

# **SKRIPSI**

## **PERENCANAAN GEOMETRI JALAN ANGKUT PADA PERTAMBANGAN NIKEL**

**(Studi Kasus : Desa Wulu, Kepulauan Buton, Sulawesi Tenggara)**



**Disusun Oleh :**

**RONI MAHARJONO**

**10.25.902**

**JURUSAN TEKNIK GEODESI  
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN  
INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL  
MALANG  
2013**

2013

10/10/13

MENJADI TERPADU DAN TERKINER

DIKURANGI PERAN DAN PERANAN

INDONESIA KEMERDEKAAN

10/10/13

10/10/13

10/10/13

10/10/13 10/10/13 10/10/13 10/10/13 10/10/13 10/10/13 10/10/13 10/10/13 10/10/13 10/10/13

10/10/13 10/10/13 10/10/13 10/10/13 10/10/13 10/10/13 10/10/13 10/10/13 10/10/13 10/10/13

10/10/13 10/10/13 10/10/13 10/10/13 10/10/13 10/10/13 10/10/13 10/10/13 10/10/13 10/10/13

10/10/13

**LEMBAR PERSETUJUAN  
SKRIPSI**

**PERENCANAAN GEOMETRI JALAN ANGKUT  
PADA PERTAMBANGAN NIKEL**

**(Studi Kasus : Desa Wulu, Kepulauan Buton, Sulawesi Tenggara)**

Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat Memperoleh Gelar Sarjana Teknik Geodesi

S-1

Institut Teknologi Nasional Malang

Disusun Oleh :

**Roni Maharjono**

**10.25.902**

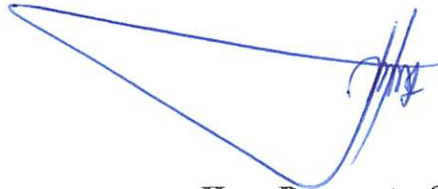
**Menyetujui,**

**Dosen Pembimbing I**



**Ir. Agus Darpono, MT**

**Dosen Pembimbing II**



**Hery Purwanto, ST., M.Sc**

**Mengetahui**

**Ketua Jurusan Teknik Geodesi S-1**



**Ir. Agus Darpono, MT**



PERKUMPULAN PENGELOLAAN PENDIDIKAN UMUM DAN TEKNOLOGI NASIONAL MALANG  
**INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG**

FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI  
FAKULTAS TEKNOLOGI SIPIL DAN PERENCANAAN  
PROGRAM PASCASARJANA MAGISTER TEKNIK

PT. BNI (PERSERO) MALANG  
BANK NIAGA MALANG

Kampus I : Jl. Bendungan Sigura No. 2 Telp. (0341)551431 (Hunting), Fax. (0341)553015 Malang 65145  
Kampus II : Jl. Raya Karanglo, Km 2 Telp. (0341)417634 Malang

**LEMBAR PENGESAHAN**

**SKRIPSI**

**PERENCANAAN GEOMETRI JALAN ANGKUT  
PADA PERTAMBANGAN NIKEL**

**(Studi Kasus : Desa Wulu, Kepulauan Buton, Sulawesi Tenggara)**

Telah Dipertahankan di Hadapan Panitia Penguji Skripsi Jenjang Strata-1 (S-1)

Pada hari : Jum'at

Tanggal : 23 Agustus 2013

Dan diterima untuk memenuhi persyaratan guna memperoleh gelar Sarjana Teknik (ST)

Oleh :

**RONI MAHARJONO**

**10.25.902**

**Panitia Ujian Skripsi**

**Ketua**

**Ir. Agus Darpono, MT**

**Sekretaris**

**Silvester Sari Sai, ST., MT**

**Anggota Penguji**

**Penguji I**

**Ir. Agus Darpono, MT**

**Penguji II**

**Hery Purwanto, ST., M.Sc**

**Penguji III**

**D. K. Sunaryo ST., MT**

## Abstraksi

### PERENCANAAN GEOMETRI JALAN ANGKUT PADA PERTAMBANGAN NIKEL

(Studi Kasus : Desa Wulu, Kepulauan Buton, Sulawesi Tenggara)

Roni Maharjono 10.25.902

Dosen Pembimbing I : Ir. Agus Darpono, MT

Dosen Pembimbing II : Hery Purwanto, ST., M.Sc

Pertambangan nikel merupakan pertambangan yang kalah populer dengan pertambangan batubara. Produk dari pertambangan nikel adalah biji nikel dan bahan setengah jadi (*ferronikel*). Daerah Sulawesi yang mempunyai kandungan nikel, menyebar dari Sulawesi Tenggara sampai dengan tengah dari pulau Sulawesi. Tambang nikel mempunyai wilayah yang lebih kecil dibandingkan dengan tambang batubara, sehingga kendaraan angkut yang digunakan mempunyai ukuran yang sedang yaitu lebar 2,5 meter dan panjang 9 meter ( seperti : *Nissan Dump Truck 20-30 Ton*) sedangkan alat berat yang digunakan rata-rata ukurannya lebar 3 meter dan panjang 10 meter ( seperti : *Excavator PC 300 dan PC 200*). Kendaraan rencana muat angkut yang mempengaruhi perencanaan suatu geometri jalan angkut.

Perencanaan geometri jalan angkut sangat mempengaruhi produksi bahan galian tambang. Produksi bahan galian tambang mempengaruhi biaya operasional sebuah perusahaan tambang, jadi perencanaan geometri merupakan hal penting dalam sebuah usaha pertambangan.

Dalam penelitian ini, perencanaan geometri jalan angkut pada pertambangan nikel berlokasi di Desa Wulu, Kecamatan Talaga Raya, Kepulauan Buton, Propinsi Sulawesi Tenggara. Daerah ini mempunyai karakteristik kadar nikel yang heterogen.

Hasil dari penelitian ini adalah untuk mengetahui lebar jalan menurut *AASHTO*, perencanaan alinemen horisontal, perencanaan alinemen vertikal, kemiringan jalan angkut dan badan jalan menurut Tata Cara Perencanaan Geometrik Jalan Antar Kota Pedoman Bina Marga.

**Kata Kunci** : *Perencanaan Geometri, Jalan Angkut, Pertambangan Nikel,*

## **SURAT PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI**

Saya yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : Roni Maharjono  
NIM : 10.25.902  
Program Studi : Teknik Geodesi S-1  
Fakultas : Fakultas Teknik Sipil Dan Perencanaan

Menyatakan dengan sesungguhnya bahwa Skripsi saya dengan judul :

**“PERENCANAAN GEOMETRI JALAN ANGKUT  
PADA PERTAMBANGAN NIKEL  
(Studi Kasus : Desa Wulu, Kepulauan Buton, Sulawesi Tenggara)”**

Adalah hasil karya saya sendiri, bukan merupakan duplikat serta tidak mengutip atau menyadur dari hasil karya orang lain kecuali disebutkan sumbernya.

Malang, 2 September 2013

Yang membuat pernyataan

Roni Maharjono

NIM : 10.25.902

*Kupersembahkan karya ini untuk:*

*Allaah SWT, rab Maha Agung yang selalu mendampingiku dan memberikan kedamaian dihatiku. DIA tak pernah lelah memberikan petunjuk agar saya senantiasa berada dijalanNYA.*

*Nabi Muhamad SAW yang menjadi panutanku dalam menjalani kehidupan.*

*Ibu'ku tercinta walaupun kau telah tiada tapi sosokmu selalu ada dalam diriku karena segala nasehat serta nilai-nilai yang telah kau tanamkan telah terprogram dalam otak serta benak hatiku*

*Bapakku yang sangat bijaksana haturkan anakmu ini mengucapkan beribu-ribu terima kasih untuk semuanya, karena kau lah panutanku dalam menjalani hidup*

*Spesial untuk "Dwi Anggara dan Wahyu Kartika "*

*Dan seluruh Keluarga Besar Mangun Wihardjo untuk doa serta dorongannya akhirnya saya sebagai cucu pertama dapat menyelesaikan studi s1 (satu)*

*"Boleh jadi kamu membenci sesuatu, padahal ia amat baik bagimu, dan boleh jadi (pula) kamu menyukai sesuatu, padahal ia amat buruk bagimu; Allah mengetahui, sedang kamu tidak mengetahui." (QS. Al-Baqarah, 2: 216)*

*Motto : Yang benar itu sejatinya yang kelihatan seperti salah dan yang salah itu kelihatannya seperti benar.*

Seperti halnya orang baik yang sejati itu tidak akan menunjukkan kebaitkannya pada orang lain

ucapan terima kasih juga mengucapkan kepada:

- Bapak Ir. Agus Darpono, MT selaku ketua Jurusan Teknik Geodesi dan dosen pembimbing I
- Bapak Hery Purwanto, ST., M.Sc sebagai dosen pembimbing II
- Teman-teman transferan dari UGM

yang sudah selesai studi :

Aan Dwi Susanto, Tyaz Purwoko, Ahmad Agus Kristanto, Salman Alfarizle, Pradipto Darmaji, Andri Novianto, Fiston Adi Nugroho, Dytto Fajar Pradana, Minarti, Anak Agung putri W, Avianto Yudhanotomo, dan Wandi.

segera menyusul :

- fajar Nur Hamzah, Febriansyah, dan Yugo Sasono
- Teman-teman transferan dari Politeknik Negeri Banyuwangi
- Teman-teman Teknik Geodesi ITN
- Teman-teman sejak dari bayi
- Agus Rudiantoro, Marwanto, Muli. Suryawan, dan Rahmanto Hadi



## KATA PENGANTAR

Alhamdulillah, Puji dan syukur penulis panjatkan kepada ALLAH SWT, karena berkat rahmat-Nya, penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul **“Perencanaan Geometri Jalan Angkut Pada Pertambangan Nikel (Studi Kasus : Desa Wulu, Kepulauan Buton, Sulawesi Tenggara)”** dimana penulisan skripsi ini disusun sebagai salah satu syarat untuk meraih gelar Sarjana Teknik pada Jurusan Teknik Geodesi Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan Institut Teknologi Nasional Malang.

Penulisan ini tidak akan dapat terselesaikan tanpa bantuan dan dukungan berbagai pihak. Oleh karena itu, peneliti ingin mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada :

1. Bapak Ir. Soeparno Djiwo, MT selaku Rektor Institut Teknologi Nasional Malang.
2. Bapak Dr. Ir. Kustamar, MT selaku Dekan Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan Institut Teknologi Nasional Malang.
3. Bapak Ir. Agus Darpono, MT selaku Ketua Jurusan Teknik Geodesi Institut Teknologi Nasional Malang, Dosen Pembimbing I dan Dosen Penguji I.
4. Bapak Hery Purwanto, ST., M.Sc selaku Dosen Pembimbing II dan Penguji II.
5. Bapak D.K. Sunaryo ST., MT selaku Dosen Penguji III.
6. Segenap dosen, staff pengajar dan *recording* Jurusan Teknik Geodesi Fakultas Teknik Sipil dan Teknologi Nasional Malang. Perencanaan Institut

7. Ibu (Almhr), Bapak, adekku, paman, bibi, kakek dan nenek yang selalu memberikan nasehat, dukungan serta doa yang tiada hentinya.
8. Teman-teman Perum Joyogrand.
9. Teman-teman ITN yang selalu memberikan semangat dan doa.
10. Teman-teman Karanganyar tempat berbagi disaat suka maupun duka.
11. Semua pihak yang telah membantu peneliti yang tidak dapat disebutkan satu persatu.

Penulis sangat menyadari bahwa penulisan laporan ini masih belum sempurna, baik dari segi materi, sistematika pembahasan, maupun susunan bahasa. Oleh karena itu, kritik dan saran yang membangun sangat penulis harapkan. Hasil penelitian ini dan dengan segala keterbatasannya dipersembahkan kepada dunia pendidikan ataupun dunia pekerjaan, semoga ada manfaatnya untuk pengembangan sumber daya manusia di negara yang amat kita cintai ini.

Malang, 2 September 2013

Penulis

## DAFTAR ISI

<b>Halaman Sampul Depan</b>	
<b>Halaman Judul</b>	
<b>Lembar Persetujuan .....</b>	<b>ii</b>
<b>Lembar Pengesahan.....</b>	<b>iii</b>
<b>Abstraksi.....</b>	<b>iv</b>
<b>Surat Pernyataan Keaslian Skripsi .....</b>	<b>v</b>
<b>Lembar Persembahan .....</b>	<b>vi</b>
<b>Kata Pengantar .....</b>	<b>viii</b>
<b>Daftar Isi.....</b>	<b>x</b>
<b>Daftar Gambar.....</b>	<b>xiv</b>
<b>Daftar Tabel .....</b>	<b>xv</b>

### **BAB I PENDAHULUAN**

1.1. Latar Belakang.....	1
1.2. Perumusan Masalah.....	3
1.3. Tujuan dan Tujuan Penelitian.....	3
1.4. Batasan Masalah.....	4
1.5. Tinjauan Pustaka .....	4

### **BAB II LANDASAN TEORI**

2.1. Pengertian dan Pengelompokan Jalan .....	6
2.2. Pengukuran Jalan.....	9
2.3. Profil Memanjang dan Profil Melintang.....	9
2.3.1. Profil Memanjang .....	9
2.3.2. Profil Melintang.....	10

2.4. Geometri Jalan Angkut.....	11
2.4.1. Alinemen Horizontal .....	12
2.4.1.1. Lebar Jalan Angkut.....	12
2.4.1.2. Jari-Jari Tikungan .....	15
2.4.1.3. Superelevasi .....	25
2.4.1.4. Perhitungan Stationing.....	26
2.4.2. Alinemen Vertikal .....	28
2.4.2.1. Kemiringan Jalan .....	28
2.4.2.2. Lengkung Vertikal .....	29
2.4.3.3. Badan Jalan.....	38
2.5. Kendaraan Dalam Pertambangan.....	39
2.5.1. Kendaraan Alat Berat .....	39
2.5.2. Kendaraan Muat Angkut.....	42
2.5.3. Kendaraan lainnya .....	44

### **BAB III METODOLOGI PENELITIAN**

3.1. Persiapan.....	45
3.1.1. Materi Penelitian.....	45
3.1.2. Peralatan Penelitian .....	45
3.1.3. Kriteria Perencanaan Kendaraan .....	46
3.2. Diagram Alir Penelitian .....	48
3.3. Penggambaran koordinat jalan dengan <i>Autodesk LD 2004</i> .....	55
3.4. Penggambaran Profil Memanjang dengan <i>Autodesk LD 2004</i> .....	56
3.5. Penggambaran Profil Melintang dengan <i>Autodesk LD 2004</i> .....	56
3.6. Perencanaan Jari-jari Tikungan.....	57
3.7. Perhitungan Alinemen Horizontal.....	57
3.7.1. Lebar Jalan.....	58
3.7.2. Tikungan.....	59
3.7.2.1. Tikungan PI1 .....	60
3.7.2.2. Tikungan PI2.....	64
3.7.2.3. Tikungan PI3.....	68

3.7.2.4. Tikungan PI4 .....	70
3.7.2.5. Tikungan PI5 .....	74
3.7.3. Perhitungan Stationing .....	78
3.8. Perhitungan Alinemen Vertikal.....	82
3.8.1. Perhitungan Kelandaian Memanjang.....	82
3.8.2. Perhitungan Lengkung Vertikal.....	83
3.8.3. Perhitungan Stasioning .....	85
3.9. Badan Jalan .....	87
3.10. Perhitungan Volume Galian dan Timbunan .....	89

## **BAB IV HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN**

4.1. Hasil Perencanaan Geometri Jalan Angkut.....	92
4.1.1. Hasil Alinemen Horizontal Jalan Angkut.....	92
4.1.1.1. Lebar Jalan Lurus dan Belokan.....	92
4.1.1.2. Jari-jari Tikungan.....	92
4.1.2. Hasil Alinemen Vertikal Jalan Angkut.....	98
4.1.2.1 Kemiringan Jalan .....	98
4.1.2.2.Lengkung Vertikal .....	98
4.1.3. Hasil Badan Jalan .....	99
4.1.4. Hasil Diagram Superelevasi .....	100
4.2. Analisa Perencanaan Geometri Jalan Angkut.....	100
4.2.1. Analisa Alinemen Horizontal Jalan Angkut.....	100
4.1.1.1. Lebar Jalan Lurus.....	100
4.1.1.1. Lebar Jalan pada Tikungan .....	101
4.1.1.2. Jari-jari Tikungan.....	101
4.2.2. Analisa Alinemen Vertikal Jalan Angkut.....	101
4.1.2.1. Kemiringan Jalan .....	101
4.1.2.2.Lengkung Vertikal .....	102
4.2.3. Analisa Badan Jalan.....	102
4.1.4. Analisa Diagram Superelevasi.....	103

**BAB V KESIMPULAN DAN SARAN**

5.1. Kesimpulan ..... 104  
5.2. Saran..... 104

**Daftar Pustaka**

**Lampiran**

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1. Pulau Sulawesi .....	2
Gambar 1.2. Pulau Kabaena.....	2
Gambar 1.3. Lokasi penelitian.....	3
Gambar 2.1. Profil memanjang.....	10
Gambar 2.2. Profil melintang.....	11
Gambar 2.3. Lebar Jalan Angkut Dua Jalur Pada Jalan Lurus .....	13
Gambar 2.4. Lebar Jalan Angkut Dua Jalur Pada Belokan.....	14
Gambar 2.5. Sudut penyimpangan maksimum kendaraan.....	16
Gambar 2.6. Komponen-komponen Tikungan “FC” .....	18
Gambar 2.7. Komponen-komponen Tikungan “S-C-S” .....	23
Gambar 2.8. Komponen lengkung peralihan Spiral-Spiral (S-S) .....	24
Gambar 2.9. Perubahan kemiringan melintang pada tikungan.....	25
Gambar 2.10 Stationing. ....	27
Gambar 2.11. Tipikal lengkung vertikal bentuk parabola .....	29
Gambar 2.12. Jarak pandang < panjang lengkung vertical cembung. ....	31
Gambar 2.13. Jarak pandang > panjang lengkung vertical cembung. ....	32
Gambar 2.14 Jarak pandang < panjang lengkung vertical cekung. ....	33
Gambar 2.15. Jarak pandang > panjang lengkung vertical cekung .....	33
Gambar 2.16. Penampang Melintang Jalan Angkut. ....	38
Gambar 2.17. Alat berat <i>Bulldozer</i> . ....	39
Gambar 2.18. Alat berat <i>Hydraulic Excavator PC 200</i> . ....	40

Gambar 2.19. Alat berat <i>Hydraulic Excavator PC 300</i> .....	40
Gambar 2.20. Alat berat <i>Wheel Loader</i> . ....	41
Gambar 2.21. Alat berat <i>Grader</i> . ....	41
Gambar 2.22. Alat berat <i>compactor Sakai</i> .....	42
Gambar 2.23. Kendaraan <i>dump truck</i> 20 ton. ....	42
Gambar 2.24. Kendaraan <i>fuel tank truck</i> . ....	43
Gambar 2.25 Kendaraan <i>water tank truck</i> .....	43
Gambar 2.26. Kendaraan karyawan.....	44
Gambar 2.27. Kendaraan muat karyawan.....	44
Gambar 3.1. Diagram Alir Pekerjaan .....	48
Gambar 3.2. Hasil sebaran koordinat jalan.....	55
Gambar 3.3. Hasil gambar jalan. ....	55
Gambar 3.4. Hasil profil memanjang jalan.....	56
Gambar 3.5. Hasil profil melintang jalan.....	56
Gambar 3.6. Jari-jari tikungan .....	57
Gambar 3.7. Kemiringan jalan profil memanjang .....	82
Gambar 3.8. Lengkung vertikal PVI.....	83
Gambar 3.9. Badan Jalan untuk jalan lurus. ....	87
Gambar 3.10. Badan Jalan untuk tikungan ke kanan.....	87
Gambar 3.11. Badan Jalan untuk tikungan ke kiri.....	88
Gambar 3.12. Perencanaan badan jalan untuk jalan lurus. ....	88
Gambar 3.13. Perencanaan badan jalan pada tikungan.....	89



Gambar 4.1. Tikungan $P_1$ .....	93
Gambar 4.2. Tikungan $P_2$ .....	94
Gambar 4.3. Tikungan $P_3$ .....	95
Gambar 4.4. Tikungan $P_4$ .....	96
Gambar 4.5. Tikungan $P_5$ .....	97
Gambar 4.6. Hasil perencanaan alinemen horizontal .....	97
Gambar 4.7. Hasil perencanaan kemiringan jalan .....	98
Gambar 4.8. Hasil lengkung vertikal .....	98
Gambar 4.9. Hasil perencanaan badan jalan.....	99
Gambar 4.10. Hasil perencanaan badan jalan pada tikungan .....	99

## DAFTAR TABEL

Tabel I. AASHTO.....	12
Tabel II Panjang Jari-jari Minimum.....	17
Tabel III. Batas Tikungan bentuk FC.....	19
Tabel IV. Superelevasi.....	21
Tabel V. Kemiringan Maksimum Vs Kecepatan.....	28
Tabel VI. Kemiringan melintang normal perkerasan jalan.....	39
Tabel VII. Data koordinat jalan.....	50
Tabel VIII. Data koordinat poligon.....	54
Tabel IX. Volume galian dan timbunan.....	91



# **BAB I**

## **PENDAHULUAN**

### **1.1 Latar Belakang**

Pertambangan nikel merupakan pertambangan yang kalah populer dibanding dengan pertambangan batu bara. Pertambangan nikel menyebar dari daerah Sulawesi bagian tenggara sampai dengan daerah pertengahan dari pulau Sulawesi. Pertambangan nikel mempunyai wilayah yang lebih kecil kalau dibandingkan dengan pertambangan batu bara. Negara yang banyak meng-import bahan galian nikel adalah cina, jepang, dan rusia. Nikel merupakan bahan campuran untuk membuat logam anti karat yang digunakan pada industri di negara maju.

Karakteristik nikel adalah kebanyakan daerah yang mengandung bahan galian nikel berada pada punggung dari daerah yang berbukit. Daerah yang mempunyai kadar nikel kebanyakan wilayahnya tidak terlalu besar jadi umur dari tambang nikel pada setiap tempat produksi tambang hanya hitungan bulan. Daerah pertambangan nikel yang cenderung pada daerah yang berbukit dan daerah operasi yang sering berpindah menyebabkan peran dari jalan angkut tambang menjadi sangat penting. Jalan angkut pada pertambangan nikel perkerasan hanya menggunakan tanah dan juga kerikil (batu kecil).

Jalan angkut yang dirancang, dibangun, dan diperihara dengan baik dapat memberikan keuntungan seperti: menciptakan kondisi pengemudi yang aman dan pengurangan bahaya lalu lintas, mengurangi biaya operasional truk (waktu tempuh

yang lebih cepat/produksi banyak dan biaya rendah per ton angkut), mengurangi biaya pemeliharaan jalan angkut, dan kendaraan angkut yang terjaga.

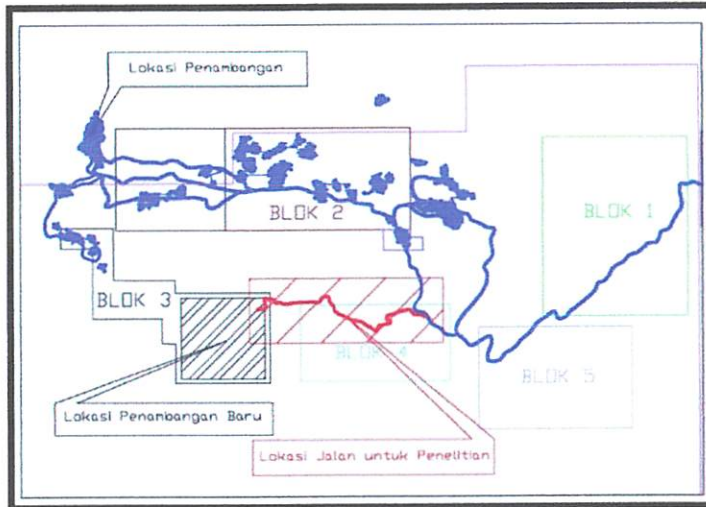
Perencanaan geometri jalan angkut pada penelitian ini direncanakan dengan menggunakan jalan yang sudah ada, yaitu jalan eksplorasi yang ditingkatkan menjadi jalan eksploitasi. Pada jalan eksplorasi mempunyai karakteristik, mempunyai kelerengan jalan yang cukup tinggi, tikungan yang terlalu curam, dan juga lebar jalan 3-5 meter. Lokasi penelitian ini berada dekat dengan laut sehingga mempunyai kecenderungan daerah yang berbukit-bukit. Daerah penelitian berada di Desa Wulu, Kecamatan Talaga Raya, Kabupaten Buton, Propinsi Sulawesi Tenggara.



Gambar 1.1. Pulau Sulawesi.



Gambar 1.2. Pulau Kabaena.



Gambar 1.3. Lokasi Penelitian.

## 1.2 Perumusan Masalah

Perumusan dari penelitian ini adalah bagaimana membuat Perencanaan Geometri Jalan Angkut yang ideal mengacu pada tata cara Bina Marga dan *AASHTO*, dari jalan eksplorasi tambang ditingkatkan menjadi jalan angkut untuk kegiatan eksploitasi?

## 1.3 Maksud dan Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah

1. Mengupayakan dimensi jalan yang sesuai dengan peralatan yang ada.
2. Mengupayakan kemiringan jalan angkut sesuai ketentuan.
3. Mengupayakan jari-jari belokan sesuai ketentuan.
4. Mengetahui volume galian dan timbunan.

## 1.4 Batasan Masalah

Batasan masalah dari penelitian ini adalah

1. Pembuatan geometri jalan angkut mengacu pada Tata Cara Perencanaan Geometrik Jalan Antar Kota Tahun 1997 dikeluarkan oleh Dinas Pekerjaan Umum Direktorat Jenderal Bina Marga. Pembuatan geometri ini akan membahas beberapa hal antara lain :
  - a. Jari-jari belokan
  - b. Kemiringan jalan
  - c. Badan Jalan.
  - d. Superelevasi
2. Untuk perencanaan lebar jalan mengacu pada tata cara *AASHTO*.
3. Meningkatkan dari jalan eksplorasi menjadi jalan eksploitasi.
4. Data yang digunakan adalah data hasil dari pengukuran jalan yang berupa data ukuran profil jalan.

## 1.5 Tinjauan Pustaka

Salah satu kegiatan penting dalam usaha dibidang pertambangan adalah pengangkutan. Pengangkutan adalah kegiatan usaha pertambangan untuk memindahkan mineral dan/atau batubara dari daerah tambang dan atau tempat pengolahan dan pemurnian sampai tempat penyerahan (*Peraturan Menteri ESDM, 2010*).

Perencanaan Geometri dalam aspek-aspek perencanaan bagian-bagian jalan (trase, lebar, tikungan, landai, & jarak pandangan) dan juga kombinasi dari bagian-bagian tersebut sesuai dengan tuntutan dan sifat-sifat lalu lintas dengan tujuan untuk

menciptakan hubungan yang baik antara waktu dan ruang dengan kendaraan agar dicapai efisiensi, keamanan dan kenyamanan secara optimal dalam batas-batas kelayakan ekonomi (*Nursyamsu Hidayat, 2012*).

