Jalan Tol Tebing Tinggi-Siantar)