Yang menjadi dasar perencanaan geometri adalah sifat gerakan, dan ukuran kendaraan, sifat pengemudi dalam mengendalikan gerak kendaraannya, dan karakteristik lalu lintas Hal-hal tersebut haruslah menjadi bahan pertimbangan perencana sehingga dihasilkan bentuk dan ukuran jalan, serta ruang gerak kendaraan yang memenuhi tingkat kenyamanan dan keamanan yang diharapkan. (*Silvi Sukirman, 1999*)



## **BAB II**

### **LANDASAN TEORI**

#### **2.1. Pengertian dan Pengelompokan Jalan**

Pasal 1 angka 4 UU No. 38 Tahun 2004 tentang Jalan, memberikan definisi mengenai Jalan yaitu 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.

Menurut UU N0.38 Tahun 2004 tentang Pasal 6 tentang pengelompokan jalan, jalan sesuai dengan peruntukannya terdiri atas jalan umum dan jalan khusus. Jalan umum adalah jalan yang diperuntukkan bagi lalu lintas umum. Jalan Khusus adalah jalan yang dibangun oleh instansi, badan usaha, perseorangan, atau kelompok masyarakat untuk kepentingan sendiri.

Menurut UU N0.38 Tahun 2004 Pasal 8 dan 9, Jalan umum menurut fungsinya dikelompokkan ke dalam

- a. Jalan arteri merupakan jalan umum yang berfungsi melayani angkutan utama dengan ciri perjalanan jarak jauh, kecepatan rata-rata tinggi, dan jumlah jalan masuk dibatasi secara berdaya guna.
- b. Jalan kolektor merupakan jalan umum yang berfungsi melayani angkutan pengumpul atau pembagi dengan ciri perjalanan jarak sedang, kecepatan rata-rata sedang, dan jumlah jalan masuk dibatasi.



- c. Jalan lokal merupakan jalan umum yang berfungsi melayani angkutan setempat dengan ciri perjalanan jarak dekat, kecepatan rata-rata rendah, dan jumlah jalan masuk tidak dibatasi.
- d. Jalan lingkungan merupakan jalan umum yang berfungsi melayani angkutan lingkungan dengan ciri perjalanan jarak dekat, dan kecepatan rata-rata rendah.

Jalan umum menurut statusnya dikelompokkan ke dalam

- a. Jalan nasional merupakan jalan arteri dan jalan kolektor dalam sistem jaringan jalan primer yang menghubungkan antaribukota provinsi, dan jalan strategis nasional, serta jalan tol.
- b. Jalan provinsi merupakan jalan kolektor dalam sistem jaringan jalan primer yang menghubungkan ibukota provinsi dengan ibukota kabupaten/kota, atau antar ibukota kabupaten/kota, dan jalan strategis provinsi.
- c. Jalan kabupaten merupakan jalan lokal dalam sistem jaringan jalan primer yang tidak termasuk pada jalan nasional dan jalan provinsi, yang menghubungkan ibukota kabupaten dengan ibukota kecamatan, antar ibukota kecamatan, ibukota kabupaten dengan pusat kegiatan lokal, antar pusat kegiatan lokal, serta jalan umum dalam sistem jaringan jalan sekunder dalam wilayah kabupaten, dan jalan strategis kabupaten.
- d. Jalan kota adalah jalan umum dalam Sistem jaringan jalan sekunder yang menghubungkan antarpusat pelayanan dalam kota, menghubungkan pusat pelayanan dengan persil, menghubungkan antarpersil, serta menghubungkan antarpusat permukiman yang berada di dalam kota.

- e. Jalan desa merupakan jalan umum yang menghubungkan kawasan dan/atau antarpermukiman di dalam desa, serta jalan lingkungan.

Menurut Peraturan Menteri Pekerjaan Umum No. 11 Tahun 2011 tentang Pedoman penyelenggaraan jalan khusus, jalan khusus dapat dibedakan menjadi 3 (tiga) :

- a. jalan khusus yang hanya digunakan sendiri dengan jenis, ukuran, dan muatan sumbu terberat kendaraan yang tidak sama dengan kendaraan yang digunakan untuk umum.
- b. jalan khusus yang hanya digunakan sendiri dengan jenis, ukuran, dan muatan sumbu terberat kendaraan yang sama dengan kendaraan yang digunakan untuk umum.
- c. jalan khusus yang digunakan sendiri dan diizinkan digunakan untuk umum.

Jalan khusus sebagaimana dimaksud antara lain :

- a. Jalan dalam kawasan perkebunan.
- b. Jalan dalam kawasan pertanian.
- c. Jalan dalam kawasan kehutanan, termasuk jalan dalam kawasan konservasi.
- a. Jalan dalam kawasan peternakan.
- b. Jalan dalam kawasan pertambangan.
- c. Jalan dalam kawasan pengairan.
- d. Jalan dalam kawasan pelabuhan laut dan pelabuhan udara.
- e. Jalan dalam kawasan militer.
- f. Jalan dalam kawasan industri.

- g. Jalan dalam kawasan perdagangan.
- h. Jalan dalam kawasan pariwisata.
- i. Jalan dalam kawasan perkantoran.
- j. Jalan dalam kawasan berikat.
- k. Jalan dalam kawasan pendidikan.
- l. Jalan dalam kawasan permukiman yang belum diserahkan kepada penyelenggara jalan umum.
- m. Jalan sementara pelaksanaan konstruksi.

## **2.2. Pengukuran Jalan**

Pekerjaan pengukuran jalan terdiri dari beberapa tahapan antarlain persiapan, survey pendahuluan, pengikatan titik kontrol, pengukuran kerangka kontrol horizontal, pengukuran kerangka kontrol horizontal, pengukuran penampang melintang jalan, pengukuran situasi, pengukuran titik-titik referensi, pengolahan data, dan penggambaran.

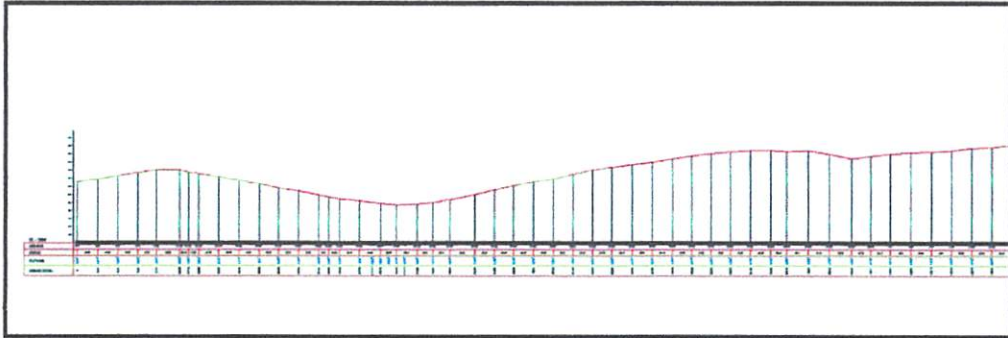
## **2.3. Profil Memanjang Dan Profil Melintang**

### **2.3.1. Profil Memanjang**

Profil memanjang diperlukan untuk membuat trase jalan kereta api, jalan raya, saluran air, pipa air minum, dan riool. Dengan jarak dan beda tinggi titik-titik diatas permukaan bumi didapat irisan tegak lapangan yang dinamakan profil memanjang pada sumbu proyek. Dilapangan dipasang pancang-pancang dari kayu yang menyatakan sumbu proyek, dan pancang-

pancang itu digunakan dalam pengukuran menyipat datar yang memanjang untuk mendapatkan profil memanjang (*Wongsotjitro, 1980*).

Setiap pengambilan detail data harus diambil sketsanya.



Gambar 2.1. Profil memanjang

### 2.3.2. Profil Melintang

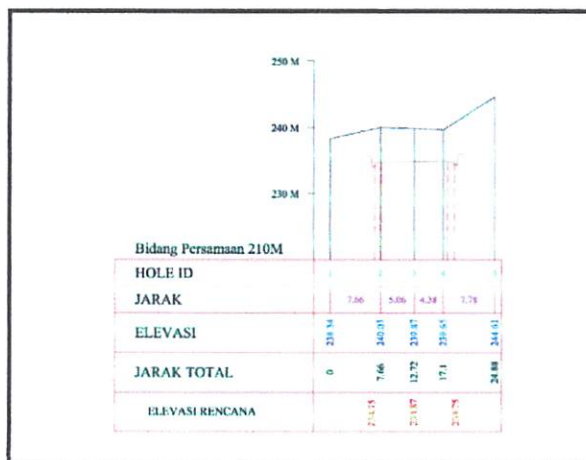
Profil melintang adalah potongan/penampang melintang dari suatu areal pengukuran tanah arah melintang dari suatu areal pengukuran tanah arah melintang yang memperlihatkan jarak dan elevasi tertentu. Pengukuran profil melintang alat ditempatkan diatas setiap profil memanjang yang telah dihitung ketinggian dan jarak antara titik ke titik. Pengukuran penampang melintang ruas jalan harus tegak lurus dengan ruas jalan. Pengambilan data dilakukan pada setiap perubahan muka tanah dan sesuai dengan kerapatan detail yang ada. (Pedoman Bina Marga).

Menurut pedoman Bina Marga, pengukuran penampang melintang harus dilakukan dengan persyaratan sebagai berikut :

1. Kondisi datar, landai, dan lurus dilakukan interval tiap 50 meter dengan lebar koridor 75 meter ke kiri dan ke kanan dari *center line* (as jalan).

2. Kondisi pegunungan dilakukan pada interval tiap 25 meter dengan lebar koridor 75 meter ke kiri dan 75 meter ke kanan dari *center line* (as jalan)
3. Kondisi tikungan dilakukan pada interval tiap 25 meter lebar koridor 75 meter ke arah luar dan 125 meter ke arah dari *center line* (as jalan).
4. Untuk longoran dilakukan pengukuran dengan interval tiap 25 meter dengan lebar koridor 75 meter ke kiri dan 75 meter ke kanan sesuai dengan instruksi *Highway Engineer*.

Setiap pengambilan detil data harus diambil sketsanya.



Gambar 2.2. Profil melintang

## 2.4. Geometri Jalan Angkut

Geometri jalan angkut yang harus diperhatikan sama seperti jalan raya pada umumnya yaitu: lebar jalan angkut, jari-jari tikungan, *superelevasi*, kemiringan jalan, dan Badan Jalan.

## 2.4.1. Aligmen Horizontal

### 2.4.1.1. Lebar Jalan Angkut

#### a. Lebar Jalan Angkut Pada Jalan Lurus

Lebar jalan minimum pada jalan lurus dengan lajur ganda atau lebih, menurut *Aasho Manual Rural High Way Design*, harus ditambah dengan setengah lebar alat angkut pada bagian tepi kiri dan kanan jalan (Gambar 2.3). Dari ketentuan tersebut dapat digunakan cara sederhana untuk menentukan lebar jalan angkut minimum, yaitu menggunakan *rule of thumb* atau angka perkiraan seperti terlihat pada TABEL I, dengan pengertian bahwa lebar alat angkut sama dengan lebar lajur.

### **AASHTO**

*(American Association of State Highway and Transportation Officials)*

TABEL I

JUMLAH LAJUR TRUK	PERHITUNGAN	LEBAR JALAN ANGKUT MIN
1	$1+(2 \times 1/2)$	2,00
2	$2+(3 \times 1/2)$	3,50
3	$3+(4 \times 1/2)$	5,00
4	$4+(5 \times 1/2)$	6,50

(Sumber : Awang Suwandi, 2004)

Dari kolom perhitungan diatas pada TABEL I dapat ditetapkan rumus lebar jalan angkut minimum pada jalan lurus. Seandainya lebar kendaraan dan jumlah lajur yang direncanakan masing-masing adalah  $W_t$  dan  $n$ , maka lebar jalan angkut pada jalan lurus dapat dirumuskan sebagai berikut:

$$L \text{ min} = n.W_t + (n + 1) \dots\dots\dots (II.1)$$

Dimana:  $L$  = lebar jalan angkut minimum, (m)

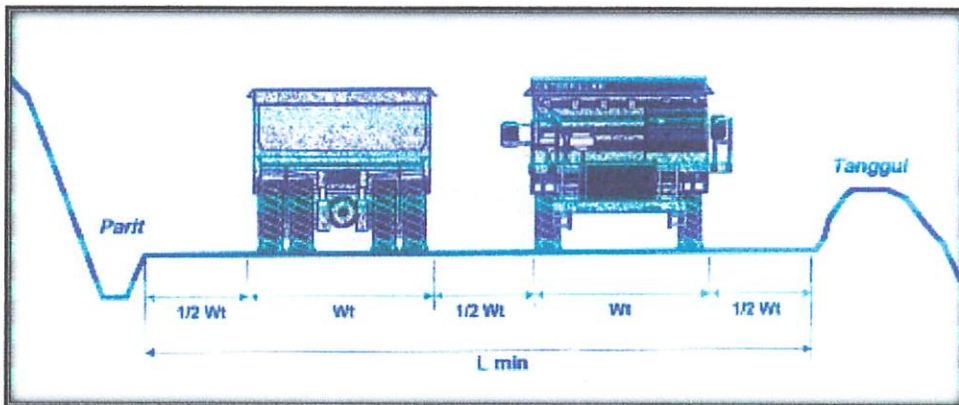
$n$  = jumlah jalur

$Wt$  = lebar alat angkut, (m)

Contoh perhitungan :

Apabila lebar *truck 773D Cat* 5,076 m, maka :

$$\begin{aligned}L \text{ min} &= n.Wt + (n + 1)(1/2.Wt) \\ &= 2.(5,076) + (2 + 1)(1/2.5,076) \\ &= 17,75 \rightarrow 18 \text{ meter}\end{aligned}$$



(Sumber : Awang Suwandi, 2004)

Gambar 2.3. Lebar Jalan Angkut Dua Jalur Pada Jalan Lurus

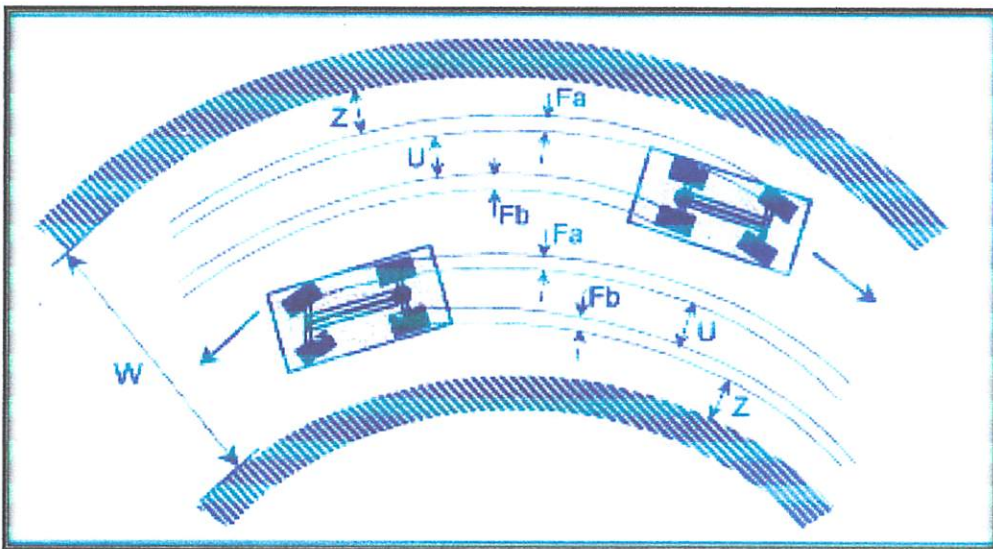
### **b. Lebar jalan angkut pada belokan**

Lebar jalan angkut pada belokan atau tikungan selalu lebih besar dari pada lebar jalan lurus. Untuk lajur ganda, maka lebar jalan minimum pada belokan didasarkan atas:

- Lebar jejak ban;

- Lebar jantai atau tonjolan (*overhang*) alat angkut bagian depan dan belakang pada saat membelok;
- Jarak antar alat angkut atau kendaraan pada saat bersimpangan;
- Jarak dari kedua tepi jalan.

Dengan menggunakan ilustrasi pada Gambar 2.4 dapat dihitung lebar jalan minimum pada belokan.



Sumber : Awang Suwandi, 2004

Gambar 2.4. Lebar Jalan Angkut Dua Jalur Pada Belokan

$$W \text{ min} = 2(U + 2Fa + 2Fb + Z) + C \dots\dots\dots (II.2)$$

$$Z = \frac{U + Fa + Fb}{2}$$

dimana :  $W \text{ min}$  = lebar jalan angkut minimum pada belokan, (m)

$U$  = lebar jejak roda (*center to center tires*), (m)

$Fa$  = lebar jantai (*overhang*) depan, (m)



$Fb$  = lebar jantai belakang, (m)

$Z$  = lebar bagian tepi jalan, (m)

$C$  = lebar antara kendaraan (*total lateral clearance*), (m)

Contoh perhitungan :

Lebar sebuah ban pada kondisi bermuatan dan bergerak pada jalan lurus adalah 0,70 m. Jarak antara dua pusat ban 3,30 m. Pada saat membelok meninggalkan jejak diatas jalan selebar 0,80 m untuk ban depan dan 1,65 m untuk ban belakang. Bila jarak antar truk sekitar 4,50 m, maka lebar jalan membelok adalah sebagai berikut:

$$Z = \frac{3,30 + 0,80 + 1,65}{2}$$

$$W \text{ min} = 2(U + 2Fa + 2Fb + Z) + C$$

$$= 2(3,30 + 2(0,80) + 2(1,65) + 2,875) + 45$$

$$= 26,65 \rightarrow 27 \text{ meter}$$

**2.4.1.2. Jari-jari tikungan**

Tujuan jari-jari tikungan adalah untuk mengimbangi gaya sentrifugal yang diakibatkan karena kendaran melalui tikungan sehingga tidak stabil. Jari-jari tikungan jalan angkut berhubungan dengan kontruksi alat angkut yang digunakan, khususnya jarak horizontal antara poros roda depan dan belakang.. Gambar 2.5 memperlihatkan jari-jari lingkaran yang dijalani oleh roda belakang dan roda depan berpotongan di pusat C dengan besar sudut

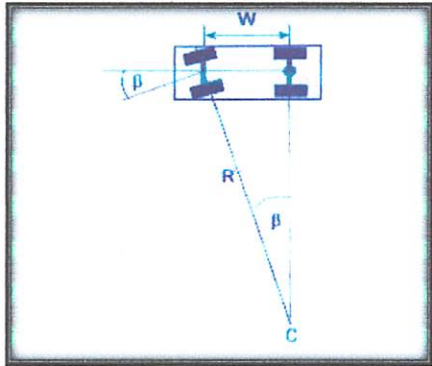
sama dengan sudut penyimpangan roda depan. Dengan demikian jari-jari belokan dapat dihitung dengan rumus sebagai berikut:

$$R = \frac{W}{\sin\beta} \dots\dots\dots(II.3)$$

Di mana:  $R$  = jari-jari jalan angkut (m)

$W$  = jarak poros roda depan dan belakang (m)

$\beta$  = sudut penyimpangan roda depan



Sumber : *Awang Suwandi, 2004*

Gambar 2.5. Sudut penyimpangan maksimum kendaraan

Namun, rumus di atas merupakan perhitungan matematis untuk mendapatkan lengkungan belokan jalan tanpa mempertimbangkan faktor-faktor kecepatan alat angkut, gesekan roda ban dengan permukaan jalan dan superelevasi. Apabila ketiga faktor tersebut diperhitungkan, maka rumus jari-jari tikungan menjadi sebagai berikut:

$$R_{min} = \frac{V_R^2}{127 + (e_{max} + f)} \dots\dots\dots (II.4)$$

di mana :

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

$V_R$  = Kecepatan Rencana (km/j),

$e_{max}$  = Superelevasi maximum (%),

$f$  = Koefisien gesek

TABEL II. Panjang Jari-jari Minimum (dibulatkan).

VR (Km/Jam)	120	100	80	60	50	40	30	20
R Min (Meter)	600	370	210	110	80	50	30	15

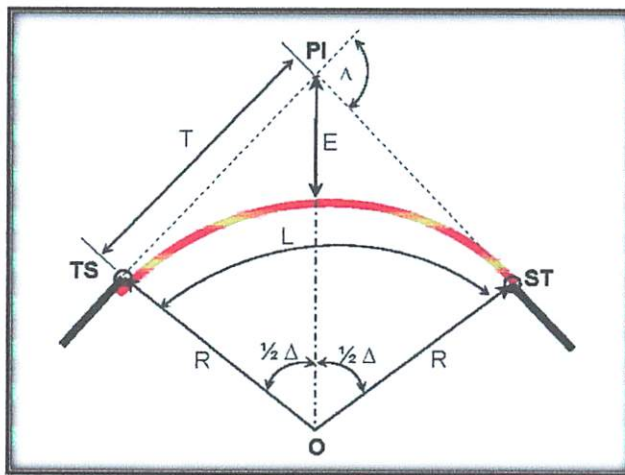
Sumber : Bina Marga

### Bentuk busur lengkungan pada tikungan

Badan jalan secara horizontal dapat terbagi dua bagian, yaitu: bagian yang lurus dan bagian yang melengkung. Rancangan pada kedua bagian tersebut berbeda, baik ditinjau dari konsistensi lebar jalannya maupun bentuk potongan melintangnya. Yang perlu diperhatikan dalam merancang bagian jalan yang lurus adalah harus mempunyai panjang maksimum yang dapat ditempuh dalam tempo sekitar 2,50 menit dengan pertimbangan keselamatan pengemudi akibat kelelahan. Sedangkan pada bagian yang melengkung, biasanya digunakan dua jenis rancangan, yaitu:

## 1. Tikungan berbentuk lingkaran (*Full Circle*)

Tikungan berbentuk lingkaran artinya bahwa diantara bentuk badan jalan yang lurus terdapat tikungan yang lengkungannya dirancang cukup dengan sebuah jari-jari saja. Bentuk tikungan FC ini biasanya dirancang untuk tikungan yang besar, sehingga tidak terjadi perubahan panjang jari-jari ( $R$ ) sampai ke bentuk jalan yang lurus berikutnya.



Sumber : Awang Suwandhi, 2004

Gambar 2.6. Komponen-komponen Tikungan “FC”

Parameter-parameter yang ditetapkan di dalam merancang tikungan FC meliputi kecepatan (km/jam), sudut  $\Delta$  diukur dari Gambar( $^{\circ}$ ) dan jari-jari (m). Sedangkan panjang  $T$ ,  $E$  dan  $L$  (lihat Gambar 2.6) dapat dihitung dengan persamaan sebagai berikut:

$$T = R \tan \frac{1}{2} \Delta \dots\dots\dots (II.5)$$

$$E = T \tan \frac{1}{4} \Delta \dots\dots\dots (II.6)$$

$$L = 0,01744 \Delta R \dots\dots\dots (II.7)$$

Batasan yang dipakai di Indonesia dengan menggunakan tikungan bentuk lingkaran (FC) adalah sebagai berikut:

TABEL III

Batas Tikungan Bentuk "FC"

VR (Km/Jam)	1120	1100	880	660	550	440	330	220
R Min (Meter)	22500	11500	11100	7700	4400	3300	1130	660

Sumber : Bina Marga

## 2. Tikungan berbentuk Spiral–Lingkaran–Spiral (S-C-S)

Lengkung peralihan dibuat untuk menghindari terjadinya perubahan alinemen yang tiba-tiba dari bentuk lurus ke bentuk lingkaran, jadi lengkung peralihan ini diletakkan antara bagian lurus dan bagian lingkaran (*circle*), yaitu pada sebelum dan sesudah tikungan berbentuk busur lingkaran. Lengkung peralihan dengan bentuk spiral (*clothoid*) banyak digunakan oleh Bina Marga. Adanya lengkung peralihan, maka tikungan menggunakan lengkung peralihan jenis *Spiral-Circle-Spiral* (S-C-S). Panjang lengkung peralihan menurut Tata Cara Perencanaan Geometrik Jalan Antar Kota Tahun 1997, diambil nilai yang terbesar dari tiga persamaan di bawah ini:

(a) Berdasarkan waktu tempuh maksimum (3 detik), untuk melintasi lengkung peralihan, maka panjang lengkung :

$$L_s = \frac{V_r}{3,6} \dots\dots\dots (II.9)$$

Berdasarkan antisipasi gaya sentrifugal, digunakan rumus

Modifikasi Shortt sebagai berikut :

$$L_s = 0,022 \frac{V_R^3}{RC} - 2,727 \frac{V_R^2}{C} \dots\dots\dots(\text{II.9})$$

(b) Berdasarkan tingkat pencapaian perubahan kelandaian :

$$L_s = \frac{(e_m - e_n)}{3,6r_e} V_R \dots\dots\dots(\text{II.10})$$

dalam hal ini :

T = waktu tempuh = 3 detik

Rc = jari-jari busur lingkaran,(m)

C = perubahan percepatan, 0,3-1,0 disarankan  
0,4m/det<sup>3</sup>

e = superelevasi

e<sub>m</sub> = superelevasi maksimum

e<sub>n</sub> = superelevasi normal

r<sub>e</sub> = tingkat pencapaian perubahan kelandaian  
melintang jalan

TABEL IV

Vr (km/jam)	Superelevasi, e (%)									
	2		4		6		8		10	
	Ls	Le	Ls	Le	Ls	Le	Ls	Le	Ls	Le
20										
30										
40	10	20	15	25	15	25	25	30	35	40
50	15	25	20	30	20	30	30	40	40	50
60	15	30	20	35	25	40	35	50	50	60
70	20	35	25	40	30	45	40	55	60	70
80	30	55	40	60	45	70	65	90	90	120
90	30	60	40	70	50	80	70	100	10	130
100	35	65	45	80	55	90	80	110	0	145
110	40	75	50	85	60	100	90	120	11	-
120	40	80	55	90	70	110	95	135	0	-
									-	
									-	

Sumber : Bina Marga

Untuk tujuan praktis Ls dapat ditetapkan dengan menggunakan Tabel IV, Panjang Lengkung Peralihan (Ls) dan Panjang pencapaian superelevasi (Le) untuk jalan 1 jalur, 2 jalur, dan 2 arah.

Rumus yang digunakan :

$$X_s = L_s \left( 1 - \frac{L_s^2}{40Rc^2} \right) \dots\dots\dots(\text{II.11})$$

$$Y_s = \frac{L_s^2}{6Rc} \dots\dots\dots(\text{II.12})$$

$$\theta_s = \frac{90 L_s}{\pi Rc} \dots\dots\dots(\text{II.13})$$

$$p = \frac{L_s^2}{6Rc} - Rc(1 - \text{Cos} \theta_s) \dots\dots\dots(\text{II.14})$$

$$k = L_s - \frac{L_s^3}{40Rc^2} - Rc \text{Sin} \theta_s \dots\dots\dots(\text{II.15})$$

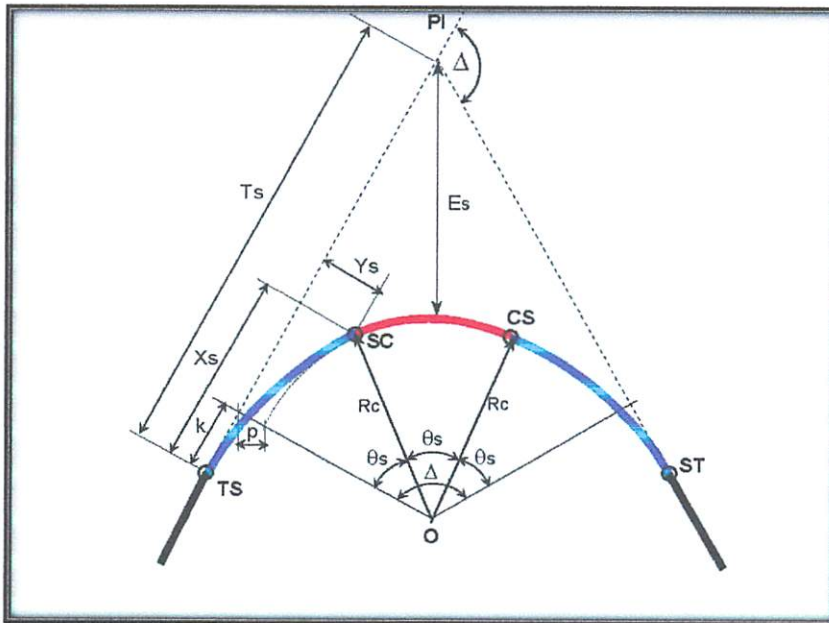
$$T_s = (Rc + p) \tan \frac{1}{2} \Delta + k \dots\dots\dots(\text{II.16})$$

$$E_s = (Rc + p) \sec \frac{1}{2} \Delta - Rc \dots\dots\dots(\text{II.17})$$

$$L_c = \frac{(\Delta - 2\theta_s)}{180} \times \pi \times Rc \dots\dots\dots(\text{II.18})$$

$$L_{tot} = L_c + 2 L_s \dots\dots\dots(\text{II.19})$$





Sumber : Awang Suwandhi, 2004

Gambar 2.7. Komponen-komponen Tikungan "S-C-S"

Keterangan :

$X_s$  = absis titik SC pada garis tangen, jarak dari titik TS ke SC (jarak lurus lengkung peralihan).

$Y_s$  = ordinat titik SC pada garis tegak lurus garis tangen, jarak tegak lurus ke titik SC pada lengkung.

$L_s$  = panjang lengkung peralihan (panjang dari titik TS ke SC atau CS ke ST).

$L_c$  = panjang busur lingkaran (panjang dari titik SC ke CS).

$T_s$  = panjang tangen dari titik PI ke titik TS atau ke titik ST.

TS = titik dari tangen ke spiral.

SC = titik dari spiral ke lingkaran

$E_s$  = jarak dari PI ke busur lingkaran.

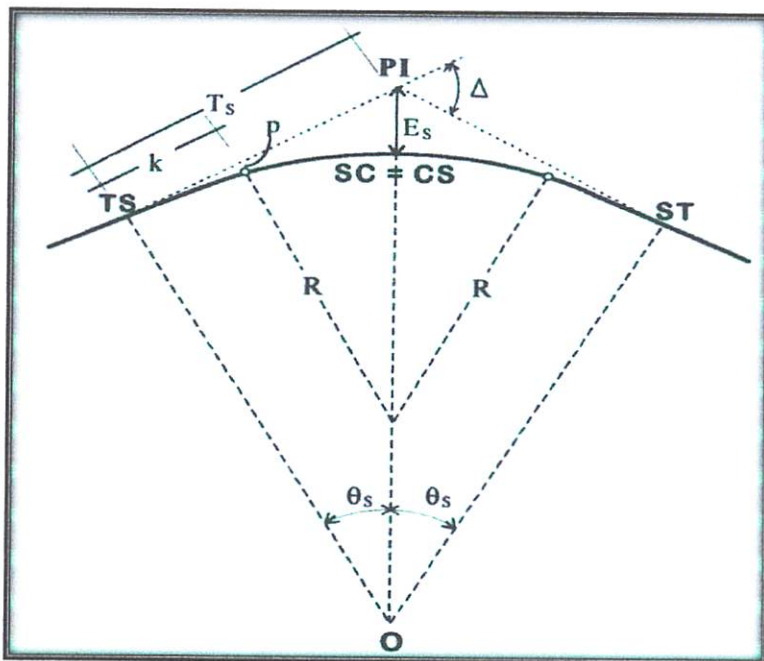
$\theta_s$  = sudut lengkung spiral

$R_c$  = jari-jari lingkaran

$p$  = pergeseran tangen terhadap spiral

$k$  = absisi dari  $p$  pada garis tangen spiral

### 3. Bentuk Lengkung Peralihan Spiral – Spiral (S-S)



Sumber : Awang Suwandhi, 2004

Gambar 2.8. Komponen lengkung peralihan Spiral-Spiral (S-S)

Untuk bentuk spiral-spiral ini berlaku rumus, sebagai berikut :

$$L_c = 0 \text{ dan } \theta_s = \frac{1}{2} \Delta$$

$$L_{\text{tot}} = 2 L_s$$



Untuk menentukan  $\theta_s$  dapat menggunakan rumus

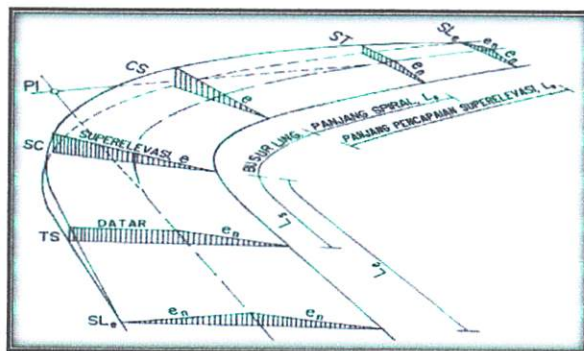
$$L_s = \frac{\theta s \cdot \pi \cdot R c}{90} \dots\dots\dots (II.21)$$

### 2.4.1.3. Superelevasi

Pada tikungan diperlukan suatu besaran yang dinamakan ‘superelevasi’ yang gunanya untuk melawan gaya sentrifugal yang arahnya menuju keluar jalan. Superelevasi adalah suatu kemiringan melintang di tikungan yang berfungsi mengimbangi gaya sentrifugal yang diterima kendaraan pada saat berjalan melalui tikungan pada kecepatan VR. Nilai superelevasi maksimum ditetapkan 10%.

Superelevasi dicapai secara bertahap dari kemiringan melintang normal pada bagian jalan yang lurus sampai ke kemiringan penuh (superelevasi) pada bagian lengkung. Pada tikungan SCS, pencapaian superelevasi dilakukan secara linear, diawali dari bentuk normal

sampai awal lengkung peralihan (TS) yang berbentuk  pada bagian lurus jalan, lalu dilanjutkan sampai superelevasi penuh  pada akhir bagian lengkung peralihan (SC).



Sumber : Hendarsin, S.L., 2000

Gambar 2.9. Perubahan kemiringan melintang pada tikungan

Pada tikungan FC, pencapaian superelevasi dilakukan secara linear (lihat Gambar 2.9), diawali dari bagian lurus sepanjang  $\frac{2}{3}$  Ls sampai dengan bagian lingkaran penuh sepanjang  $\frac{1}{3}$  Ls. Pada tikungan S-S, pencapaian superelevasi seluruhnya dilakukan pada bagian spiral. Superelevasi tidak diperlukan jika radius (R) cukup besar untuk itu cukup lereng luar diputar sebesar lereng normal (LP), atau bahkan tetap lereng normal (LN).

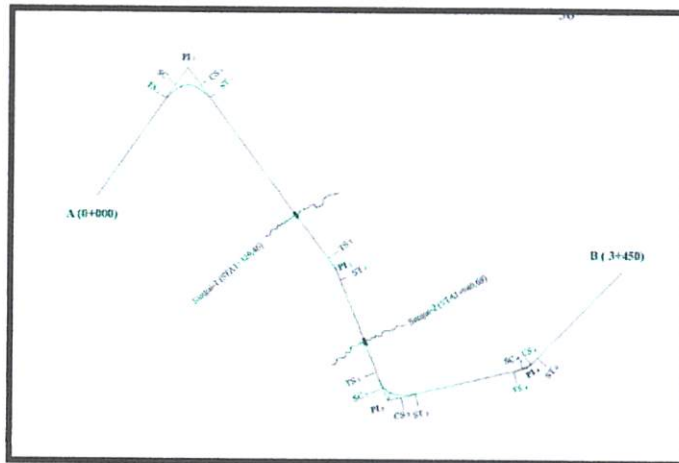
#### 2.4.1.4. Perhitungan Stationing

Stationing adalah dimulai dari awal proyek dengan nomor station angka sebelah kiri tanda (+) menunjukkan meter. angka stationing ke kanan dari titik awal proyek menuju akhir proyek.

Metode penomoran jalan dimulai dari 0+000 m yang berarti 0 km dan 0 meter dari awal pekerjaan. Sta 10+250 berarti lokasi jalan terletak pada jarak 10 km dan 250 meter dari awal pekerjaan. jika tidak terjadi perubahan arah tangent pada alinemen horizontal maupun alinemen vertical, maka penomoran selanjutnya dilakukan (*Silvia Sukirman, 1999*).

- a. Setiap 100 m pada medan datar
- b. Setiap 50 pada medan berbukit
- c. Setiap 25 pada medan pegunungan





Sumber : Bina Marga

Gambar 2.10. Stationing

Contoh :

$$\text{STA} = 0 + 000$$

$$\text{STA } PI_1 = \text{Sta A} + d_1$$

$$\text{STA } TS_1 = \text{Sta } P_1 - Tt_1$$

$$\text{STA } SC_1 = \text{Sta } TS_1 + Ls_1$$

$$\text{STA } CS_1 = \text{Sta } SC_1 + Lc_1$$

$$\text{STA } ST_1 = \text{Sta } CS_1 + Ls_1$$

$$\text{STA } PI_2 = \text{Sta } ST_1 + d_2 - Tt_1$$

$$\text{STA } TS_2 = \text{Sta } P_2 - Tt_2$$

$$\text{STA } SC_2 = \text{Sta } TS_2 + Ls_2$$

$$\text{STA } CS_2 = \text{Sta } SC_2 + Lc_2$$

$$\text{STA } ST_2 = \text{Sta } CS_2 + Ls_2$$

## 2.4.2. Alignmen Vertikal

### 2.4.2.1. Kemiringan Jalan

Kemiringan jalan berhubungan langsung dengan kemampuan alat angkut baik dalam pengereman maupun dalam mengatasi tanjakan. Kemiringan jalan pada umumnya dinyatakan dalam persen (%).

Kemiringan jalan maksimum yang dapat dilalui dengan baik oleh alat angkut truck berkisar antara 10%-15% atau sekitar 6-8,50°. Akan tetapi untuk jalan naik atau turun pada lereng bukit lebih aman bila kemiringan jalan maksimum sekitar 8% (Awang Suwandhi).

TABEL V memperlihatkan kemiringan atau kelandaian maksimum pada kecepatan *truck* yang bermuatan penuh diatas jalan raya mampu bergerak dengan kecepatan tidak kurang dari eparuh kecepatan semula tanpa harus menggunakan gigi rendah.

TABEL V

#### KEMIRINGAN MAKSIMUM VS KECEPATAN.

VR Km/jam	120	110	100	80	60	50	40	<40
Kemiringan Maks (%)	3	3	4	5	8	9	10	10

Sumber : Bina Marga



$$\gamma = \frac{Lg_1^2}{2(g_1 - g_2)} = \frac{Lg_1^2}{2A} \dots\dots\dots(\text{II.23})$$

Dalam hal ini :

$x$  = jarak dari titik P ke titik stasiun yang ditinjau

$y$  = perbedaan elevasi antara titik P dan titik yang ditinjau pada stasiun (m)

$L$  = panjang lengkung vertikal parabola, yang merupakan jarak proyeksi dari titik A dan titik Q (m)

$E_v$  = jarak antara lengkungan dan titik PVI / harga pergeseran vertikal titik PVI (m)

$g_1$  = kelandaian tangen dari titik P (%)

$g_2$  = kelandaian tangen dari titik Q (%)

Rumus di atas untuk lengkung simetris.

$$(g_1 \pm g_2) = A = \text{perbedaan grade kelandaian (\%)}$$

Kelandaian pendakian, diberi tanda (+), sedangkan kelandaian penurunan, diberi tanda (-). Ketentuan pendakian atau penurunan ditinjau dari kiri.



$$Ev = \frac{AL}{800} \dots\dots\dots(II.24)$$

Untuk :  $x = \frac{1}{2} L$

$$y = Ev$$

(1) Lengkung Vertikal Cembung. Ketentuan tinggi menurut Bina Marga (1997)

untuk lengkung cembung :

(a) Panjang L, berdasarkan  $J_h$

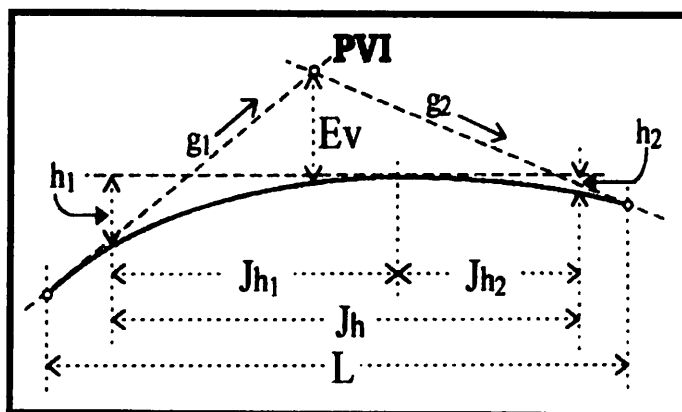
$$J_h < L, \text{ maka : } L = \frac{A \cdot J_h^2}{399} \dots\dots\dots(II.25)$$

$$J_h > L, \text{ maka : } L = 2J_h - \frac{399}{A} \dots\dots\dots(II.26)$$

(b) Panjang L, berdasarkan  $J_d$

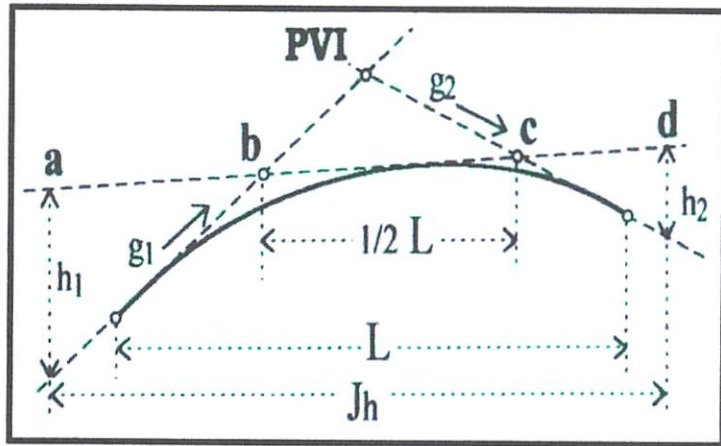
$$J_d < L, \text{ maka : } L = \frac{A \cdot J_d^2}{840} \dots\dots\dots(II.27)$$

$$J_d > L, \text{ maka : } L = 2J_d - \frac{840}{A} \dots\dots\dots(II.28)$$



Sumber : Hendarsin, S.L., 2000

Gambar 2.12. Jarak pandang < panjang lengkung vertikal cembung



Sumber : Hendarsin, S.L., 2000

Gambar 2.13. Jarak pandang > panjang lengkung vertikal cembung

Panjang lengkung vertikal cembung ( $L$ ), yang diperoleh dari rumus (II.27) dan (II.28) pada umumnya akan menghasilkan  $L$  lebih panjang daripada jika digunakan rumus (II.25) dan (II.26) Untuk penghematan biaya,  $L$  dapat ditentukan dengan rumus (II.25) dan (II.26) dengan konsekuensi kendaraan pada daerah lengkung cembung tidak dapat mendahului kendaraan di depannya, untuk keamanan dipasang rambu.

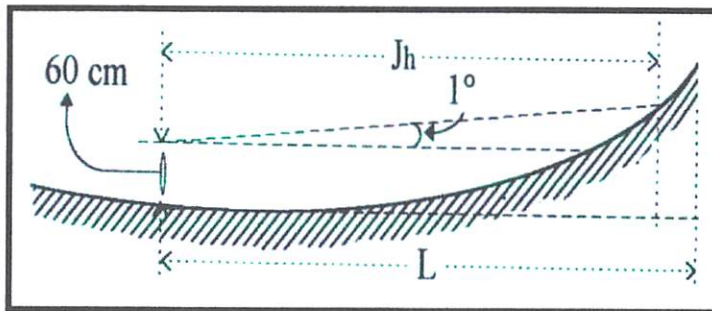
(2) Lengkung Vertikal Cekung. Tidak ada dasar yang dapat digunakan untuk menentukan panjang lengkung cekung vertikal ( $L$ ), akan tetapi ada empat kriteria sebagai pertimbangan yang dapat digunakan, yaitu :

- 1) Jarak sinar lampu besar dari kendaraan
- 2) Kenyamanan pengemudi
- 3) Ketentuan drainase
- 4) Penampilan secara umum

Dengan bantuan gambar – I.12 dan I.13 di bawah, yaitu tinggi lampu besar kendaraan = 0,60 m (2') dan sudut bias = 1°, maka diperoleh hubungan praktis, sebagai berikut :

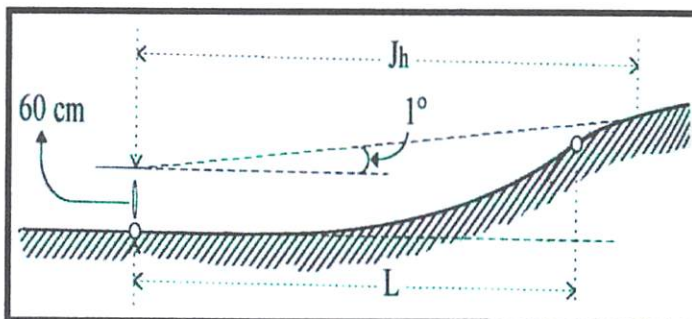
$$J_h < L, \text{ maka : } L = \frac{A \cdot J_h^2}{120 + 3,5J_h} \dots\dots\dots(\text{II.29})$$

$$J_h > L, \text{ maka : } L = 2J_h - \frac{120 + 3,5J_h}{A} \dots\dots\dots(\text{II.30})$$



Sumber : Hendarsin, S.L., 2000

Gambar 2.14. Jarak pandang < panjang lengkung vertikal cekung



Sumber : Hendarsin, S.L., 2000

Gambar 2.15. Jarak pandang > panjang lengkung vertikal cekung

3. Jarak Pandang. Jarak pandang adalah suatu jarak yang diperlukan oleh seorang pengemudi pada saat mengemudi sedemikian rupa, sehingga jika pengemudi melihat suatu halangan yang membahayakan pengemudi dapat

melakukan sesuatu (antisipasi) untuk menghindari bahaya tersebut dengan aman.

Jarak pandang terdiri dari :

a) Jarak Pandang Henti ( $J_h$ ). Jarak pandang henti adalah jarak di sepanjang tengah-tengah suatu jalur dari mata pengemudi ke suatu titik di muka pada garis yang sama yang dapat dilihat oleh pengemudi. Jarak pandangan henti merupakan jarak pandangan yang cukup panjang untuk memungkinkan pengemudi yang cukup mahir dan waspada untuk berhenti secara mendadak dalam keadaan biasa, dimana tinggi mata pengemudi diperkirakan 105 cm dan tinggi objek diperkirakan 15 cm yang diukur dari permukaan jalan. Jarak pandang henti terdiri atas dua elemen yaitu :

- Jarak tanggap ( $J_{ht}$ ), adalah jarak yang ditempuh kendaraan sejak pengemudi melihat suatu halangan yang menyebabkan ia harus berhenti sampai saat pengemudi menginjak rem.
- Jarak pengereman ( $J_{hr}$ ), adalah jarak yang dibutuhkan untuk menghentikan kendaraan sejak pengemudi menginjak rem sampai kendaraan berhenti.  $J_h$  dalam satuan meter, dapat dihitung dengan rumus:

$$J_h = J_{ht} + J_{hr} \dots \dots \dots (II.31)$$

$J_h$  untuk jalan datar :

$$J_h = 0,278 \cdot V_r \cdot T + \frac{V_r^2}{254 \cdot fp} \dots \dots \dots (II.32)$$

$J_h$  untuk jalan dengan kelandaian tertentu :

$$J_h = 0,278 \cdot V_r \cdot T + \frac{V_r^2}{254(fp \pm L)} \dots \dots \dots (II.33)$$

dalam hal ini :

$V_r$  = kecepatan rencana (km/jam)

$T$  = waktu tanggap, ditetapkan 2,5 detik

$F_p$  = koefisien gesek memenjang antara ban kendaraan dengan perkerasan jalan aspal, ditetapkan 0,35 – 0,55

$L$  = landai jalan dalam (%) dibagi 100

b) Jarak Pandang Menyiap atau Mendahului ( $J_d$ ). Merupakan jarak pandangan yang dibutuhkan untuk dengan aman melakukan gerakan menyiap atau mendahului dalam keadaan normal dengan asumsi bahwa tinggi mata pengemudi adalah 105 cm dan tinggi halangan adalah 105 cm. Jarak pandangan menyiap total adalah jumlah jarak yang diperlukan untuk menyiap mulai saat bergerak ke arah jalur yang berlawanan, menyusul bagian belakang kendaraan yang disiap dan kembali ke jalur semula jika menjumpai kendaraan yang sedang mendekat.  $J_d$  dapat diperoleh lewat perhitungan dengan menggunakan rumus :

$$J_d = d_1 + d_2 + d_3 + d_4 \dots\dots\dots (II.34)$$

dalam hal ini :

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

$d_2$  = jarak yang ditempuh selama mendahului sampai dengan kembali ke lajur semula (m)

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

$d_4$  = jarak yang ditempuh oleh kendaraan yang datang dari arah berlawanan (m)

Rumus yang digunakan :

$$d_1 = 0,278 T1 \left( V_r - m + \frac{a.T1}{2} \right) \dots\dots\dots (II.35)$$

$$d_2 = 0,278 V_r T2 \dots\dots\dots (II.36)$$

$d_3$  = antara 30 – 100 m

$V_r$  (km/jam)      50 – 65       $d_3 = 30$

$V_r$  (km/jam)      65 – 80       $d_3 = 55$

$V_r$  (km/jam)      80 – 95       $d_3 = 75$

$V_r$  (km/jam)      95 – 110       $d_3 = 90$

$$d_4 = \frac{2}{3} d_2 \dots\dots\dots (II.37)$$

dalam hal ini :

$T1$  = waktu dalam detik,  $\infty 2,12 + 0,026 V_r$

$T2$  = waktu kendaraan berada di jalur lawan (detik)

$\infty 6,56 + 0,048 V_r$

$a$  = percepatan rata-rata (km/jam/detik),  $\infty 2,052 + 0,0036 V_r$

$m$  = perbedaan kecepatan dari kendaraan yang menyiap dan kendaraan yang disiap (biasanya diambil 10 – 15 km/jam)

Lokasi atau daerah untuk mendahului harus disebar di sepanjang jalan dengan jumlah panjang minimum 30 % dari panjang total ruas jalan yang direncanakan.

4. Koordinasi Alinemen. Koordinasi alinemen pada perencanaan teknik jalan diperlukan untuk menjalin suatu perencanaan teknik jalan raya yang baik dan menghasilkan keamanan serta rasa nyaman bagi pengemudi kendaraan yang melalui jalan tersebut. Maksud koordinasi dalam hal ini yaitu penggabungan beberapa elemen dalam perencanaan geometrik jalan yang terdiri dari alinemen horizontal, alinemen vertikal dan potongan melintang dalam suatu paduan sehingga menghasilkan produk perencanaan teknik yang memenuhi unsur aman, nyaman dan ekonomis.

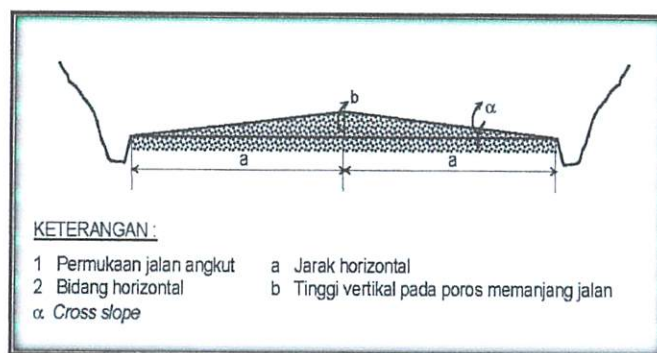
Beberapa ketentuan atau syarat untuk proses koordinasi alinemen :

- 1) Alinemen horizontal dan vertikal terletak pada satu phase, dimana alinemen horizontal sedikit lebih panjang dari alinemen vertikal, demikian pula tikungan horizontal harus satu phase dengan tanjakan vertikal.
- 2) Tikungan tajan yang terletak di atas lengkung vertikal cembung atau di bawah vertikal cekung harus dihindarkan, karena hal ini akan menghalangi pandangan mata pengemudi pada saat memasuki tikungan pertama dan juga jalan terkesan putus.
- 3) Pada kelandaian jalan yang lurus dan panjang, tidak dibuat lengkung vertikal cekung, karena pandangan pengemudi akan terhalang puncak alinemen vertikal, sehingga sulit untuk memperkirakan alinemen di balik puncak tersebut.

- 4) Lengkung vertikal dua atau lebih pada satu lengkung horizontal harus dihindarkan.
- 5) Tikungan tajam yang terletak di antara bagian jalan yang lurus dan panjang harus dihindarkan.

#### 2.4.3.3. Kemiringan Melintang (*Badan Jalan*)

*Badan Jalan* adalah sudut yang dibentuk oleh dua sisi permukaan jalan terhadap bidang horizontal. Pada umumnya jalan angkut mempunyai bentuk penampang melintang cembung. Dibuat demikian dengan tujuan untuk memperlancar penirisan. Apabila turun hujan atau sebab lain, maka air yang ada pada permukaan jalan akan segera mengalir ketepi jalan angkut, tidak berhenti dan mengumpul pada permukaan jalan. Hal ini penting karena air yang menggenang pada permukaan jalan angkut akan membahayakan kendaraan yang lewat dan mempercepat kerusakan jalan.



Sumber : Awang Suwandi, 2004

Gambar 2.16. Penampang Melintang Jalan Angkut

Angka *Badan Jalan* dinyatakan dalam perbandingan jarak vertikal ( $b$ ) dan horizontal ( $a$ ) dengan satuan mm/m. Jalan angkut yang baik memiliki *Badan Jalan* antara 1/50 sampai 1/25 atau 20 mm/m sampai 40mm/m. Besarnya



kemiringan melintang normal pada perkerasan jalan dapat dilihat pada table di bawah ini.

Tabel VI

**Kemiringan melintang normal perkerasan jalan**

No	Jenis Lapisan Jalan	Kemiringan melintang normal - i
1	Beraspal, Beton	2% - 3%
2	Japat	4% - 6%
3	Kerikil	3% - 6%
4	Tanah	4% - 6%

## 2.5.Kendaraan Dalam Penambangan

### 2.5.1. Kendaraan Alat Berat

#### a. *Bulldozer*



Sumber : [www.komatsu.com](http://www.komatsu.com)

Gambar 2.17. Alat berat *Bulldozer*

*b. Hydraulic Excavator*



Sumber : [www.komatsu.com](http://www.komatsu.com)

Gambar 2.18. Alat berat *Hydraulic Excavator PC 200*



Sumber : [www.komatsu.com](http://www.komatsu.com)

Gambar 2.19. Alat berat *Hydraulic Excavator PC 300*

c. *Wheel Loader*



Sumber : [www.komatsu.com](http://www.komatsu.com)

Gambar 2.20. Alat berat *Wheel Loader*

d. *Grader*



Sumber : [www.komatsu.com](http://www.komatsu.com)

Gambar 2.21. Alat berat *Grader*

*e. Compactor*



Sumber : [www.sakaiamerica.com](http://www.sakaiamerica.com)

Gambar 2.22. Alat berat *compactor* Sakai

**2.5.2. Kendaraan Muat Angkut**

*a. Dump Truk CWB (6x4) kapasitas 20 ton*



Gambar 2.23. Kendaraan *dump truck* 20 ton

b. *Fuel Tank Truck*



Gambar 2.24. Kendaraan *fuel tank truck*

c. *Water Tank Truck*



Gambar 2.25. Kendaraan *water tank truck*



### 2.5.3. Kendaraan Lainnya

a. Kendaraan karyawan



Gambar 2.26. Kendaraan karyawan

b. Kendaraan muat karyawan



Gambar 2.27. Kendaraan muat karyawan

## **BAB III**

### **METODOLOGI PENELITIAN**

#### **3.1. Persiapan**

Sebelum melakukan sebuah penelitian diperlukan suatu persiapan yang matang guna kelancaran selama proses penelitian sampai penyajian hasil. Agar diperoleh hasil yang optimal maka ada beberapa hal yang harus dipersiapkan terlebih dahulu, yaitu:

##### **3.1.1. Materi Penelitian**

Materi penelitian, sebelumnya telah dijelaskan pada bab 2 yaitu dasar teori. Penelitian ini dilakukan mengacu pada dasar teori yang telah dijabarkan secara lengkap dan jelas.

##### **3.1.2. Peralatan Penelitian**

Adapun alat dan bahan yang dibutuhkan dalam proses penelitian ini baik perangkat lunak (*software*) maupun perangkat keras (*hardware*) antara lain:

1. Data Koordinat Jalan
2. Buku No.038/T/BM/1997 tentang Tata Cara Perencanaan Geometrik Jalan Antar Kota menurut Bina Marga.
3. Diklat Unisba Perencanaan Jalan Tambang Terbuka, Awang Suwandhi 2004.
4. Peralatan yang digunakan adalah
  - a. *Notebook lenovo G450*
  - b. *Printer Epson C90.*

5. *Software* yang digunakan adalah

a. *Microsoft Word 2007.*

b. *Microsoft Excel 2003*

c. *Microsoft Excel 2007*

d. *Autodesk Land Desktop 2004.*

### 3.1.3. Kriteria Perencanaan Kendaraan

Kriteria perencanaan kendaraan dibagi menjadi 3 (tiga) macam yaitu :

1. Kendaraan ringan

a. *Dump Truck* berfungsi sebagai kendaraan untuk angkut bahan galian tambang.

Panjang = 8,940 m dan Lebar = 2,415 m

b. *Water Tank* berfungsi sebagai kendaraan untuk menyiram air ke jalan agar tanah tidak terlalu berdebu.

Panjang = 8,200 m dan Lebar = 2,415 m

c. *Fuel Tank* berfungsi sebagai kendaraan untuk pengisi alat berat dilokasi tambang

Panjang = 8,200 m dan Lebar = 2,415 m

d. Mobil tambang (*LV*) berfungsi sebagai transportasi karyawan.

Panjang = 5,040 m dan Lebar = 1,800 m



2. Alat berat beroda

- a. *Grader* berfungsi sebagai alat untuk meratakan tanah.

Panjang = 7,895 m dan Lebar = 2,395 m

- b. *Compactor* berfungsi sebagai kendaraan untuk memadatkan tanah.

Panjang = 2,250 m dan Lebar = 2,960 m

- c. *Wheel loader* berfungsi sebagai alat untuk memuat bahan galian tambang.

Panjang = 9,197m dan Lebar = 3,190 m

3. Alat berat dengan rantai (*track line*)

- a. *Hydraulic Excavator* berfungsi sebagai alat untuk bongkar buat tanah/bahan galian tambang.

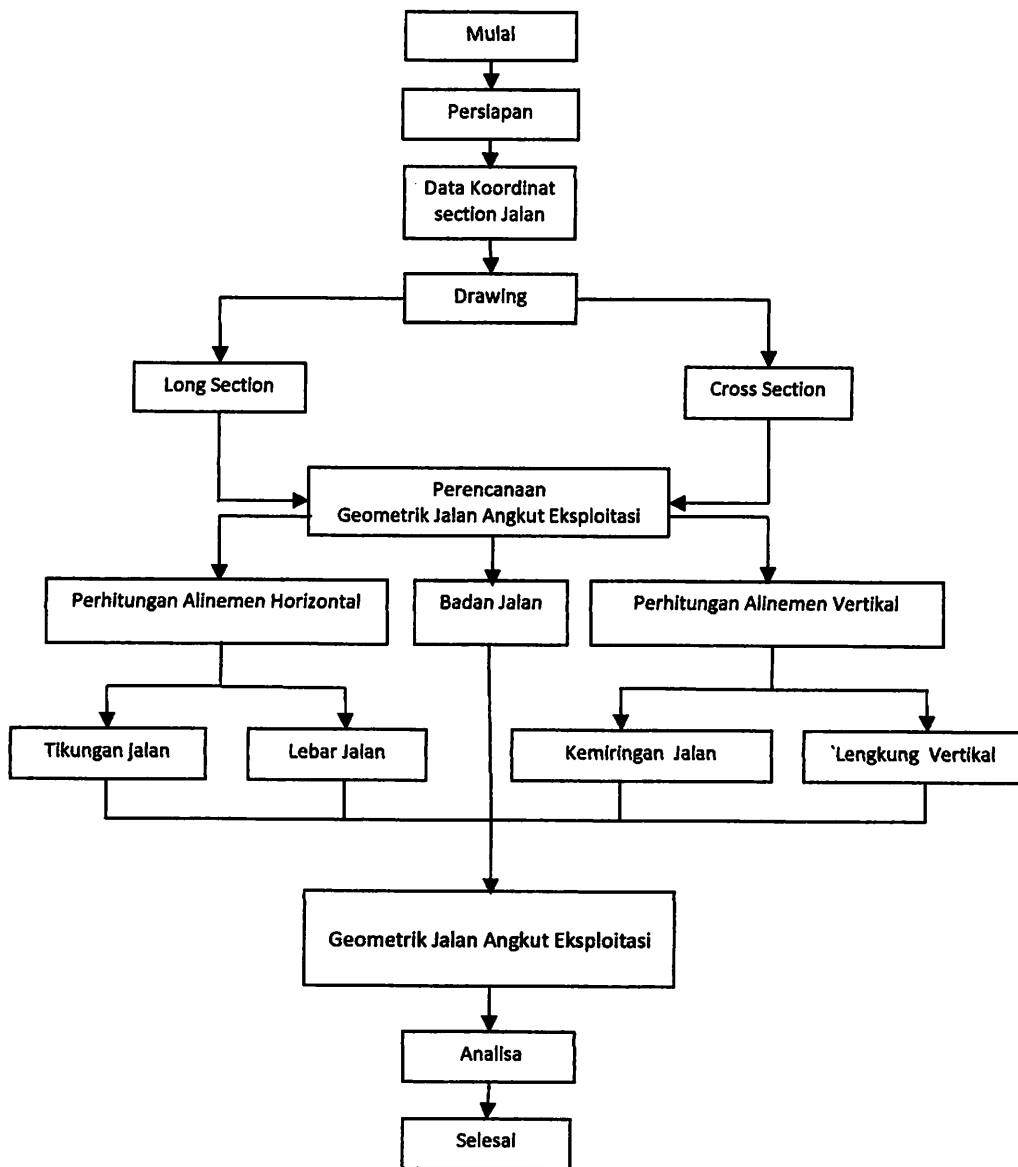
Panjang = 11,290 m dan Lebar = 3,190 m

- b. *Bulldozer* sebagai alat untuk menggosur tanah/bahan galian tambang.

Panjang = 5,440 m dan Lebar = 2,390 m

### 3.2. Diagram Alir Penelitian

Dalam proses penelitian haruslah dibuat digram alir suatu kerangka pekerjaan.



Gambar 3.1. Diagram Alir Pekerjaan

Keterangan diagram alur penelitian:

1. Mulai

Dalam proses penelitian diawali dengan persiapan awal yaitu persiapan data apa yang akan dibutuhkan.

2. Persiapan

Tahap ini adalah menyiapkan data koordinat section jalan dan peralatan yang akan dibutuhkan.

3. Drawing

Pada tahap ini dilakukan plotting detil koordinat jalan (beserta proses penggambaran jalan), penggambaran profil memanjang (*long section*), dan penggambaran profil melintang (*cross section*).

4. Perencanaan Geometri Jalan Angkut Eksploitasi

Dari penggambaran jalan dapat dilakukan perencanaan geometri jalan angkut setelah itu dilakukan perhitungan geometri jalan angkut.

Geometri jalan meliputi :

- a. Alinemen horisontal berupa lebar jalan dan tikungan jalan,
- b. Alinemen vertikal berupa kemiringan jalan dan lengkung vertikal
- c. Badan Jalan dan Superelevasi.

5. Geometri Jalan Angkut Eksploitasi

Setelah dilakukan perhitungan geometri jalan, didapat unsur-unsur geometri yang sesuai dengan standart perencanaan.

6. Hasil dan Analisa

7. Selesai.

TABEL VII

## Data koordinat jalan

Titik	X	Y	Z
1	390722.676	9398661.474	223.410
2	390725.445	9398666.289	225.720
3	390727.677	9398669.601	225.730
4	390729.526	9398672.358	225.720
5	390731.052	9398675.283	227.580
6	390701.785	9398668.072	224.910
7	390702.327	9398673.858	228.560
8	390703.069	9398676.744	228.710
9	390704.035	9398680.621	228.750
10	390704.518	9398686.161	232.170
11	390676.625	9398668.444	230.760
12	390677.715	9398675.935	232.620
13	390678.351	9398679.042	232.620
14	390678.661	9398682.311	232.780
15	390680.310	9398689.383	238.300
16	390652.204	9398673.008	235.220
17	390653.259	9398679.008	236.060
18	390653.711	9398682.824	236.410
19	390654.275	9398685.904	236.370
20	390654.850	9398690.765	239.650
21	390628.883	9398682.834	238.090
22	390631.296	9398689.875	240.140
23	390633.508	9398692.652	240.040
24	390635.206	9398696.648	240.740
25	390637.653	9398699.920	244.080
26	390611.788	9398701.387	238.340
27	390614.584	9398708.518	240.030
28	390613.916	9398713.531	239.870
29	390613.599	9398717.902	239.650
30	390613.703	9398725.680	244.610
31	390601.519	9398705.052	234.440
32	390603.003	9398711.337	236.680
33	390603.289	9398713.997	236.940
34	390602.862	9398717.088	237.170
35	390602.245	9398724.175	240.460
36	390592.336	9398705.000	233.650
37	390591.104	9398708.780	235.100
38	390590.674	9398710.953	235.140
39	390590.230	9398713.366	235.420
40	390590.152	9398718.623	237.560
41	390567.908	9398699.357	230.260
42	390567.177	9398702.833	231.130
43	390567.041	9398705.380	231.270
44	390567.009	9398707.989	231.450
45	390566.976	9398711.831	232.760
46	390544.508	9398694.159	227.150
47	390542.890	9398699.014	227.540
48	390542.402	9398700.891	227.470
49	390541.935	9398703.174	227.520
50	390541.408	9398707.473	227.500

Titik	X	Y	Z
51	390520.593	9398689.027	222.850
52	390519.481	9398691.906	223.550
53	390518.476	9398693.730	223.300
54	390517.672	9398695.738	223.260
55	390516.167	9398698.943	222.540
56	390498.534	9398678.418	217.080
57	390497.181	9398682.346	218.260
58	390496.429	9398684.128	218.240
59	390495.420	9398686.077	218.510
60	390494.529	9398689.136	218.050
61	390474.248	9398670.571	214.110
62	390473.173	9398675.564	214.650
63	390472.741	9398677.977	214.350
64	390472.537	9398680.713	214.310
65	390471.517	9398684.988	212.390
66	390452.759	9398664.491	212.050
67	390450.050	9398668.643	209.980
68	390449.065	9398671.186	209.390
69	390448.078	9398673.918	209.110
70	390446.449	9398678.087	205.960
71	390441.135	9398659.191	209.540
72	390438.461	9398664.674	206.880
73	390437.452	9398667.141	206.960
74	390436.439	9398669.672	206.960
75	390434.644	9398673.545	203.580
76	390436.347	9398650.815	207.270
77	390430.307	9398656.625	204.830
78	390427.470	9398657.869	204.690
79	390424.582	9398658.957	204.760
80	390419.990	9398661.131	201.790
81	390433.095	9398642.546	204.100
82	390427.268	9398645.056	202.470
83	390425.394	9398645.260	202.400
84	390423.154	9398645.527	202.150
85	390417.184	9398646.060	199.120
86	390435.487	9398636.755	202.020
87	390430.936	9398633.910	198.870
88	390429.282	9398632.932	198.940
89	390427.168	9398631.855	198.770
90	390422.510	9398630.027	196.150
91	390366.694	9398569.344	187.660
92	390360.986	9398574.020	189.010
93	390358.321	9398574.942	189.060
94	390355.586	9398576.637	189.350
95	390349.944	9398579.420	190.880
96	390339.369	9398534.404	199.690
97	390340.877	9398538.843	197.530
98	390341.612	9398542.040	197.230
99	390341.500	9398545.848	196.780
100	390338.436	9398551.520	197.760

Titik	X	Y	Z
101	390333.729	9398539.665	200.440
102	390336.272	9398542.358	198.490
103	390337.488	9398544.593	198.160
104	390338.225	9398547.114	198.230
105	390339.885	9398551.113	197.180
106	390313.402	9398551.961	208.260
107	390317.067	9398556.727	204.460
108	390318.614	9398558.597	204.070
109	390320.032	9398561.338	204.080
110	390321.959	9398566.100	201.580
111	390295.555	9398565.127	213.190
112	390297.407	9398570.042	210.450
113	390298.472	9398572.000	209.860
114	390299.698	9398575.577	209.680
115	390303.463	9398580.538	206.120
116	390273.388	9398575.953	219.800
117	390276.336	9398581.532	216.220
118	390277.245	9398584.135	216.240
119	390278.153	9398587.757	216.130
120	390279.809	9398592.917	213.470
121	390250.459	9398587.358	226.540
122	390254.756	9398592.554	221.870
123	390256.306	9398595.087	221.530
124	390258.601	9398597.845	221.480
125	390261.327	9398602.832	218.380
126	390233.792	9398606.070	230.080
127	390238.442	9398610.784	225.950
128	390239.990	9398612.806	225.850
129	390241.929	9398615.643	225.610
130	390245.218	9398619.940	222.670
131	390214.628	9398611.472	235.160
132	390215.921	9398619.416	232.140
133	390216.750	9398621.818	231.940
134	390218.112	9398624.977	231.710
135	390219.420	9398629.964	229.170
136	390191.828	9398621.577	240.270
137	390192.659	9398626.112	237.850
138	390193.397	9398628.199	237.600
139	390194.454	9398631.311	237.130
140	390194.967	9398636.100	233.860
141	390167.906	9398625.320	247.070
142	390168.699	9398629.901	243.180
143	390169.380	9398632.090	243.120
144	390169.670	9398634.638	242.790
145	390171.480	9398641.112	237.630
146	390142.932	9398631.205	254.540
147	390145.148	9398635.853	248.760
148	390146.250	9398637.545	248.440
149	390147.154	9398639.866	248.140
150	390151.957	9398648.314	240.620

Titik	X	Y	Z
151	390121.111	9398644.539	255.530
152	390123.199	9398647.414	250.320
153	390123.970	9398649.170	250.250
154	390125.018	9398651.222	250.210
155	390130.731	9398658.212	242.820
156	390100.814	9398656.301	254.990
157	390100.978	9398658.236	252.250
158	390102.005	9398660.071	251.940
159	390103.461	9398663.061	251.690
160	390105.405	9398666.670	247.800
161	390074.704	9398662.192	260.660
162	390078.604	9398669.010	254.620
163	390079.444	9398671.243	254.460
164	390080.762	9398673.799	254.180
165	390082.141	9398678.209	250.590
166	390053.113	9398672.103	261.180
167	390055.297	9398676.030	258.120
168	390056.478	9398678.372	257.750
169	390057.529	9398681.236	257.900
170	390059.913	9398687.893	253.530
171	390033.144	9398686.358	263.370
172	390035.403	9398690.844	260.970
173	390036.712	9398692.349	260.780
174	390038.259	9398694.729	261.050
175	390043.150	9398701.127	256.800
176	390006.568	9398699.307	263.200
177	390014.358	9398704.197	262.830
178	390016.749	9398705.038	262.610
179	390018.641	9398706.492	262.420
180	390023.253	9398710.232	260.090
181	389998.417	9398726.628	261.980
182	390007.954	9398728.386	264.510
183	390010.447	9398728.105	264.630
184	390012.613	9398728.187	264.620
185	390025.043	9398731.412	265.670
186	390001.208	9398740.095	263.340
187	390007.672	9398740.907	264.810
188	390009.944	9398741.056	264.680
189	390012.435	9398741.642	264.960
190	390018.838	9398741.960	266.050
191	389979.835	9398764.047	261.450
192	389983.416	9398768.713	263.020
193	389984.780	9398769.887	263.020
194	389986.603	9398771.394	262.850
195	389991.554	9398774.889	265.960
196	389962.480	9398788.124	261.530
197	389970.550	9398790.032	264.410
198	389972.922	9398790.688	264.250
199	389975.375	9398791.579	264.330
200	389980.484	9398793.787	267.030

Titik	X	Y	Z
201	389947.379	9398817.663	259.130
202	389947.946	9398821.714	260.010
203	389947.769	9398823.359	259.820
204	389947.395	9398825.515	259.880
205	389946.054	9398834.167	261.320
206	389896.778	9398771.902	253.970
207	389895.004	9398777.034	254.290
208	389893.814	9398779.474	254.530
209	389892.817	9398782.372	254.510
210	389891.782	9398788.466	255.240
211	389868.991	9398770.995	256.740
212	389870.300	9398775.524	257.540
213	389870.490	9398777.777	257.530
214	389870.698	9398780.654	257.670
215	389870.783	9398784.205	256.720
216	389844.477	9398771.682	259.820
217	389845.848	9398779.329	260.140
218	389846.619	9398781.198	260.140
219	389846.792	9398783.930	260.170
220	389846.821	9398788.780	259.220
221	389819.810	9398771.879	261.550
222	389820.795	9398780.081	262.110
223	389821.030	9398782.051	262.090
224	389821.118	9398784.478	262.360
225	389821.439	9398794.058	262.720
226	389796.118	9398775.132	261.850
227	389796.158	9398776.686	262.510
228	389796.277	9398779.192	262.540
229	389796.260	9398781.959	262.700
230	389796.588	9398787.952	264.110
231	389771.312	9398770.691	262.550
232	389771.417	9398777.393	264.430
233	389771.594	9398780.148	264.410
234	389771.752	9398783.207	264.650
235	389771.375	9398792.560	266.470
236	389746.914	9398767.746	265.080
237	389746.780	9398776.456	267.290
238	389746.722	9398778.793	267.320
239	389746.708	9398781.222	267.480
240	389745.227	9398788.183	269.320
241	389722.401	9398768.519	265.620
242	389722.220	9398775.848	268.460
243	389722.167	9398777.965	268.550
244	389721.951	9398780.633	268.770
245	389721.966	9398791.318	272.510
246	389696.570	9398761.743	268.610
247	389697.171	9398773.356	271.250
248	389696.820	9398775.673	271.440
249	389696.632	9398778.033	271.660
250	389695.171	9398788.862	274.740

Titik	X	Y	Z
251	389673.618	9398760.234	268.730
252	389672.768	9398768.802	272.170
253	389672.580	9398771.162	272.320
254	389672.378	9398773.698	272.480
255	389671.096	9398783.845	275.230
256	389648.304	9398757.174	268.020
257	389647.818	9398765.555	271.130
258	389647.611	9398767.737	271.090
259	389647.243	9398770.065	271.390
260	389646.405	9398782.702	274.890
261	389623.324	9398757.804	266.480
262	389623.295	9398762.971	267.240
263	389623.459	9398765.278	266.990
264	389623.301	9398768.084	267.180
265	389624.267	9398780.851	271.090
266	389598.876	9398759.192	261.730
267	389599.190	9398767.674	263.400
268	389599.898	9398769.891	263.390
269	389600.142	9398772.211	263.640
270	389600.991	9398779.648	266.400
271	389575.913	9398765.665	255.460
272	389576.432	9398777.281	260.820
273	389576.444	9398779.705	260.930
274	389575.657	9398782.334	261.440
275	389575.633	9398787.543	265.620
276	389550.370	9398760.351	257.790
277	389552.054	9398771.892	260.790
278	389552.104	9398774.475	260.770
279	389552.663	9398777.053	260.960
280	389555.997	9398787.692	264.540
281	389506.101	9398793.303	258.010
282	389504.706	9398798.673	260.220
283	389504.555	9398800.310	260.140
284	389504.546	9398802.350	260.450
285	389504.207	9398809.505	264.170
286	389490.881	9398795.609	256.640
287	389493.028	9398801.174	259.510
288	389493.239	9398802.896	259.340
289	389493.911	9398804.914	259.630
290	389495.225	9398810.047	263.530
291	389483.735	9398742.020	253.920
292	389478.197	9398742.153	258.320
293	389475.404	9398742.166	258.530
294	389471.881	9398741.823	258.940
295	389463.314	9398742.316	264.280
296	389473.998	9398717.335	258.500
297	389469.736	9398718.870	261.230
298	389468.057	9398719.572	261.320
299	389465.889	9398719.988	261.580
300	389458.824	9398721.847	265.870

Titik	X	Y	Z
301	389453.714	9398723.646	267.760
302	389476.055	9398693.228	260.650
303	389474.205	9398693.937	261.120
304	389469.080	9398694.378	262.850
305	389467.481	9398694.634	262.940
306	389465.576	9398694.685	263.160
307	389458.806	9398697.632	266.060
308	389476.693	9398683.520	261.140
309	389469.804	9398682.102	263.890
310	389467.693	9398682.017	264.140
311	389465.460	9398681.953	264.300
312	389459.329	9398681.586	266.830
313	389485.559	9398660.349	266.500
314	389479.357	9398659.664	269.190
315	389477.245	9398658.777	269.340
316	389475.550	9398657.537	269.770
317	389470.154	9398655.882	273.620
318	389496.047	9398639.367	265.390
319	389489.494	9398636.940	271.420
320	389487.368	9398636.374	271.670
321	389485.225	9398635.934	272.130
322	389481.095	9398636.256	275.920

TABEL VII

**Data Koordinat Poligon**

Titik	X	Y	Z
HR-01	391219.596	9398884.047	180.775
HR-02	390894.940	9398527.987	188.416
HR-03	390761.574	9398620.091	219.754
HR-04	390740.176	9398663.418	224.967
HR-05	390621.427	9398696.830	241.953
HR-06	390563.098	9398708.357	231.262
HR-06	390563.098	9398708.357	231.262
HR-07	390453.916	9398666.021	212.224
HR-07	390453.916	9398666.021	212.224
HR-08	390422.633	9398649.966	203.820
HR-09	390447.107	9398602.460	189.928
HR-10	390359.603	9398579.253	188.558
HR-11	390346.445	9398536.977	197.447
HR-12	390323.980	9398558.108	202.942
HR-13	390294.472	9398576.995	211.405
HR-14	390251.879	9398603.450	222.869
HR-15	390210.501	9398623.811	233.670
HR-15	390210.501	9398623.811	233.670
HR-16	390142.664	9398640.060	249.166
HR-16	390142.664	9398640.060	249.166
HR-17	390074.134	9398676.164	255.340
HR-18	390043.015	9398690.550	260.744
HR-19	390015.395	9398723.275	264.857
HR-20	389972.155	9398788.786	264.174

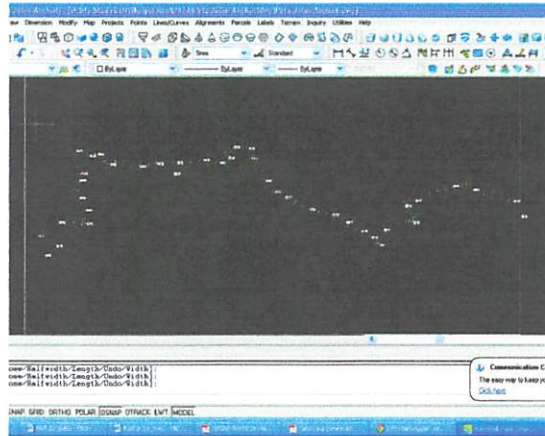
Titik	X	Y	Z
HR-21	389964.971	9398817.526	263.611
HR-22	389921.282	9398820.844	255.861
HR-23	389905.162	9398789.863	253.453
HR-24	389880.399	9398775.823	256.202
HR-25	389833.290	9398783.591	261.195
HR-25	389833.290	9398783.591	261.195
HR-26	389755.624	9398776.842	266.312
HR-26	389755.624	9398776.842	266.312
HR-27	389747.381	9398743.539	260.532
HR-28	389699.171	9398773.460	271.034
HR-29	389647.591	9398766.207	270.948
HR-30	389559.137	9398770.561	260.818
HR-31	389524.301	9398800.681	256.658
HR-32	389501.040	9398796.565	261.120
HR-33	389461.612	9398810.178	252.869
HR-34	389476.572	9398744.980	258.540
HR-35	389471.129	9398724.857	261.324
HR-35	389471.129	9398724.857	261.324
HR-36	389470.898	9398673.528	265.821
HR-36	389470.898	9398673.528	265.821
HR-37	389489.267	9398637.755	271.266
HR-38	389491.840	9398598.555	277.097
HR-39	389450.445	9398600.309	278.731
HR-40	389411.701	9398602.694	268.684



### 3.3. Penggambaran Koordinat Jalan dengan *AutoCAD Land Desktop 2004*

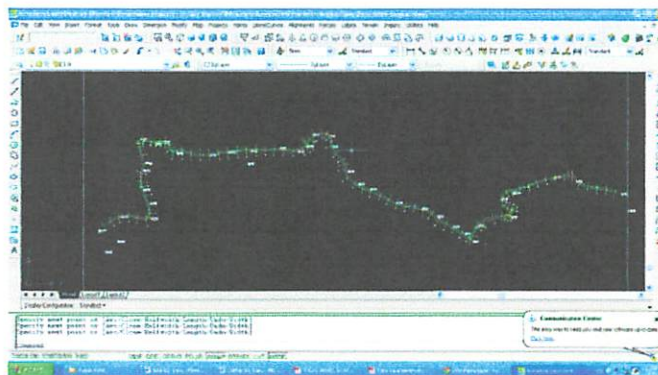
Dari data koordinat detil jalan dibuat gambar pada lembar kerja sehingga dapat diketahui bentuk dari jalan tersebut.

Sebaran titik-titik koordinat jalan



Gambar 3.2. Hasil sebaran koordinat jalan

Dari sebaran titik detail tersebut di hubungkan antar titik pada detail paling luar sehingga membentuk sebuah gambar jalan.



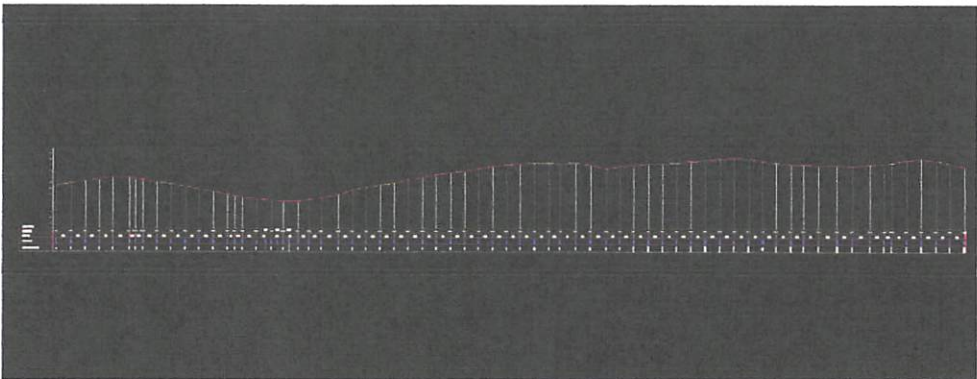
Gambar 3.3. Hasil gambar jalan

### 3.4. Penggambaran Profil Memanjang dengan *Autodesk Land Desktop 2004*

Profil Memanjang

Profil memanjang dibuat berdasarkan titik detil yang berada pada tengah jalan pada sepanjang jalan.

Gambar profil memanjang

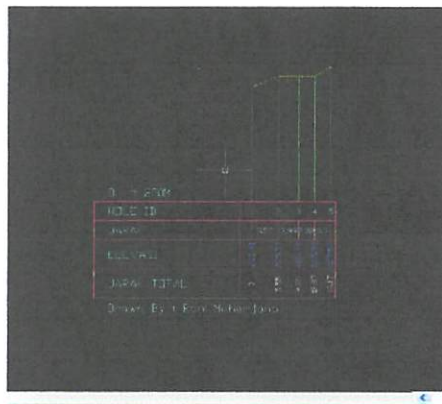


Gambar 3.4. Hasil profil memanjang jalan

### 3.5. Penggambaran Profil Melintang dengan *Autodesk Land Desktop 2004*.

Profil melintang jalan adalah gambar melintang pada sebuah badan jalan.

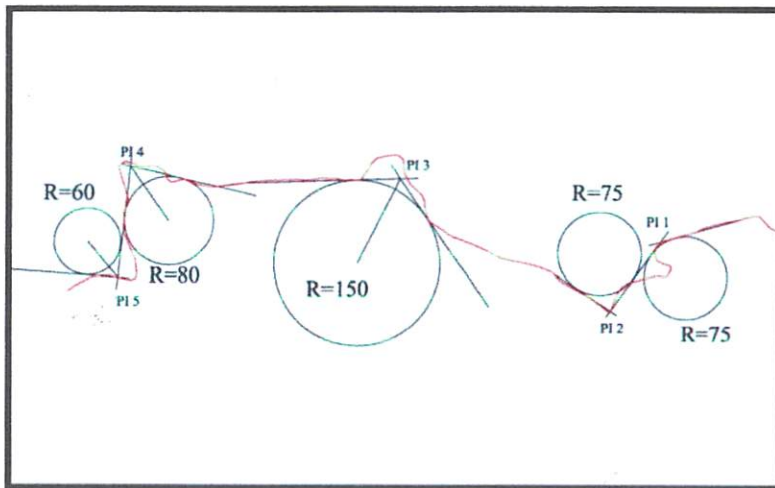
Gambar profil melintang



Gambar 3.5. Hasil profil melintang jalan

### 3.6. Perencanaan Jari-jari Tikungan

Untuk perencanaan alinemen horisontal yaitu menghitung besar tikungan maka dibutuhkan data as jalan (tengah jalan). Dengan menggunakan hasil plotting Koordinat Jalan maka dapat direncanakan jari-jari tikungan, caranya dengan menggunakan titik-titik as jalan yang telah dihubungkan. Berdasarkan gambar yang telah diplot dapat direncanakan tipe tikungan dan jari-jari tikungan ( $R_d$ ). Dari gambar tersebut terdapat 5 (tikungan)  $PI_1$ ,  $PI_2$ ,  $PI_3$ ,  $PI_4$ , dan  $PI_5$ .



Gambar 3.6. Jari-jari tikungan

### 3.7. Perhitungan Alinemen Horisontal

Alinemen Horisontal

Berdasarkan data tersebut direncanakan besaran  $R$  seperti berikut :

$PI_1 \rightarrow R = 75$  Meter

$PI_2 \rightarrow R = 75$  Meter

$PI_3 \rightarrow R = 150$  Meter

$PI_4 \rightarrow R = 80$  Meter

$PI_5 \rightarrow R = 60$  Meter, Kecepatan rencana ( $V_r$ ) = 30 km/jam

### 3.7.1. Lebar Jalan

Berdasarkan data ukuran lapangan:

lebar jalan lurus adalah 3-4 meter.

lebar jalan pada tikungan adalah 4-5 meter.

Kendaraan rencana adalah Dump Truk ukuran L : 2,48 m ; P : 8,940 m

Rencana dengan 2 lebar jalur.

Lebar jalan lurus :

$$\begin{aligned}L_{min} &= n.Wt + (n + 1). \left(\frac{1}{2}. Wt\right) \\ &= 2. (2,48) + (2 + 1). \left(\frac{1}{2}. 2,48\right) \\ &= 8,68 \text{ m}\end{aligned}$$

Lebar jalan minimal 8,68 meter dibulatkan jadi 9 meter.

Lebar jalan minimal pada tikungan :

Lebar jejak roda (U) : 1,28 m

lebar jantai depan (Fa) : 0,25 m

lebar jantai belakang (Fb) : 0,60 m

lebar bagian tepi jalan (z) : 1,065 m

lebar antara kendaraan (C) : 255 m

$$\begin{aligned}Z &= \frac{U + Fa + Fb}{2} \\ &= \frac{1,28 + 0,25 + 0,60}{2} \\ &= 1,065 \text{ m}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 W_{min} &= 2(U + 2Fa + 2Fb + Z) + C \\
 &= 2(1,28 + 2(0,25) + 2(0,60) + 1.065) + 2,5 \\
 &= 10,590 \text{ m}
 \end{aligned}$$

Lebar jalan minimal pada tikungan 10,590 meter dibulatkan jadi 11 meter.

### 3.7.1. Tikungan

Perhitungan Alinemen Horisontal

Menurut Tata Cara Perencanaan Geometrik Antar Kota Tahun 2007

Berdasarkan Tabel II. 6

$$V_r = 30 \text{ km/jam}$$

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

$$e_n = 2 \%$$

Untuk  $e_{max} = 8\%$  maka  $f_{max} = 0.1725$

Sumber : Buku Silvia Sukirman dengan judul perencanaan geometri jalan

Rumus :

$$\begin{aligned}
 f_{max} &= 0.192 - (0.00065 \times V_r) \\
 &= 0.192 - (0.00065 \times 30) \\
 &= 0.1725
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 R_{min} &= \frac{V_r^2}{127 (e_{min} + f_{max})} \\
 &= \frac{30^2}{127 (0.08 + 0.1725)} \\
 &= 32.068 \text{ m}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 D_{max} &= \frac{181913.53 \times (e_{max} + f_{max})}{V_r^2} \\
 &= \frac{181913.53 \times (0.08 + 0.1725)}{30^2} \\
 &= 51.037 \text{ m}
 \end{aligned}$$

### 3.7.2.1. Tikungan PI<sub>1</sub>

Diketahui :

Direncanakan  $R_d = 75 \text{ Meter} > R_{min} = 26.006 \text{ meter}$ .

$V_r = 30 \text{ km/jam}$  berdasarkan (TPGJAK 1997 Tabel II.18)

$R_{min}$  untuk Full Circle = 250 >  $R_d$  sehingga tikungan jenis Full Circle tidak digunakan.

a) Menentukan Superelevasi desain

$$\begin{aligned}
 D_d &= \frac{1432.4}{R_d} \\
 &= \frac{1432.4}{75} \\
 &= 19.099 \text{ m}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 e_d &= \frac{-e_{max} \times D_d^2}{D_{max}^2} + \frac{2 \times e_{max} \times D_d}{D_{max}} \\
 &= \frac{-0.08 \times 19.099^2}{51.037^2} + \frac{2 \times -0.08 \times 19.099}{51.037} \\
 &= 0.049
 \end{aligned}$$

b) Perhitungan lengkung peralihan (L<sub>s</sub>)

1. Berdasarkan waktu tempuh maksimum (3 detik) untuk melintasi lengkung peralihan, maka panjang lengkung :

$$\begin{aligned}
 L_s &= \frac{Vr}{3.6} \times T \\
 &= \frac{30}{3.6} \times 3 \\
 &= 25 \text{ m}
 \end{aligned}$$

2. Berdasarkan rumus modifikasi *Shortt* :

$$\begin{aligned}
 L_s &= 0.022 \frac{Vr^3}{Rd \times c} - 2.727 \frac{Vr \times e_d}{c} \\
 &= 0.022 \frac{30^3}{75 \times 0.4} - 2.727 \frac{30 \times 0.049}{0.4} \\
 &= 19.746
 \end{aligned}$$

3. Berdasarkan tingkat pencapaian perubahan kelandaian :

Dimana  $re$  adalah pencapaian perubahan kelandaian melintang jalan,

Untuk  $Vr \leq 60\text{km/jam}$ ,  $re \text{ max} = 0.035 \text{ m/m/det}$ .

$$\begin{aligned}
 L_s &= \frac{(e_m + e_n)}{3.6 \times re} \times Vr \\
 &= \frac{(0.08 + 0.02)}{3.6 \times 0.035} \times 30 \\
 &= 14.286
 \end{aligned}$$

Dipakai nilai  $L_s$  yang memenuhi dan efisien yaitu 33 m

c) Perhitungan  $\theta_s$ ,  $\Delta c$ , dan  $L_s$

$$\begin{aligned}
 \theta_s &= \frac{L_s \times 360}{4 \times \pi \times Rd} \\
 &= \frac{33 \times 360}{4 \times 3.14 \times 75} \\
 &= 12^\circ 36' 41.37''
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\Delta c &= \Delta PI_1 - (2 \times \theta_s) \\ &= 38^\circ 01' 06'' - (2 \times 12^\circ 36' 41.37'') \\ &= 12^\circ 47' 43.26''\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}L_c &= \frac{\Delta c \times \pi \times R_d}{180} \\ &= \frac{12^\circ 47' 43.26'' \times 3.14 \times 75}{180} \\ &= 16.740 \text{ m}\end{aligned}$$

Syarat tikungan jenis S-C-S

$$\Delta c > 0^\circ = 12^\circ 47' 43.26'' > 0^\circ$$

$$L_c > 20 \text{ Meter} = 16.740 > 20 \text{ Meter}$$

d) Perhitungan besaran besaran tikungan

$$\begin{aligned}X_s &= L_s \left( 1 - \frac{L_s^2}{40 \times R_d^2} \right) \\ &= 33 \left( 1 - \frac{33^2}{40 \times 75^2} \right) \\ &= 32.840\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}Y_s &= \frac{L_s^2}{6 \times R_d} \\ &= \frac{33^2}{6 \times 75} \\ &= 2.242\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}P &= \frac{L_s^2}{6 \times R_d} - R_d(1 - \cos \theta_s) \\ &= \frac{33^2}{6 \times 75} - 75(1 - \cos 12^\circ 36' 41.37'') \\ &= 0.610\end{aligned}$$



$$\begin{aligned}
 K &= Ls - \frac{Ls^3}{40 \times Rd^2} - Rd \times \sin \theta_s \\
 &= Ls - \frac{33^3}{40 \times 75^2} - 75 \times \sin 12^\circ 36' 41.37'' \\
 &= 16.465
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 Tt &= (Rd + P) \times \tan \frac{1}{2} \Delta PI_1 + K \\
 &= (75 + 0.610) \times \tan 19^\circ 00' 33'' + 16.465 \\
 &= 42.513
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 Et &= \frac{(Rd + P)}{\cos \frac{1}{2} \Delta PI_1} - Rd \\
 &= \frac{(75 + 0.610)}{\cos 19^\circ 00' 33''} - 75 \\
 &= 4.971
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 Lt &= Lc + (2 \times Ls) \\
 &= 16.740 + (2 \times 33) \\
 &= 82,740
 \end{aligned}$$

Kontrol perhitungan :

$$2 \times Tt > Lt \text{ (L total)}$$

$$2 \times 42.513 > 82,740$$

$$85.026 > 82,740$$

Tikungan S-C-S dapat digunakan

### 3.7.2.2. Tikungan $PI_2$

Diketahui :

Direncanakan  $R_d = 75 \text{ Meter} > R_{\min} = 26.006 \text{ meter}$ .

$V_r = 30 \text{ km/jam}$  berdasarkan (TPGJAK 1997 Tabel II.18)

$R_{\min}$  untuk Full Circle = 250 >  $R_d$  sehingga tikungan jenis Full Circle tidak digunakan.

a) Menentukan Superelevasi desain

$$\begin{aligned} Dd &= \frac{1432.4}{R_d} \\ &= \frac{1432.4}{75} \\ &= 19.099 \text{ m} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} e_d &= \frac{-e_{\max} \times Dd^2}{D_{\max}^2} + \frac{2 \times e_{\max} \times Dd}{D_{\max}} \\ &= \frac{-0.08 \times 19.099^2}{51.037^2} + \frac{2 \times -0.08 \times 19.099}{51.037} \\ &= 0.049 \end{aligned}$$

b) Perhitungan lengkung peralihan ( $L_s$ )

1. Berdasarkan waktu tempuh maksimum (3 detik) untuk melintasi lengkung peralihan, maka panjang lengkung :

$$\begin{aligned} L_s &= \frac{V_r}{3.6} \times T \\ &= \frac{30}{3.6} \times 3 \\ &= 25 \text{ m} \end{aligned}$$

2. Berdasarkan rumus modifikasi *Shortt* :

$$\begin{aligned}L_s &= 0.022 \frac{Vr^3}{Rd \times c} - 2.727 \frac{Vr \times e_d}{c} \\&= 0.022 \frac{30^3}{75 \times 0.4} - 2.727 \frac{30 \times 0.057}{0.4} \\&= 19.099\end{aligned}$$

3. Berdasarkan tingkat pencapaian perubahan kelandaian :

Dimana  $re$  adalah pencapaian perubahan kelandaian melintang jalan,

Untuk  $Vr \leq 60$ km/jam,  $re \text{ max} = 0.035$  m/m/det.

$$\begin{aligned}L_s &= \frac{(e_m - e_n)}{3.6 \times re} \times Vr \\&= \frac{(0.1 + 0.02)}{3.6 \times 0.035} \times 30 \\&= 14.286\end{aligned}$$

Dipakai nilai  $L_s$  yang efisien yaitu 33 m

c) Perhitungan  $\theta_s$ ,  $\Delta c$ , dan  $L_s$

$$\begin{aligned}\theta_s &= \frac{L_s \times 360}{4 \times \pi \times Rd} \\&= \frac{33 \times 360}{4 \times 3.14 \times 75} \\&= 12^\circ 36' 41.27''\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\Delta c &= \Delta P l_2 - (2 \times \theta_s) \\&= 87^\circ 10' 46'' - (2 \times 12^\circ 36' 41.27'' ) \\&= 61^\circ 57' 23.46''\end{aligned}$$

$$L_c = \frac{\Delta c \times \pi \times R_d}{180}$$

$$= \frac{61^\circ 57' 23.46'' \times 3.14 \times 75}{180}$$

$$= 81.060 \text{ m}$$

Syarat tikungan jenis S-C-S

$$\Delta c > 0^\circ = 61^\circ 57' 23.46'' > 0^\circ$$

$$L_c > 20 \text{ Meter} = 81.060 \text{ Meter} > 20 \text{ Meter}$$

d) Perhitungan besaran besaran tikungan

$$X_s = L_s \left( 1 - \frac{L_s^2}{40 \times R_d^2} \right)$$

$$= 33 \left( 1 - \frac{33^2}{40 \times 75^2} \right)$$

$$= 32,840$$

$$Y_s = \frac{L_s^2}{6 \times R_d}$$

$$= \frac{33^2}{6 \times 75}$$

$$= 2.420$$

$$P = \frac{L_s^2}{6 \times R_d} - R_d(1 - \cos \theta_s)$$

$$= \frac{33^2}{6 \times 75} - 75(1 - \cos 12^\circ 36'.27'')$$

$$= 0.610$$

$$\begin{aligned}
 K &= Ls - \frac{Ls^3}{40 \times Rd^2} - Rd \times \sin \theta_s \\
 &= 33 - \frac{33^3}{40 \times 75^2} - 75 \times \sin 12^\circ 36' . 27'' \\
 &= 16.465
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 Tt &= (Rd + P) \times \tan \frac{1}{2} \Delta P I_1 + K \\
 &= (75 + 0.610) \times \tan 43^\circ 35' 23'' + 16.465 \\
 &= 88.442
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 Et &= \frac{(Rd + P)}{\cos \frac{1}{2} \Delta P I_1} - Rd \\
 &= \frac{(75 + 0.610)}{\cos 43^\circ 35' 23''} - 75 \\
 &= 29.391
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 Lt &= Lc + (2 \times Ls) \\
 &= 81.060 + (2 \times 33) \\
 &= 147.060
 \end{aligned}$$

Kontrol perhitungan :

$$2 \times Tt > Lt \text{ (L total)}$$

$$2 \times 42.513 > 147.060$$

$$85.026 > 147.060$$

Tikungan S-C-S dapat digunakan

### 3.7.2.3. Tikungan $PI_3$

Diketahui :

Direncanakan  $R_d = 150 \text{ Meter} > R_{min} = 26.006 \text{ meter}$ .

$V_r = 30 \text{ km/jam}$  berdasarkan (TPGJAK 1997 Tabel II.18)

$R_{min}$  untuk Full Circle = 250 >  $R_d$  sehingga tikungan jenis Full Circle digunakan.

a) Menentukan Superelevasi desain

$$\begin{aligned} Dd &= \frac{1432.4}{R_d} \\ &= \frac{1432.4}{150} \\ &= 9.549 \text{ m} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} e_{tjd} &= \frac{-e_{max} \times Dd^2}{D_{max}^2} + \frac{2 \times e_{max} \times Dd}{D_{max}} \\ &= \frac{-0.08 \times 9.549^2}{51.037^2} + \frac{2 \times -0.08 \times 9.549}{51.037} \\ &= 0.027 \end{aligned}$$

b) Perhitungan  $\theta_s$ ,  $\Delta c$ , dan  $L_s$

$$\begin{aligned} \theta_s &= \frac{L_s \times 360}{4 \times \pi \times R_d} \\ &= \frac{33 \times 360}{4 \times 0.314 \times 75} \\ &= 12^\circ 36'.27'' \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
\Delta c &= \Delta PI_1 - (2 \times \theta_s) \\
&= 38^\circ 1' 6'' - (2 \times 12^\circ 36'.27'') \\
&= 61^\circ 57'.46''
\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
Lc &= \frac{\Delta c \times \pi \times Rd}{180} \\
&= \frac{61^\circ 57'.46'' \times 3.14 \times 75}{180} \\
&= 81.060 \text{ m}
\end{aligned}$$

d) Perhitungan besaran besaran tikungan

$$\begin{aligned}
Lc &= \frac{\Delta PI_3 \times 2\pi \times Rd}{360} \\
&= \frac{56^\circ 56' 10'' \times 2(3.14) \times 150}{360} \\
&= 148.983
\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
Tc &= Rd \times \tan \frac{1}{2} \Delta PI_3 \\
&= 150 \times \tan 28^\circ 28' 05'' \\
&= 81.335
\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
Ec &= Rd \times \tan \frac{1}{4} \Delta PI_3 \\
&= Rd \times \tan 14^\circ 14' 2.5'' \\
&= 20.632
\end{aligned}$$

Kontrol perhitungan :

$$2 \times Tc > Lc \text{ (L total)}$$

$$2 \times 88.335 > 148.983$$

$$176.884 > 148.983$$

Tikungan F-C dapat digunakan

#### 3.7.2.4. Tikungan $PI_4$

Diketahui :

Direncanakan  $Rd = 80 \text{ Meter} > Rmin = 26.006 \text{ meter}$ .

$Vr = 30 \text{ km/jam}$  berdasarkan (TPGJAK 1997 Tabel II.18)

$Rmin$  untuk Full Circle = 250 >  $Rd$  sehingga tikungan jenis Full Circle tidak digunakan.

a) Menentukan Superelevasi desain

$$\begin{aligned} Dd &= \frac{1432.4}{Rd} \\ &= \frac{1432.4}{80} \\ &= 17.905 \text{ m} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} e_d &= \frac{-e_{max} \times Dd^2}{D_{max}^2} + \frac{2 \times e_{max} \times Dd}{D_{max}} \\ &= \frac{-0.08 \times 17.905^2}{51.037^2} + \frac{2 \times -0.08 \times 17.905}{51.037} \\ &= 0.046 \end{aligned}$$



b) Perhitungan lengkung peralihan ( $L_s$ )

1. Berdasarkan waktu tempuh maksimum (3 detik) untuk melintasi lengkung peralihan, maka panjang lengkung :

$$\begin{aligned}L_s &= \frac{Vr}{3.6} \times T \\&= \frac{30}{3.6} \times 3 \\&= 25 \text{ m}\end{aligned}$$

2. Berdasarkan rumus modifikasi *Shortt* :

$$\begin{aligned}L_s &= 0.022 \frac{Vr^3}{Rd \times c} - 2.727 \frac{Vr \times e_d}{c} \\&= 0.022 \frac{30^3}{80 \times 0.4} - 2.727 \frac{30 \times 0.046}{0.4} \\&= 18.564\end{aligned}$$

3. Berdasarkan tingkat pencapaian perubahan kelandaian :

Dimana  $re$  adalah pencapaian perubahan kelandaian melintang jalan,

Untuk  $Vr \leq 60\text{km/jam}$ ,  $re \text{ max} = 0.035 \text{ m/m/det}$ .

$$\begin{aligned}L_s &= \frac{(e_m - e_n)}{3.6 \times re} \times Vr \\&= \frac{(0.1 + 0.02)}{3.6 \times 0.035} \times 30 \\&= 19.047\end{aligned}$$

Dipakai nilai  $L_s$  yang terbesar yaitu 32 m

c) Perhitungan  $\theta_s$ ,  $\Delta c$ , dan  $L_s$

$$\begin{aligned}\theta_s &= \frac{L_s \times 360}{4 \times \pi \times R_d} \\ &= \frac{32 \times 360}{4 \times 0.314 \times 80} \\ &= 11^\circ 27' 53.89''\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\Delta c &= \Delta P I_4 - (2 \times \theta_s) \\ &= 96^\circ 27' 50'' - (2 \times 11^\circ 27' 53.89'') \\ &= 73^\circ 32' 2.23''\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}L_c &= \frac{\Delta c \times \pi \times R_d}{180} \\ &= \frac{73^\circ 32' 2.23'' \times 3.14 \times 80}{180} \\ &= 102.621 \text{ m}\end{aligned}$$

Syarat tikungan jenis S-C-S

$$\Delta c > 0^\circ = 73^\circ 32' 2.23'' > 0^\circ$$

$$L_c > 20 \text{ Meter} = 102.621 \text{ Meter} > 20 \text{ Meter}$$

d) Perhitungan besaran besaran tikungan

$$\begin{aligned}X_s &= L_s \left( 1 - \frac{L_s^2}{40 \times R_d^2} \right) \\ &= 32 \left( 1 - \frac{33^2}{40 \times 80^2} \right) \\ &= 31,872\end{aligned}$$

$$Y_s = \frac{Ls^2}{6 \times Rd}$$

$$= \frac{32^2}{6 \times 80}$$

$$= 2.133$$

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

$$= \frac{32^2}{6 \times 80} - 80(1 - \cos 11^\circ 27' 53.89")$$

$$= 0.537$$

$$K = Ls - \frac{Ls^3}{40 \times Rd^2} - Rd \times \sin \theta_s$$

$$= 32 - \frac{32^3}{40 \times 80^2} - 80 \times \sin 11^\circ 27' 53.89"$$

$$= 15.970$$

$$Tt = (Rd + P) \times \tan \frac{1}{2} \Delta Pl_1 + K$$

$$= (80 + 0.537) \times \tan 48^\circ 13' 55" + 15.970$$

$$= 106.147$$

$$Et = \frac{(Rd + P)}{\cos \frac{1}{2} \Delta Pl_1} - Rd$$

$$= \frac{(80 + 0.537)}{\cos 43^\circ 35' 23"} - 80$$

$$= 40.905$$

$$Lt = Lc + (2 \times Ls)$$

$$= 102.621 + (2 \times 32)$$

$$= 166.621$$

Kontrol perhitungan :

$$2 \times Tt > Lt \text{ (L total)}$$

$$2 \times 106.147 > 166.621$$

$$212.294 > 166.621$$

Tikungan S-C-S dapat digunakan

### 3.7.2.5. Tikungan $PI_5$

Diketahui :

Direncanakan  $Rd = 60 \text{ Meter} > Rmin = 26.006 \text{ meter}$ .

$Vr = 30 \text{ km/jam}$  berdasarkan (TPGJAK 1997 Tabel II.18)

$Rmin$  untuk Full Circle = 250 >  $Rd$  sehingga tikungan jenis Full Circle tidak digunakan.

a) Menentukan Superelevasi desain

$$\begin{aligned} Dd &= \frac{1432.4}{Rd} \\ &= \frac{1432.4}{60} \\ &= 23.873 \text{ m} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} e_d &= \frac{-e_{max} \times Dd^2}{D_{max}^2} + \frac{2 \times e_{max} \times Dd}{D_{max}} \\ &= \frac{-0.08 \times 23.873^2}{51.037^2} + \frac{2 \times -0.08 \times 23.873}{51.037} \\ &= 0.057 \end{aligned}$$

b) Perhitungan lengkung peralihan ( $L_s$ )

1. Berdasarkan waktu tempuh maksimum (3 detik) untuk melintasi lengkung peralihan, maka panjang lengkung :

$$\begin{aligned}L_s &= \frac{Vr}{3.6} \times T \\ &= \frac{30}{3.6} \times 3 \\ &= 25 \text{ m}\end{aligned}$$

2. Berdasarkan rumus modifikasi *Shortt* :

$$\begin{aligned}L_s &= 0.022 \frac{Vr^3}{Rd \times c} - 2.727 \frac{Vr \times e_d}{c} \\ &= 0.022 \frac{30^3}{60 \times 0.4} - 2.727 \frac{30 \times 0.057}{0.4} \\ &= 17.972\end{aligned}$$

3. Berdasarkan tingkat pencapaian perubahan kelandaian :

Dimana  $re$  adalah pencapaian perubahan kelandaian melintang jalan,

Untuk  $Vr \leq 60\text{km/jam}$ ,  $re \text{ max} = 0.035 \text{ m/m/det}$ .

$$\begin{aligned}L_s &= \frac{(e_m - e_n)}{3.6 \times re} \times Vr \\ &= \frac{(0.1 + 0.02)}{3.6 \times 0.035} \times 30 \\ &= 19.047\end{aligned}$$

Dipakai nilai  $L_s$  yang terbesar yaitu 30 m

c) Perhitungan  $\theta_s$ ,  $\Delta c$ , dan  $L_c$

$$\begin{aligned}\theta_s &= \frac{L_s \times 360}{4 \times \pi \times R_d} \\ &= \frac{30 \times 360}{4 \times 0.314 \times 60} \\ &= 14^\circ 19' 52.36''\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\Delta c &= \Delta P I_1 - (2 \times \theta_s) \\ &= 87^\circ 46' 14'' - (2 \times 14^\circ 19' 52.36'') \\ &= 59^\circ 06' 29.29''\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}L_c &= \frac{\Delta c \times \pi \times R_d}{180} \\ &= \frac{59^\circ 06' 29.29'' \times 3.14 \times 60}{180} \\ &= 61.867 \text{ m}\end{aligned}$$

Syarat tikungan jenis S-C-S

$$\Delta c > 0^\circ = 59^\circ 06' 29.29'' > 0^\circ$$

$$L_c > 20 \text{ Meter} = 61.867 \text{ Meter} > 20 \text{ Meter}$$

d) Perhitungan besaran besaran tikungan

$$\begin{aligned}X_s &= L_s \left( 1 - \frac{L_s^2}{40 \times R_d^2} \right) \\ &= 30 \left( 1 - \frac{30^2}{40 \times 60^2} \right) \\ &= 29.812\end{aligned}$$

$$Y_s = \frac{Ls^2}{6 \times Rd}$$

$$= \frac{30^2}{6 \times 60}$$

$$= 2.500$$

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

$$= \frac{30^2}{6 \times 60} - 60(1 - \cos 14^\circ 19' 52.36'')$$

$$= 0.633$$

$$K = Ls - \frac{Ls^3}{40 \times Rd^2} - Rd \times \sin \theta_s$$

$$= 30 - \frac{30^3}{40 \times 60^2} - 60 \times \sin 14^\circ 19' 52.36''$$

$$= 14.961$$

$$Tt = (Rd + P) \times \tan \frac{1}{2} \Delta PI_1 + K$$

$$= (60 + 0.633) \times \tan 43^\circ 53' 07'' + 14.961$$

$$= 73.280$$

$$Et = \frac{(Rd + P)}{\cos \frac{1}{2} \Delta PI_1} - Rd$$

$$= \frac{(60 + 0.633)}{\cos 43^\circ 53' 07''} - 60$$

$$= 24.127$$

$$Lt = Lc + (2 \times Ls)$$

$$= 54.867 + (2 \times 30)$$

$$= 128.867$$

Kontrol perhitungan :

$$2 \times Tt > Lt \text{ (L total)}$$

$$2 \times 77.074 > 128.867$$

$$154.148 > 128.867$$

Tikungan S-C-S dapat digunakan

### 3.7.3. Perhitungan Stationing

Data :

$$d_1 = 312,675 \text{ meter}$$

$$d_2 = 152,820 \text{ meter}$$

$$d_3 = 460.674 \text{ meter}$$

$$d_4 = 491.456 \text{ meter}$$

$$d_5 = 199.633 \text{ meter}$$

#### 1. Tikungan $PI_1$ (S-C-S)

$$Tt_1 = 42.513 \text{ meter}$$

$$Ls_1 = 33.000 \text{ meter}$$

$$Lc_1 = 16.740 \text{ meter}$$

#### 2. Tikungan $PI_2$ (S-C-S)

$$Tt_2 = 88.442 \text{ meter}$$

$$Ls_2 = 33.000 \text{ meter}$$

$$Lc_2 = 81.060 \text{ meter}$$

#### 3. Tikungan $PI_3$ (F-C)

$$Tt_3 = 81.335 \text{ meter}$$

$$Lc_3 = 148.983 \text{ meter}$$



4. Tikungan  $PI_4$  (S-C-S)

$$Tt_4 = 106.147 \text{ meter}$$

$$Ls_4 = 32.000 \text{ meter}$$

$$Lc_4 = 102.621 \text{ meter}$$

5. Tikungan  $PI_5$  (S-C-S)

$$Tt_5 = 73.280 \text{ meter}$$

$$Ls_5 = 30.000 \text{ meter}$$

$$Lc_5 = 61.867 \text{ meter}$$

$$\text{Sta A} = 0+000$$

$$\begin{aligned} \text{Sta } PI_1 &= \text{Sta A} + d_1 \\ &= (0+000) + 312,675 \\ &= 0 + 312,675 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Sta } TS_1 &= \text{Sta } PI_1 - Tt_1 \\ &= (0 + 312,675) - 42,513 \\ &= 0 + 270,162 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Sta } SC_1 &= \text{Sta } TS_1 + Ls_1 \\ &= (0 + 270,162) + 33 \\ &= 0 + 303,162 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Sta } CS_1 &= \text{Sta } SC_1 + Lc_1 \\ &= (0 + 303,162) + 16.740 \\ &= 0 + 319,902 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Sta } ST_1 &= \text{Sta } CS_1 + Ls_1 \\ &= (0 + 319,902) + 33 \\ &= 0 + 352,902 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
\text{Sta PI}_2 &= \text{Sta ST}_1 + d_2 - Tt_1 \\
&= (0 + 352,902) + 152,820 - 42,513 \\
&= 0 + 463,209
\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
\text{Sta TS}_2 &= \text{Sta PI}_2 - Tt_2 \\
&= (0 + 463,209) - 88.442 \\
&= 0 + 374.767
\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
\text{Sta SC}_2 &= \text{Sta TS}_2 + Ls_2 \\
&= (0 + 374.767) + 33 \\
&= 0 + 407.767
\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
\text{Sta CS}_2 &= \text{Sta SC}_2 + Lc_2 \\
&= (0 + 407.767) + 81.060 \\
&= 0 + 488.827
\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
\text{Sta ST}_2 &= \text{Sta CS}_2 + Ls_2 \\
&= (0 + 488.827) + 33 \\
&= 0 + 521.827
\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
\text{Sta PI}_3 &= \text{Sta ST}_2 + d_3 - Tt_2 \\
&= (0 + 521.827) + 460.674 - 88.442 \\
&= 0 + 894.059
\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
\text{Sta TC}_3 &= \text{Sta PI}_3 - Tc_3 \\
&= (0 + 894.059) - 81.335 \\
&= 0 + 812.724
\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
\text{Sta CT}_3 &= \text{Sta TC}_3 + Lc_3 \\
&= (0 + 812.724) + 148.983 \\
&= 0 + 961.707
\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Sta PI}_4 &= \text{Sta CT}_3 + d_4 - Tc_3 \\
 &= (0 + 961.707) + 491.456 - 81.335 \\
 &= 1 + 371.828
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Sta TS}_4 &= \text{Sta PI}_4 - Tt_4 \\
 &= (1 + 371.828) - 106.147 \\
 &= 1 + 265.681
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Sta SC}_4 &= \text{Sta TS}_4 + Ls_4 \\
 &= (1 + 265.681) + 32 \\
 &= 1 + 297.681
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Sta CS}_4 &= \text{Sta SC}_4 + Lc_4 \\
 &= (1 + 297.681) + 102.621 \\
 &= 1 + 400.302
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Sta ST}_4 &= \text{Sta CS}_4 + Ls_4 \\
 &= (1 + 400.302) + 32 \\
 &= 1 + 432.302
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Sta PI}_5 &= \text{Sta ST}_4 + d_5 - Tt_4 \\
 &= (1 + 432.302) + 199.633 - 106.147 \\
 &= 1 + 525.788
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Sta TS}_5 &= \text{Sta PI}_5 - Tt_5 \\
 &= (1 + 525.788) - 73.280 \\
 &= 1 + 452.508
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Sta SC}_5 &= \text{Sta TS}_5 + Ls_5 \\
 &= (1 + 452.508) + 30 \\
 &= 1 + 482,508
 \end{aligned}$$

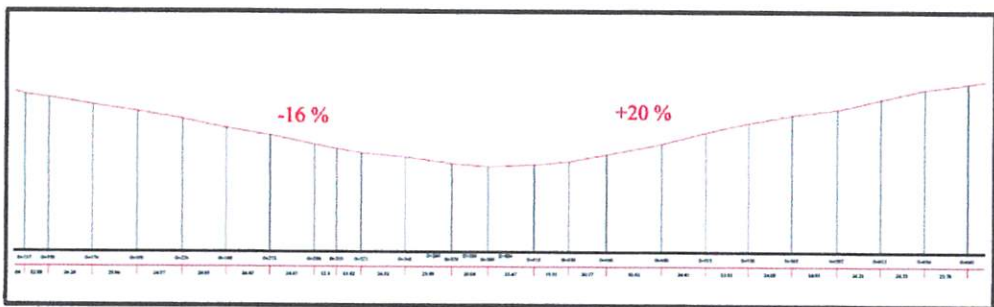
$$\begin{aligned}
 \text{Sta CS}_5 &= \text{Sta SC}_5 + \text{Lc}_5 \\
 &= (1 + 482,508) + 61.867 \\
 &= 1 + 544.375
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Sta ST}_5 &= \text{Sta CS}_5 + \text{Ls}_5 \\
 &= (1 + 544.375) + 30 \\
 &= 1 + 574.375
 \end{aligned}$$

### 3.8. Perhitungan Alinemen Vertikal

#### 3.8.1. Perhitungan Kelandaian Memanjang

Berdasarkan data profil memanjang yang telah dibuat, terdapat kemiringan jalan yang melebihi 15% yang merupakan batas dari kemiringan dalam jalan angkut, maka direncanakan aligment vertikal yang baru. Direncanakan kemiringan jalan seperti gambar dibawah ini, kemiringan jalan pada lapangan adalah -16% dan +20% karena terlalu curam maka direncanakan kelerengan kurang dari 15 %.



Gambar 3.7. Kemiringan jalan profil memanjang



Syarat keluwesan bentuk

$$\begin{aligned}Lv &= 0,6 \times Vr \\ &= 0,6 \times 40 \\ &= 24\end{aligned}$$

Syarat Drainase

$$\begin{aligned}Lv &= 40 \times A \\ &= 40 \times 30 \\ &= 1200\end{aligned}$$

Syarat kenyamanan

$$\begin{aligned}Lv &= \frac{Vr^2 \times A}{390} \\ &= \frac{40^2 \times 30}{390} \\ &= 123,08\end{aligned}$$

Dalam Tabel II.24 Bina Marga

untuk  $Lv$  dibawah  $>40$  adalah minimal 30 meter

Direncanakan lengkung vertikal diambil  $Lv$  60 meter.

$$\begin{aligned}Ev &= \frac{A \times Lv}{800} \\ &= \frac{30 \times 60}{800} \\ &= 2.25 \text{ m}\end{aligned}$$

$$x = \frac{1}{4}Lv$$

$$= \frac{1}{4} \times 60$$

$$= 15$$

$$y = \frac{A \times x^2}{200 \times Lv}$$

$$= \frac{30 \times 15^2}{200 \times 60}$$

$$= 0,5625$$

### 3.8.3. Perhitungan Stasioning :

#### a. Stationing lengkung vertikal PVI

$$\text{Sta PLV} = \text{Sta PVI} - (\frac{1}{2} \times Lv)$$

$$= 0 + 384 - (\frac{1}{2} \times 60)$$

$$= 0 + 354 \text{ m}$$

$$\text{Sta A}_2 = \text{Sta PVI} - (\frac{1}{4} \times Lv)$$

$$= 0 + 384 - (\frac{1}{4} \times 60)$$

$$= 0 + 369 \text{ m}$$

$$\text{Sta PPV} = \text{Sta PVI}$$

$$= 0 + 384 \text{ m}$$

$$\text{Sta B}_2 = \text{Sta PVI} + (\frac{1}{4} \times Lv)$$

$$= 0 + 384 + (\frac{1}{4} \times 60)$$

$$= 0 + 399 \text{ m}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Sta PTV} &= \text{Sta PVI} + \left(\frac{1}{2} \times L_v\right) \\
 &= 0 + 384 + \left(\frac{1}{2} \times 60\right) \\
 &= 0 + 414 \text{ m}
 \end{aligned}$$

Elevasi lengkung vertikal :

$$\begin{aligned}
 \text{Elevasi PLV} &= \text{Elevasi PVI} + \frac{1}{2}L_v \times g^2 \\
 &= 198 + (30 \times 15\%) \\
 &= 202,5 \text{ m}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Elevasi A} &= \text{Elevasi PVI} + \frac{1}{4}L_v \times g^2 + y \\
 &= 198 + (15 \times 15\%) + 0,5625 \\
 &= 200,80 \text{ m}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Elevasi PPV} &= \text{Elevasi PVI} + E_v \\
 &= 198 + 2,25 \\
 &= 200.25 \text{ m}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Elevasi B} &= \text{Elevasi PVI} + \frac{1}{4}L_v \times g^2 + y \\
 &= 198 + (10 \times 15\%) + 0,5625 \\
 &= 200,80 \text{ m}
 \end{aligned}$$

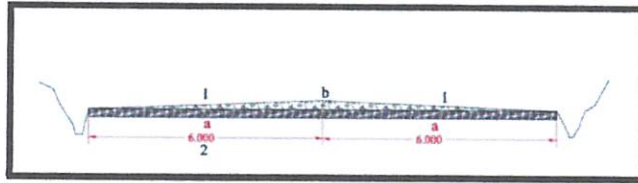
$$\begin{aligned}
 \text{Elevasi PLV} &= \text{Elevasi PVI} + \frac{1}{2}L_v \times g^2 \\
 &= 198 + (30 \times 15\%) \\
 &= 202,5 \text{ m}
 \end{aligned}$$



### 3.9. Badan Jalan

Perencanaan badan jalan seperti gambar dibawah ini:

#### a. Jalan lurus



Gambar 3.9. Badan Jalan untuk jalan lurus

Keterangan :

1. Permukaan jalan angkut
2. Bidang horizontal

- a. Jarak horizontal
- b. Tinggi vertikal pada poros memanjang jalan

Lebar jalan 9 meter :

Tinggi vertikal pada poros memanjang (b) :  $4,5 \text{ m} \times 40 \text{ mm/m} = 180 \text{ mm}$

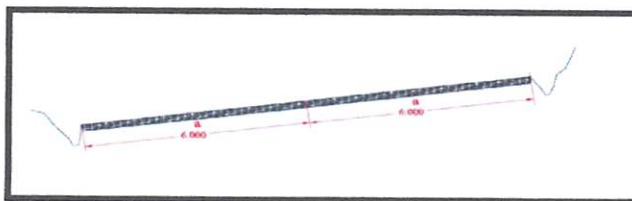
Lebar jalan 10 meter :

Tinggi vertikal pada poros memanjang (b) :  $5 \text{ m} \times 40 \text{ mm/m} = 200 \text{ mm}$

Lebar jalan 12 meter :

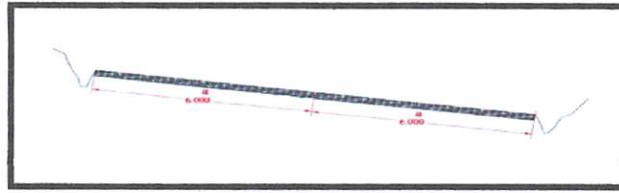
Tinggi vertikal pada poros memanjang (b) :  $6 \text{ m} \times 40 \text{ mm/m} = 240 \text{ mm}$

#### b. Tikungan ke kiri



Gambar 3.10. Badan Jalan untuk tikungan ke kiri

c. Tikungan ke kanan



Gambar 3.11. Badan Jalan untuk tikungan ke kanan

Badan jalan pada tikungan maksimal kemiringan adalah 6 %

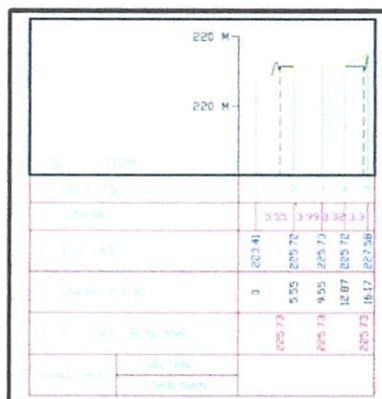
Lebar jalan 9 meter = 54 cm

Lebar jalan 12 meter = 72 cm

Dari gambar profil melintang jalan yang telah digambar sebelumnya di buat potongan berdasarkan badan jalan sesuai perencanaan. Perencanaan badan jalan disesuaikan dengan potongan melintang jalan agar seimbang antara pekerjaan galian dan timbunan. Pada pinggir jalan dibuat saluran drainase, yang berfungsi sebagai saluran air dan direncanakan bahu jalan sebesar 1 meter.

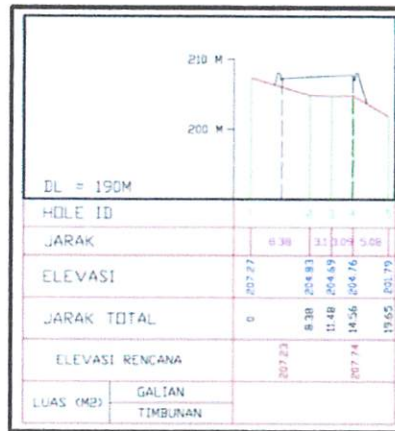
Model rencana potongan melintang jalan terdapat 3 macam:

a. Potongan melintang untuk jalan lurus



Gambar 3.12. Perencanaan badan jalan untuk jalan lurus

b. Potongan melintang pada tikungan



Gambar 3.13. Perencanaan badan jalan pada tikungan

Karena daerah penelitian merupakan daerah yang berbukit maka pada potongan melintang jalan pada rencana badan jalan dibuat per 50 meter. Potongan melintang di mulai dengan STA 0+000 sampai STA 1+570, pada potongan melintang jalan ini terdapat 33 profil.

### 3.10. Perhitungan Volume Galian dan Timbunan

Dari potongan rencana melintang jalan dihitung luas galian dan luas timbunan dengan menggunakan *Software Autodesk Land Desktop 2004*.

Rumus volume adalah

$$\text{Volume} = 1/2 \times \text{Jarak} \times (\text{Luas Penampang I} + \text{Luas Peampang II})$$

Keterangan :

Luas Penampang adalah Luas pada potongan melintang pada tanah asli dan rencana badan jalan.

a. Galian Sta 0+000 ke Sta 0+050

$$\begin{aligned}V_{0-050} &= \frac{1}{2} \times 50 \text{ m} \times (38,878 \text{ m}^2 + 61,125 \text{ m}^2) \\ &= \frac{1}{2} \times 50 \text{ m} \times 10,003 \text{ m}^2 \\ &= 250,075 \text{ m}^3\end{aligned}$$

b. Timbunan Sta 0+000 ke Sta 0+050

$$\begin{aligned}V_{0-050} &= \frac{1}{2} \times 50 \text{ m} \times (4,387 \text{ m}^2 + 3,747 \text{ m}^2) \\ &= \frac{1}{2} \times 50 \text{ m} \times 100,03 \text{ m}^2 \\ &= 203,35 \text{ m}^3\end{aligned}$$

Keseluruhan rencana potongan melintang jalan pada keseluruhan Sta dihitung menggunakan rumus yang sama seperti diatas. untuk memudah menghitung dapat menggunakan *Software Microsoft Excel 2007*.

Volume dibedakan menjadi 2 (dua) macam :

a. Volume Galian

Rencana elevasi badan jalan dibawah elevasi tanah asli

b. Volume Tumpukan

Rencana elevasi badan jalan diatas elevasi tanah asli.

Selisih antara volume galian dan volume tumpukan diharapkan sama atau selisih sedikit, supaya pekejaan galian dan timbunan berjalan efisien.

Keseluruhan hasil galian dan timbunan dapat dilihat pada table dibawah ini:

TABEL IX

## Volume galian dan timbunan pada Sta 0+000 sampai Sta 1+578

NO	Sta	Jarak	Galian (M <sup>2</sup> )	Timbunan (M <sup>2</sup> )	Galian (M <sup>3</sup> )	Timbunan (M <sup>3</sup> )
1	0+0	0	3.878	4.387		
2	0+050	50	6.125	3.747	250.083	203.338
3	0+098	48	50.742	0.000	1364.813	89.916
4	0+137	39	25.092	0.000	1478.763	0.000
5	0+199	62	22.772	0.000	1483.775	0.000
6	0+248	49	1.800	1.953	602.002	47.846
7	0+298	50	0.000	17.355	45.000	482.705
8	0+348	50	0.000	41.106	0.000	1461.525
9	0+394	46	0.000	31.674	0.000	1673.931
10	0+460	66	0.000	63.867	0.000	3152.856
11	0+515	55	0.000	19.850	0.000	2302.226
12	0+562	47	4.383	5.840	103.003	603.722
13	0+612	50	30.095	0.000	861.948	146.005
14	0+660	48	56.750	0.000	2084.275	0.000
15	0+709	49	28.456	0.000	2087.549	0.000
16	0+759	50	50.630	0.000	1977.155	0.000
17	0+806	57	2.175	6.707	61.985	191.161
18	0+856	50	4.119	3.327	102.965	83.185
19	0+902	46	3.899	5.382	184.400	200.323
20	0+956	54	1.756	2.426	152.680	210.824
21	1+004	48	0.471	4.000	53.453	154.224
22	1+054	50	5.144	30.000	140.378	850.000
23	1+104	50	3.432	3.833	214.393	845.820
24	1+154	50	3.823	4.644	181.373	211.915
25	1+204	50	4.642	5.699	211.633	258.580
26	1+252	48	5.028	3.327	232.087	216.631
27	1+299	47	4.103	4.461	214.571	183.025
28	1+358	59	6.974	6.953	326.760	336.725
29	1+415	57	7.136	6.061	402.132	370.902
30	1+452	37	3.184	8.506	190.920	269.484
31	1+502	50	9.412	15.215	314.903	593.018
32	1+553	51	9.143	15.949	473.153	794.695
33	1+578	24	10.511	8.385	235.846	292.009
JUMLAH					16031.9931	16226.58985

Berdasarkan hasil yang didapat kesimpulan bahwa

Jumlah keseluruhan Galian sebesar **16.877,901 M<sup>3</sup>**

Jumlah keseluruhan Timbunan sebesar **16.877,901 M<sup>3</sup>**

Jadi terdapat sisa galian sebesar **194,597 M<sup>3</sup>**

## BAB IV

### HASIL DAN PEMBAHASAN

#### 4.1. Hasil Perencanaan Geometri Jalan Angkut

##### 4.1.1. Hasil Alinemen Horizontal Jalan Angkut

###### 4.1.1.1. Lebar jalan

1. Lebar jalan lurus

Lebar minimal jalan lurus adalah 9 meter.

2. Lebar jalan pada tikungan

Lebar minimal jalan pada tikungan adalah 11 meter.

###### 4.1.1.2. Jari-jari tikungan

a. Tikungan  $P_1$

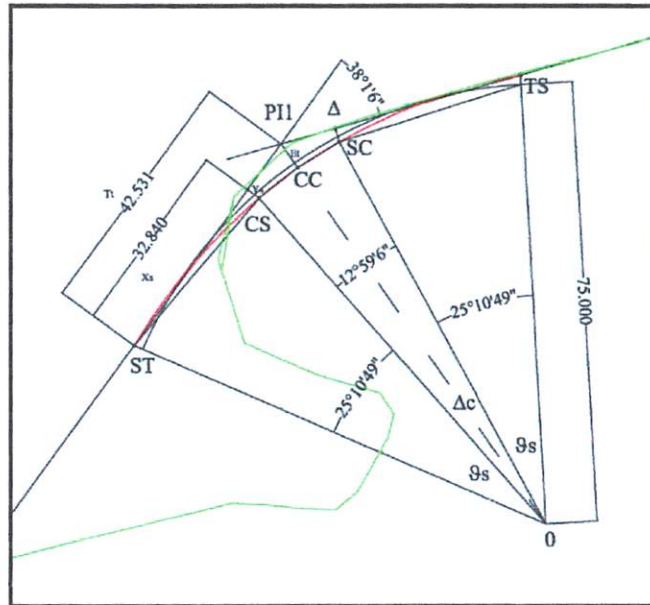
Tabel Hitungan  $P_1$

Tikungan S-C-S						
$\Delta P_1$	$e_{tjd}$ (%)	(Meter)				
		Rd	Ls	Xs	Ys	Lc
38°01'06"	5,7	75	33	32.840	2.420	16.740
			<b>p</b>	<b>k</b>	<b>Tt</b>	<b>Et</b>
			0.610	16.465	42.513	4.971

Tabel Koordinat Kurva  $P_1$

P1	TITIK	EASTING	NORTHING
	TS	390410.425	9398632.509
	SC	390445.447	9398667.218
	CC	390438.310	9398662.812
	CS	390431.715	9398657.630
	ST	390410.425	9398632.509

### Alinemen Horizontal



Gambar 4.1. Tikungan P<sub>1</sub>

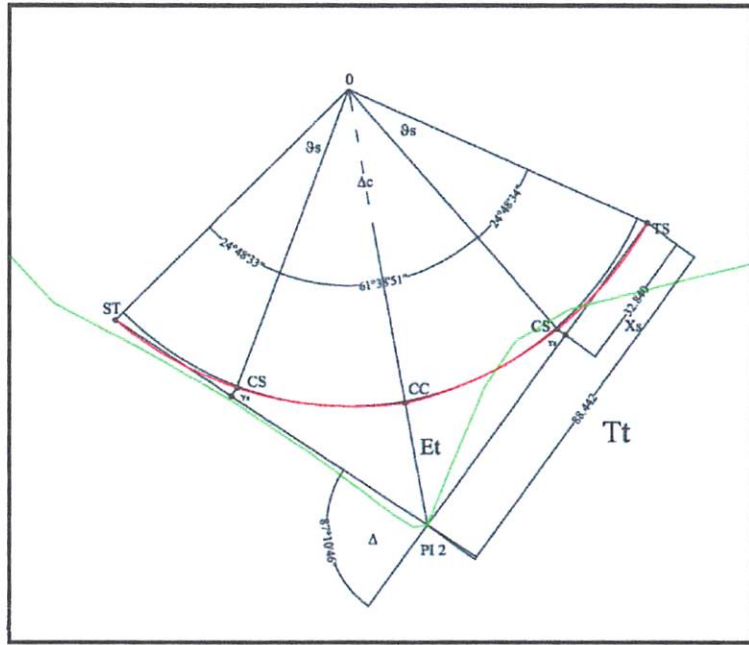
b. Tikungan P<sub>2</sub>

Tabel Hitungan P<sub>2</sub>

Tikungan S-C-S							
$\Delta PI_2$	$e_{tjd}$ (%)	(Meter)					
		Rd	Ls	Xs	Ys	Lc	
87°10'46"	4,0	75		33	32.840	2.420	81.06
				p	k	Tt	Et
				0.61	16.465	88.442	29.391

Tabel Koordinat Kurva P<sub>2</sub>

	TITIK	EASTING	NORTHING
P2	TS	390396.959	9398614.022
	SC	390375.669	9398588.901
	CC	390339.613	9398571.445
	CS	390299.716	9398575.040
	ST	390270.925	9398591.020



Gambar 4.2. Tikungan P<sub>2</sub>

c. Tikungan PI<sub>3</sub>

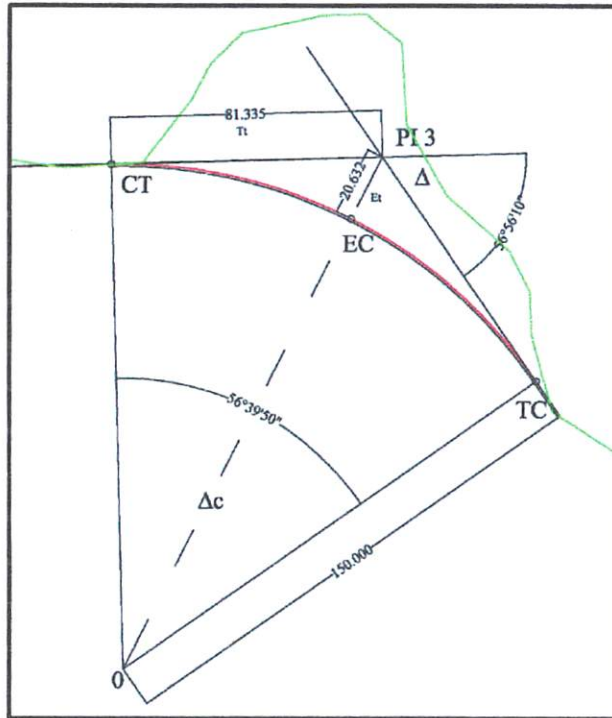
Tabel Hitungan P<sub>3</sub>

Tikungan F-C						
$\Delta PI_3$	$e_{tjd}$ (%)	(Meter)				
		Rd	Ls	Xs	Ys	Lc
56°56'10"	2,7	150	60			148.98
			p	k	Tt	Et
					81.335	20.632

Tabel Koordinat Kurva P<sub>3</sub>

P3	TITIK	EASTING	NORTHING
	TC	390011.815	9398714.113
	EC	389956.268	9398762.650
	CT	389884.301	9398778.839





Gambar 4.3. Tikungan P<sub>3</sub>

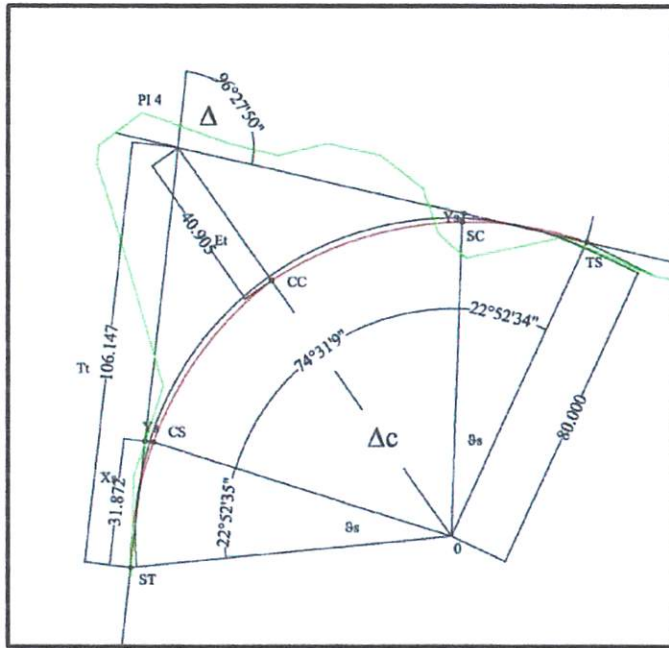
d. Tikungan P<sub>4</sub>

Tabel Hitungan P<sub>4</sub>

Tikungan S-C-S						
ΔPI <sub>4</sub>	e <sub>tjd</sub> (%)	(Meter)				
		Rd	Ls	Xs	Ys	Lc
96°27'50"	5,4	80	32	31.872	2.133	35.310
			<b>p</b>	<b>k</b>	<b>Tt</b>	<b>Et</b>
			0.537	15.97	106.15	40.905

Tabel Koordinat Kurva P<sub>4</sub>

P4	TITIK	EASTING	NORTHING
	TS	389582.638	9398778.497
	SC	389551.096	9398783.549
	CC	389502.821	9398768.862
	CS	389472.939	9398728.202
	ST	389467.232	9398696.773



Gambar 4.4. Tikungan P<sub>4</sub>

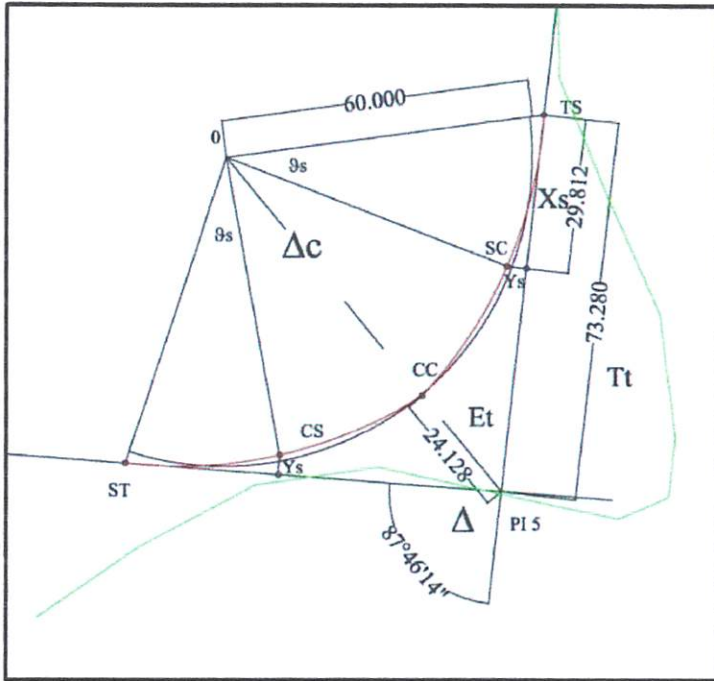
e. Tikungan P<sub>5</sub>

Tabel Hitungan P<sub>5</sub>

Tikungan S-C-S						
ΔPI <sub>5</sub>	e <sub>tjd</sub> (%)	(Meter)				
		Rd	Ls	Xs	Ys	Lc
87°46'14"	6,8	60	30	29.813	2.500	61.867
			p	k	Tt	Et
			0.633	14.961	73.28	24.127

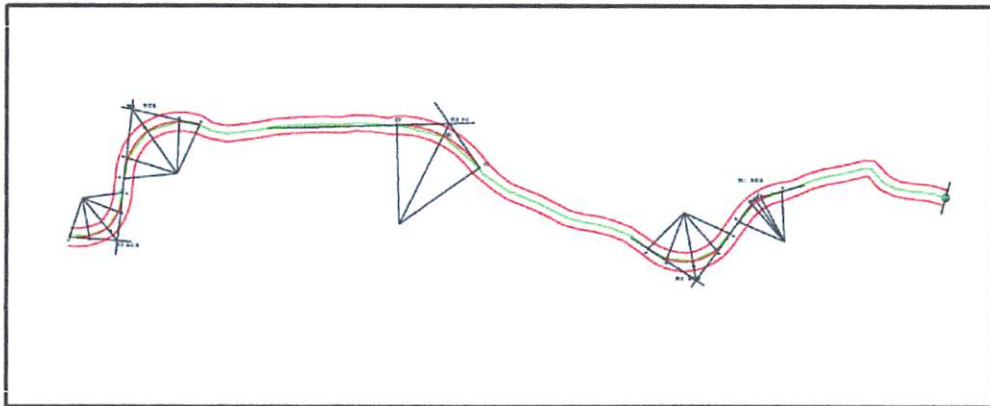
Tabel Koordinat Kurva P<sub>5</sub>

P5	TITIK	EASTING	NORTHING
	TS	389464.753	9398674.893
	SC	389457.629	9398645.725
	CC	389441.107	9398620.655
	CS	389413.435	9398609.081
	ST	389383.453	9398607.487



Gambar 4.5. Tikungan P<sub>5</sub>

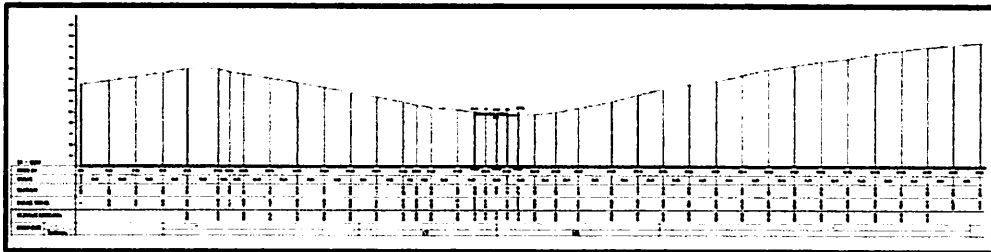
### Hasil perencanaan alinemen horizontal jalan angkut



Gambar 4.6. Hasil perencanaan alinemen horizontal

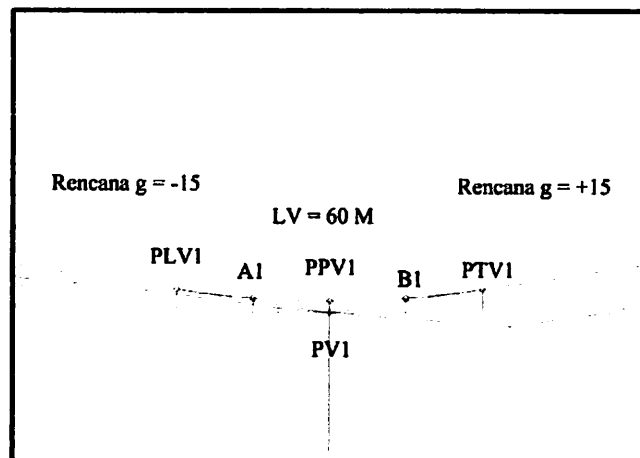
## 4.1.2. Hasil Alinemen Vertikal Jalan Angkut

### 4.1.2.1 Kemiringan Jalan



Gambar 4.7. Hasil perencanaan kemiringan jalan

### 4.1.2.2. Lengkung Vertikal



Gambar 4.8. Hasil lengkung vertikal

Kecepatan rencana  $< 40 \text{ km/jam}$

Lengkung Vertikal ( $L_v$ ) = 60 Meter

$E_v = 0,1 \text{ Meter}$

$g_1 = -15 \text{ Meter}$

$g_2 = +15 \text{ Meter}$

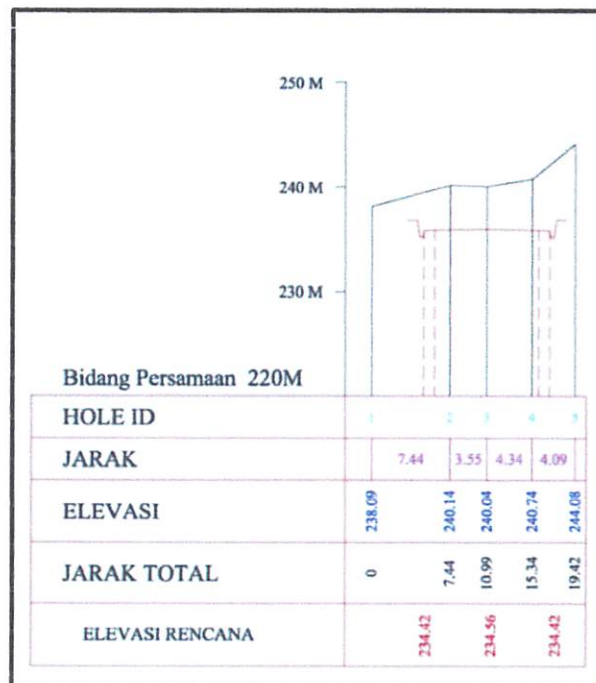
$y = 2,25 \text{ Meter}$

## Stationing dan elevasi kurva lengkung vertikal

Stationing	Elevasi
PLV = 0 + 354 m	PLV = 202,50 m
A = 0 + 369 m	A = 200,80 m
PVI = 0 + 384 m	PVI = 200,25 m
B = 0 + 399 m	B = 200,80 m
PTV = 0 + 414 m	PTV = 202,50 m

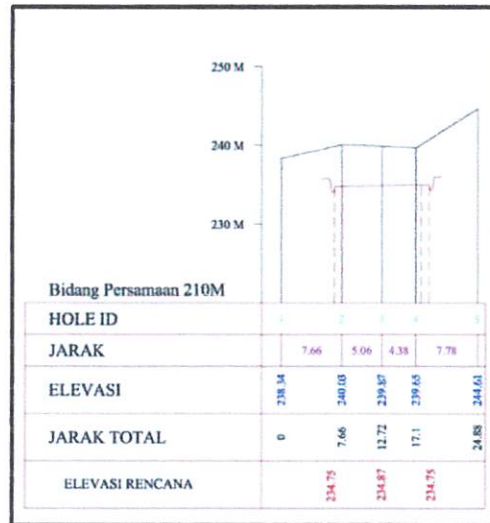
### 4.1.4. Hasil Badan Jalan

- a. Badan jalan untuk jalan lurus pada profil melintang



Gambar 4.9. Hasil perencanaan badan jalan

b. Badan jalan untuk tikungan pada profil melintang



Gambar 4.10. Hasil perencanaan badan jalan pada tikungan

Hasil terlampir pada pada gambar Potongan Melintang.

#### 4.1.5. Hasil Diagram Superelevasi

Hasil terlampir pada gambar Diagram Superelevasi

### 4.2. Analisa Perencanaan Geometri Jalan Angkut

#### 4.2.1. Analisa Alinemen Horizontal Jalan Angkut

##### 4.2.1.1. Lebar jalan lurus

Menurut kaidah AASHTO berdasarkan rencana alat dan kendaraan yang digunakan maka didapat lebar minimal jalan lurus adalah 9 meter. Berdasarkan gambar profil melintang jalan, jalan *eksplorasi* mempunyai lebar 4-7 meter maka untuk membuat jalan angkut untuk kegiatan eksploitasi pada jalan lurus tersebut dilakukan pelebaran jalan 2-5 meter, untuk pengambilan pelebaran jalan dapat melihat dari gambar profil melintang jalan.

#### **4.2.1.2. Lebar jalan pada tikungan**

Menurut kaidah AASHTO berdasarkan rencana alat dan kendaraan yang digunakan lebar minimal pada tikungan adalah 11 meter dengan keterangan pada tikungan dilebarkan 1 meter pada kedua sisi jalan. Pada jalan eksplorasi lebar tikungan 5-7 meter maka untuk membuat jalan angkut untuk kegiatan eksploitasi pada daerah tikungan dilakukan pelebaran 4-6 meter. Dalam pengambilan pelebaran jalan dapat melihat dari gambar rencana potongan melintang jalan.

#### **4.2.1.3. Jari-jari tikungan**

Berdasarkan peta jalan eksplorasi yang telah dibuat sebelumnya dapat dianalisa bahwa semua tikungan pada jalan eksplorasi tersebut tidak memenuhi syarat menurut Tata Cara Bina Marga tentang Perencanaan Geometrik Jalan Antar Kota Th 2007. Maka untuk meningkatkan jalan eksplorasi menjadi jalan eksploitasi maka dilakukan perencanaan jari-jari tikungan yang sesuai Tata Cara Bina Marga karena jalan eksploitasi harus memperhatikan kenyamanan dan keselamatan agar memperlancar kegiatan produksi tambang. Terdapat 5 jari-jari tikungan pada jalan tersebut terdiri dari 4 tikungan S-C-S dan 1 tikungan F-C.

### **4.2.2. Analisa Alinemen Vertikal Jalan Angkut**

#### **4.2.2.1. Kemiringan Jalan**

Berdasarkan gambar profil memanjang terdapat 2 kemiringan jalan angkut yang melebihi kelerengan 15%, yaitu :

- a. Sta 0+125 sampai Sta 0+394
- b. Sta 1+394 sampai Sta 1+783

Untuk memperoleh jalan angkut yang sesuai dengan Tata Cara Bina Marga maka direncanakan kemiringan jalan angkut kurang dari 15% yang merupakan batas atas kemiringan pada daerah yang ekstrim, agar truk pengangkut (*Dump Truck*) dan kendaraan tambang lainnya dapat berakselerasi secara maksimal.

#### **4.2.2.2. Lengkung Vertikal**

Dari rencana kemiringan jalan dibuat lengkung vertikal berbentuk cekung. Lengkung vertikal cekung ini dibuat untuk faktor kenyamanan dan keselamatan bagi penemudi kendaraan.

#### **4.2.3. Analisa Badan Jalan**

##### **a. Badan jalan pada jalan lurus**

Pada bagian as jalan harus lebih tinggi dari pinggir jalan agar air dapat mengalir pada drainase, ini berguna agar jalan tidak terlalu rusak apabila terjadi hujan. Pada perencanaan potongan melintang jalan untuk jalan lurus direncanakan 3%, untuk toleransi kemiringan badan jalan diharapkan memenuhi kriteria 2% - 6%, tergantung dari topografi daerah tersebut supaya mempercepat pekerjaan galian dan timbunan.

##### **b. Badan jalan pada tikungan**

Pada badan jalan ini sudut melintang minimal 3% dan maksimal 6 %, jadi untuk lebar jalan 11-12 meter mempunyai perbedaan elevasi 24 cm sampai 72 cm. Sudut kemiringan jalan dipengaruhi oleh topografi daerah tersebut. Drainase pada badan jalan pada tikungan mempunyai kemiringan maksimal, supaya pada saat hujan turun aliran air pada jalan angkut tidak membuat aliran seperti aliran sungai yang dapat menyebabkan kerusakan jalan.



#### 4.2.4. Analisa Diagram Superelevasi

Superelevasi berguna untuk mengimbangi gaya sentrifugal kendaraan pada saat melintas pada sebuah tikungan. Terdapat 4 macam bertipe SCS (*Spiral-Circle-Spiral*) dan 1 macam bertipe FC (*Full Circle*). Pada tikungan jalan dipasang rambu batas maksimal kecepatan yang direncanakan, supaya dapat mengimbangi kendaraan saat melaju pada kecepatan rencana (VR).



# **BAB V**

## **PENUTUP**

### **5.1. Kesimpulan**

Kesimpulan yang dapat diambil dari penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Lebar jalan angkut sesuai kendaraan yang digunakan adalah minimal lebar jalan sebesar 9 meter untuk jalan lurus sedangkan pada tikungan dilakukan pelebaran 1 meter pada kedua sisi jalan, sehingga lebar pada tikungan adalah 11 meter.
2. Kemiringan jalan angkut yang baik adalah kurang dari 10 %.
3. Besarnya jari-jari tikungan itu dipengaruhi oleh kecepatan rencana ( $V_r$ ), sedangkan Jari-jari tikungan dan kecepatan rencana mempengaruhi jenis tipe *Full Circle (FC)* atau *Spiral Circle Spiral (SCS)*.
4. Hasil dari perbandingan perhitungan volume galian dan timbunan adalah sebesar  $194,597 \text{ M}^3$  yang berupa galian.

### **5.2. Saran**

Mengacu kepada uraian analisis pada Bab IV, beberapa saran yang dapat dikemukakan sebagai berikut :

1. Untuk Merencanaan jalan angkut disarankan agar mengambil dari bermacam-macam pedoman teknis perencanaan geometri jalan.
2. Perencanaan jalan angkut pertambangan nikel pada lokasi wilayah Halmahera akan mempunyai karakteristik yang berbeda, itu dapat menjadi bahan untuk penelitian yang menarik.

## DAFTAR PUSTAKA

- Direktorat Jenderal Bina Marga, Bina Perencanaan, 1990, *Spesifikasi Standar untuk Perencanaan Geometrik Jalan Luar Kota*.
- AASHTO, 1990, *A Policy on Geometric Design of Highways and Streets*
- Departemen Pekerjaan Umum, 1997, *Tata Cara Perencanaan Geometrik Jalan Antar Kota*, Direktorat Jendral Bina Marga, Jakarta.
- [http://nursyamsu05.files.wordpress.com/2012/04/geometric-design\\_chapter-2\\_basic-design.pdf](http://nursyamsu05.files.wordpress.com/2012/04/geometric-design_chapter-2_basic-design.pdf) [Diakses tanggal 30 Oktober 2012]
- Hendarsin, S. L. 2000, *Penuntun Praktis Perencanaan Teknik Jalan Ray*, Politeknik Negeri Bandung, Bandung.
- Republik Indonesia, 2004, Peraturan Menteri Pekerjaan Umum No. 11 Tahun 2011 *tentang Jalan Pedoman Penyelenggaraan Jalan khusus* .
- Republik Indonesia, 2011, Undang Undang No. 38 Tahun 2004 *tentang Jalan*.
- Suwandhi, 2004, *Diklat Perencanaan Tambang Terbuka*, Unisba, Bandung.
- Sukirman.Silvia, 1999 “Dasar-dasar Perencanaan Geomatrik Jalan,” NOVA, Bandung.
- Wongsotjitro, 1980, *Ilmu Ukur Tanah*, Kanisius, Yogyakarta.
- Tannant dan Regensburg, 2001, *Guidelines For Mine Haul Road Design*. School of Engineering, University of British Columbia. Canada.
- [www.komatsu.com](http://www.komatsu.com)
- [www.sakaiamerica.com](http://www.sakaiamerica.com)

## **LEMBAR LAMPIRAN**

**Diagram Superelevasi dan Potongan Melintang**

**Rencana Badan Jalan**

Diagram Superelevasi PI 1  
SCS (Spiral-Circle-Spiral)

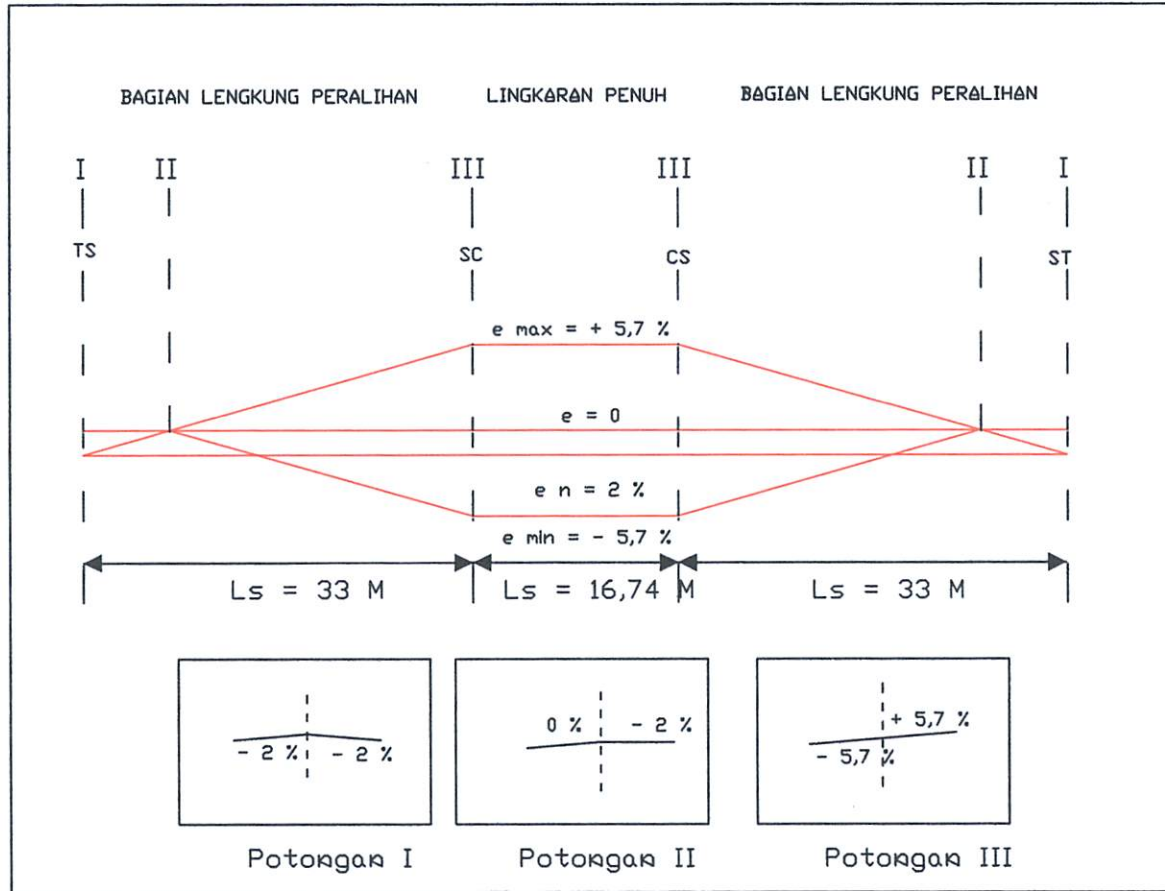
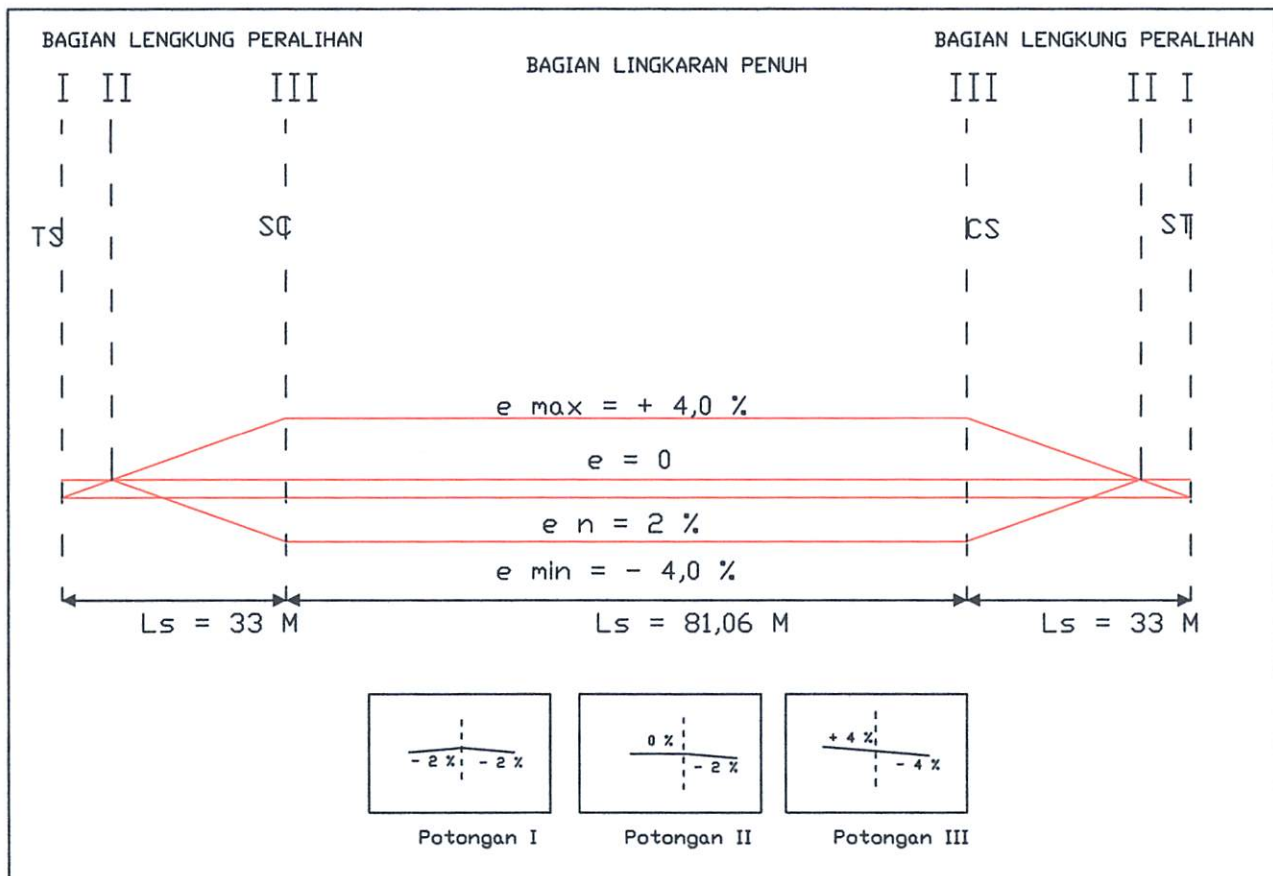


Diagram Superelevasi PI 2  
SCS (Spiral-Circle-Spiral)



## Diagram Superelevasi PI 3 FC (Full Circle)

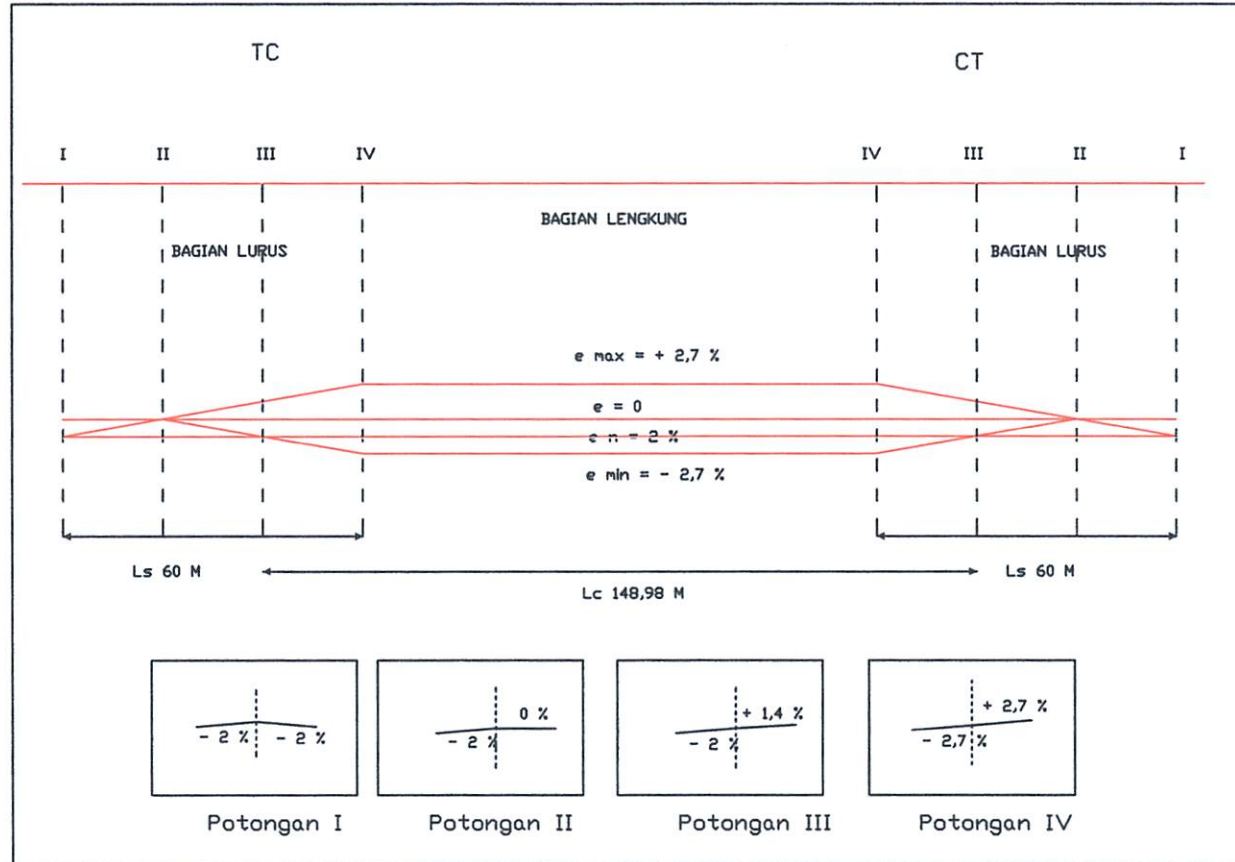
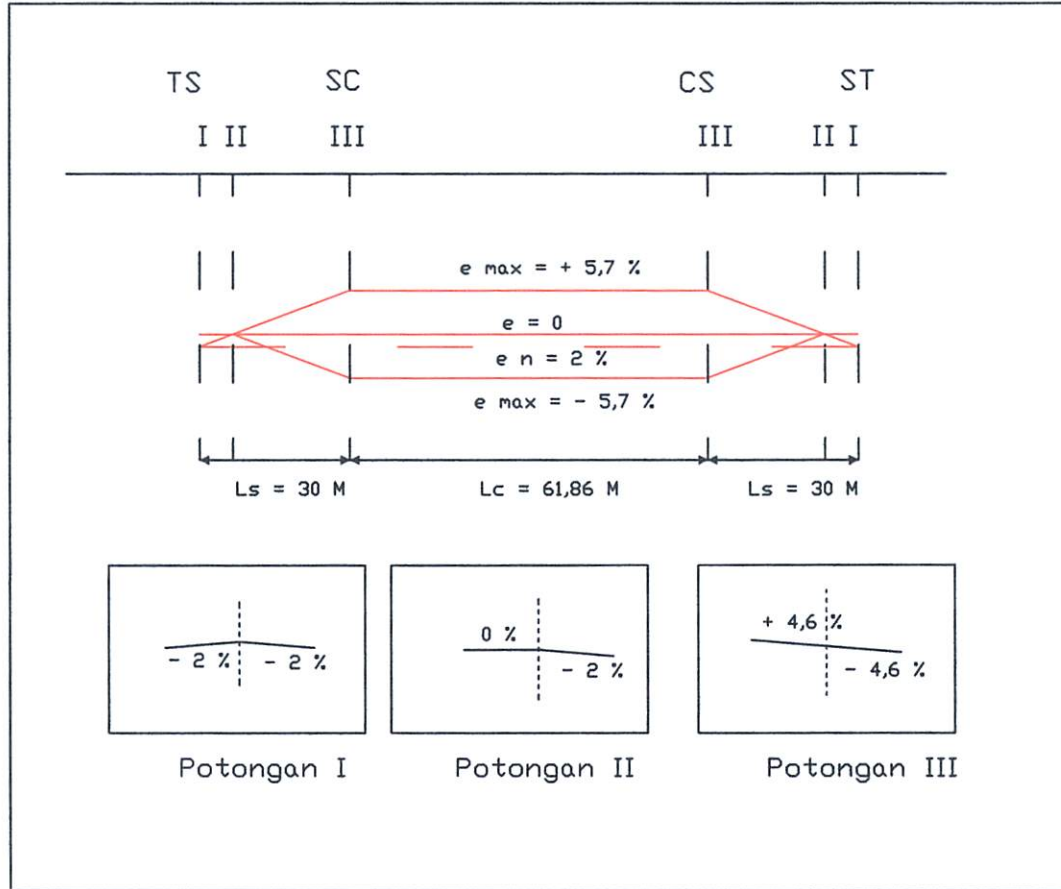




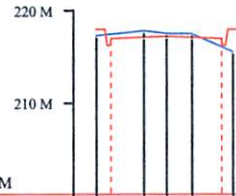


Diagram Superelevasi PI 5  
SCS (Spiral-Circle-Spiral)



# TIKUNGAN PI 1 S-C-S

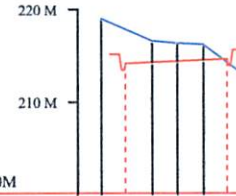
## TS



DATUM ELEVASI = 200M

HOLE ID	1	2	3	4	5
JARAK		5.11	2.45	2.74	4.4
ELEVASI	217.11	217.65	217.35	217.31	215.39
JARAK TOTAL	0	5.11	7.56	10.3	14.7
ELEVASI RENCANA	217.41	217.02		217.41	

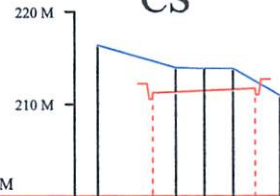
## SC



DATUM ELEVASI = 200M

HOLE ID	1	2	3	4	5
JARAK		5.52	2.7	2.81	4.37
ELEVASI	218.795	216.43	216.175	216.035	212.77
JARAK TOTAL	0	5.52	8.21	11.03	15.4
ELEVASI RENCANA	214.00	214.24		214.48	

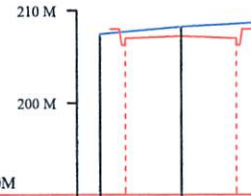
## CS



DATUM ELEVASI = 200M

HOLE ID	1	2	3	4	5
JARAK		8.38	3.1	3.09	5.08
ELEVASI	216.27	213.83	213.69	213.76	210.79
JARAK TOTAL	0	8.38	11.48	14.56	19.65
ELEVASI RENCANA		211.08	211.32		211.54

## ST

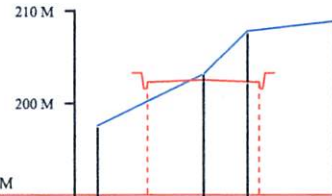


DATUM ELEVASI = 190M

HOLE ID	1	2	3
JARAK		8.78	8.45
ELEVASI	207.31	208.08	208.56
JARAK TOTAL	0	8.78	17.22
ELEVASI RENCANA	207.84	208.08	207.84

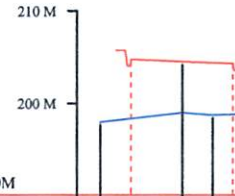
# TIKUNGAN PI 2 S-C-S

## TS



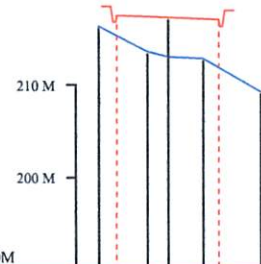
DATUM ELEVASI = 190M	
HOLE ID	1 2 3 4
JARAK	11.37 4.73 9.36
ELEVASI	197.43 202.96 207.64 208.69
JARAK TOTAL	0 11.37 16.1 25.46
ELEVASI RENCANA	202.13 202.35 202.13

## SC



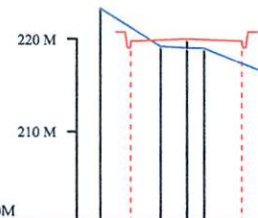
DATUM ELEVASI = 190M	
HOLE ID	1 2 3 4
JARAK	8.86 3.29 3.95
ELEVASI	197.82 198.82 198.56 198.73
JARAK TOTAL	0 8.86 12.15 16.1
ELEVASI RENCANA	204.08 204.32 204.08

## CS



DATUM ELEVASI = 190M	
HOLE ID	1 2 3 4 5
JARAK	5.25 2.23 3.78 6.23
ELEVASI	216.19 213.45 212.86 212.68 209.12
JARAK TOTAL	0 5.25 7.48 11.26 17.49
ELEVASI RENCANA	217.33 217.09 216.85

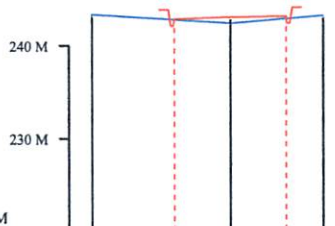
## ST



DATUM ELEVASI = 200M	
HOLE ID	1 2 3 4 5
JARAK	6.49 2.85 1.87 7.27
ELEVASI	223.17 219.04 218.88 218.83 215.92
JARAK TOTAL	0 6.49 9.34 11.21 18.47
ELEVASI RENCANA	219.59 219.83 219.59

# TIKUNGAN PI 3 FC

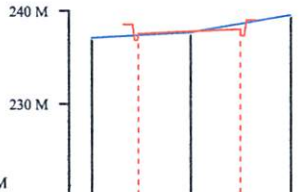
TC



DATUM ELEVASI = 240M

HOLE ID	1	2	3
JARAK		14.88	9.96
ELEVASI	263.2	262.27	263.11
JARAK TOTAL	0	14.88	24.84
ELEVASI RENCANA		262.74	263.10

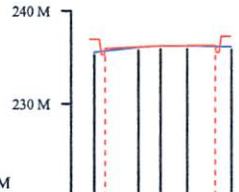
CC



DATUM ELEVASI = 240M

HOLE ID	1	2	3
JARAK		10.63	10.78
ELEVASI	256.89	257.47	259.37
JARAK TOTAL	0	10.63	21.42
ELEVASI RENCANA		257.37	257.85

CT

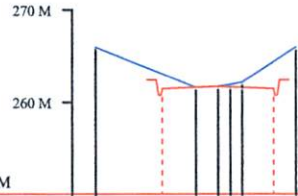


DATUM ELEVASI = 240M

HOLE ID	1	2	3	4	5
JARAK		4.84	2.4	2.91	4.85
ELEVASI	255.35	255.91	256.03	256.09	255.98
JARAK TOTAL	0	4.84	7.24	10.15	15
ELEVASI RENCANA	254.79		256.03		256.19

# TIKUNGAN PI 4 S-C-S

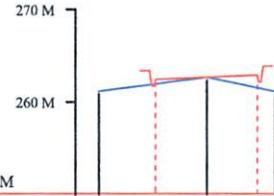
## TS



DATUM ELEVASI = 250M

HOLE ID	1	2	3	4	5	6
JARAK		10.84	2.38	1.3	1.3	5.77
ELEVASI	265.81	261.46	261.54	261.76	261.99	265.81
JARAK TOTAL	0	10.84	13.22	14.52	15.83	21.6
ELEVASI RENCANA		261.30	261.54			261.30

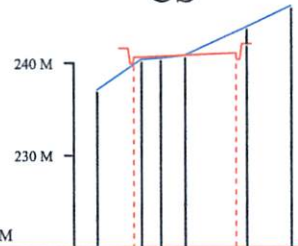
## SC



DATUM ELEVASI = 250M

HOLE ID	1	2	3
JARAK		11.61	7.4
ELEVASI	260.96	262.48	260.96
JARAK TOTAL	0	11.61	19.01
ELEVASI RENCANA		262.24	262.72

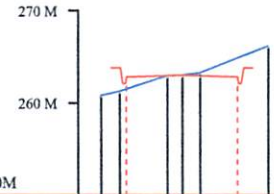
## CS



DATUM ELEVASI = 240M

HOLE ID	1	2	3	4	5	6
JARAK		4.81	2.12	6.63	6.62	4.81
ELEVASI	256.97	260.26	260.39	260.70	263.74	266.02
JARAK TOTAL	0	4.81	6.91	9.54	16.16	20.97
ELEVASI RENCANA		260.46	260.70		260.94	

## ST

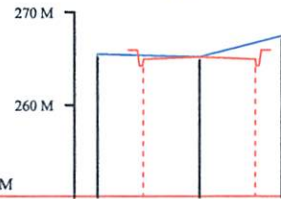


DATUM ELEVASI = 250M

HOLE ID	1	2	3	4	5	6
JARAK		1.98	5.14	1.62	1.91	7.38
ELEVASI	260.65	261.12	262.85	262.94	263.16	266.06
JARAK TOTAL	0	1.98	7.13	8.74	10.65	18.03
ELEVASI RENCANA		262.70	262.94			262.70

# TIKUNGAN PI 5 S-C-S

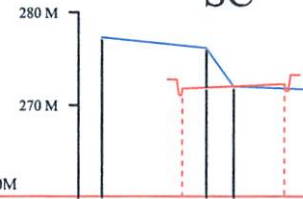
## TS



DATUM ELEVASI = 250M

HOLE ID	1	2	3
JARAK		10.97	8.81
ELEVASI	265.3	265.01	267.257
JARAK TOTAL	0	10.97	19.78
ELEVASI RENCANA	264.77	265.01	264.77

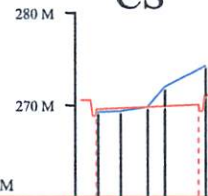
## SC



DATUM ELEVASI = 260M

HOLE ID	1	2	3	4
JARAK		11.24	2.96	8.34
ELEVASI	277.13	275.98	271.85	271.50
JARAK TOTAL	0	11.24	14.2	22.54
ELEVASI RENCANA		271.61	271.85	272.09

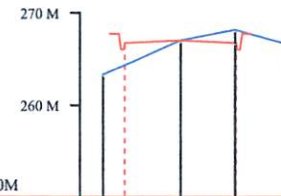
## CS



DATUM ELEVASI = 260M

HOLE ID	1	2	3	4	5
JARAK		2.43	2.94	1.83	4.4
ELEVASI	269.15	269.26	269.71	271.85	274.14
JARAK TOTAL	0	2.43	5.37	7.2	11.6
ELEVASI RENCANA	269.47	269.71			269.95

## ST



DATUM ELEVASI = 250M

HOLE ID	1	2	3	4
JARAK		8.37	5.83	5.83
ELEVASI	263.17	269.60	268.01	266.43
JARAK TOTAL	0	8.37	14.2	20.04
ELEVASI RENCANA	269.36	269.60	269.36	

**Gambar Potongan Melintang  
Pada Rencana Badan Jalan**



### Profil Melintang

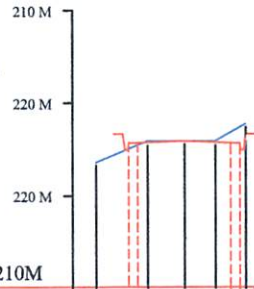
LEGENDA :

- Elevasi Tanah Asli
- Elevasi Rencana

Skala Vr 1: 750

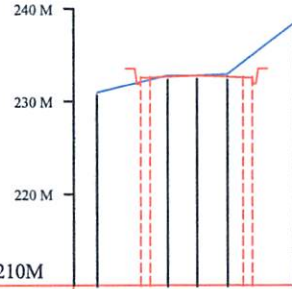
Skala Hz 1 : 750

### Rencana Badan Jalan



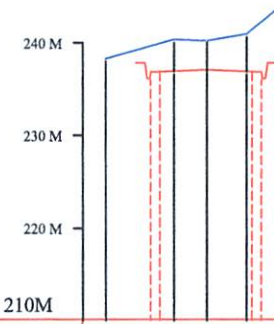
DATUM ELEVASI 210M

HOLE ID	1	2	3	4	5
JARAK		5.55	3.99	3.32	3.3
ELEVASI	223.41	225.72	225.73	225.72	227.58
JARAK TOTAL	0	5.55	9.55	12.87	16.17
ELEVASI RENCANA		225.49	225.73	225.49	



DATUM ELEVASI 210M

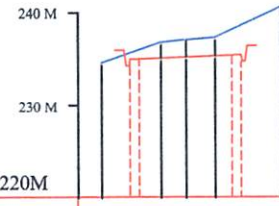
HOLE ID	1	2	3	4	5
JARAK		7.57	3.17	3.28	7.26
ELEVASI	230.76	232.62	232.62	232.78	238.3
JARAK TOTAL	0	7.57	10.74	14.02	21.29
ELEVASI RENCANA		232.38	232.62	232.38	



DATUM ELEVASI 210M

HOLE ID	1	2	3	4	5
JARAK		7.44	3.55	4.34	4.09
ELEVASI	238.09	240.14	240.04	240.71	244.08
JARAK TOTAL	0	7.44	10.99	15.34	19.42
ELEVASI RENCANA		234.69	235.93	234.69	

0+0

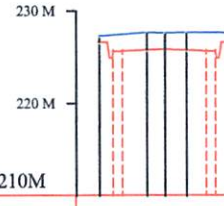


DATUM ELEVASI 220M

HOLE ID	1	2	3	4	5
JARAK		6.46	2.68	3.12	7.11
ELEVASI	234.44	236.68	236.94	237.17	240.46
JARAK TOTAL	0	6.46	9.13	12.25	19.37
ELEVASI RENCANA		234.84	235.08	235.32	

0+137

0+50

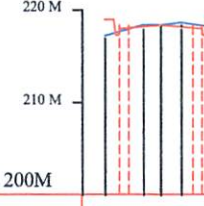


DATUM ELEVASI 210M

HOLE ID	1	2	3	4	5
JARAK		5.12	1.94	2.33	4.33
ELEVASI	227.15	227.54	227.47	227.52	227.5
JARAK TOTAL	0	5.12	7.06	9.39	13.72
ELEVASI RENCANA		227.53	225.77	226.51	

0+199

0+98



DATUM ELEVASI 200M

HOLE ID	1	2	3	4	5
JARAK		4.15	1.93	2.19	3.19
ELEVASI	217.08	218.26	218.24	218.51	218.05
JARAK TOTAL	0	4.15	6.09	8.28	11.47
ELEVASI RENCANA		218.00	218.24	218.00	

0+248

### Profil Melintang

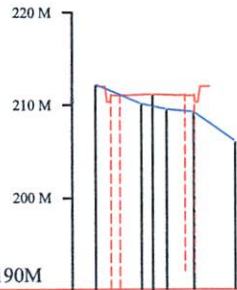
LEGENDA :

- Elevasi Tanah Asli
- Elevasi Rencana

Skala Vr 1 : 750

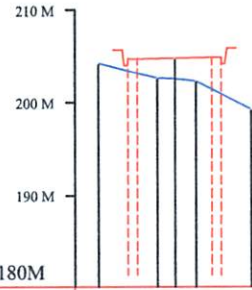
Skala Hz 1 : 750

### Rencana Badan Jalan



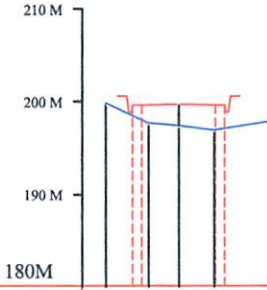
DATUM ELEVASI 190M

HOLE ID	1	2	3	4	5	
JARAK		4.96	2.73	2.9	4.48	
ELEVASI		212.05	209.98	209.39	209.11	205.96
JARAK TOTAL	0	4.96	7.68	10.59	15.07	
ELEVASI RENCANA		210.81	210.99	210.81		



DATUM ELEVASI 180M

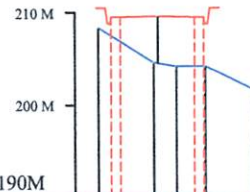
HOLE ID	1	2	3	4	5	
JARAK		6.34	1.89	2.26	5.99	
ELEVASI		204.1	202.47	202.4	202.15	199.12
JARAK TOTAL	0	6.34	8.23	10.49	16.48	
ELEVASI RENCANA		204.40	204.65	204.90		



DATUM ELEVASI 180M

HOLE ID	1	2	3	4	5	
JARAK		4.69	3.28	3.81	6.45	
ELEVASI		199.69	197.53	197.23	196.78	197.76
JARAK TOTAL	0	4.69	7.97	11.78	18.23	
ELEVASI RENCANA		199.33	199.53	199.33		

0+298

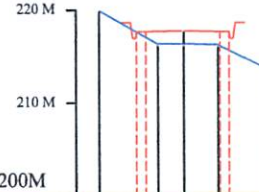


DATUM ELEVASI 190M

HOLE ID	1	2	3	4	5	
JARAK		6.01	2.43	3.09	5.14	
ELEVASI		208.26	204.46	204.07	204.08	201.58
JARAK TOTAL	0	6.01	8.44	11.53	16.66	
ELEVASI RENCANA		199.27	199.47	199.27		

0+460

0+348

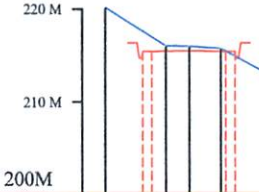


DATUM ELEVASI 200M

HOLE ID	1	2	3	4	5	
JARAK		6.31	2.76	3.73	5.42	
ELEVASI		219.8	216.22	216.24	216.13	213.47
JARAK TOTAL	0	6.31	9.07	12.8	18.22	
ELEVASI RENCANA		210.81	210.81	210.81		

0+515

0+394



DATUM ELEVASI 200M

HOLE ID	1	2	3	4	5	
JARAK		6.62	2.55	3.44	5.41	
ELEVASI		230.08	225.95	225.85	225.61	222.67
JARAK TOTAL	0	6.62	9.17	12.6	18.02	
ELEVASI RENCANA		225.15	225.35	225.15		

0+562

### Profil Melintang

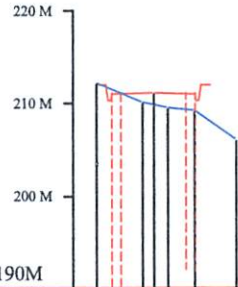
### Rencana Badan Jalan

LEGENDA :

- Elevasi Tanah Asli
- Elevasi Rencana

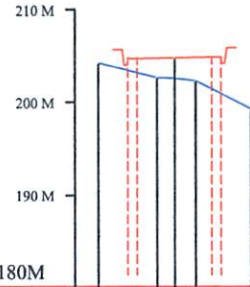
Skala Vr 1: 750

Skala Hz 1: 750



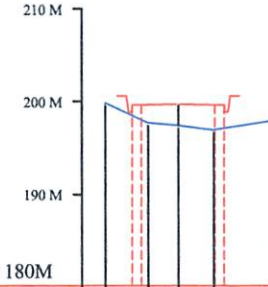
DATUM ELEVASI 190M

HOLE ID	1	2	3	4	5
JARAK		4.96	2.73	2.9	4.48
ELEVASI		212.05	209.58	209.39	209.11
JARAK TOTAL	0	4.96	7.68	10.59	15.07
ELEVASI RENCANA		210.81	210.99	210.81	205.96



DATUM ELEVASI 180M

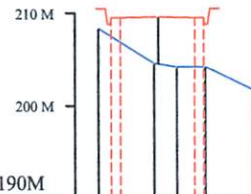
HOLE ID	1	2	3	4	5
JARAK		6.34	1.89	2.26	5.99
ELEVASI		204.1	202.47	202.4	202.15
JARAK TOTAL	0	6.34	8.23	10.49	16.48
ELEVASI RENCANA		204.40	204.65	204.90	199.12



DATUM ELEVASI 180M

HOLE ID	1	2	3	4	5
JARAK		4.69	3.28	3.81	6.45
ELEVASI		199.69	197.53	197.23	196.78
JARAK TOTAL	0	4.69	7.97	11.78	18.23
ELEVASI RENCANA		199.33	199.53	199.33	197.76

0+298

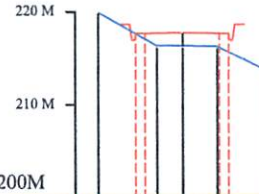


DATUM ELEVASI 190M

HOLE ID	1	2	3	4	5
JARAK		6.01	2.43	3.09	5.14
ELEVASI		208.26	204.46	204.07	204.08
JARAK TOTAL	0	6.01	8.44	11.53	16.66
ELEVASI RENCANA		199.27	199.47	199.27	201.58

0+460

0+348

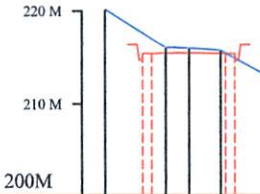


DATUM ELEVASI 200M

HOLE ID	1	2	3	4	5
JARAK		6.31	2.76	3.73	5.42
ELEVASI		219.8	216.22	216.24	216.13
JARAK TOTAL	0	6.31	9.07	12.8	18.22
ELEVASI RENCANA		210.81	210.81	210.81	213.47

0+515

0+394



DATUM ELEVASI 200M

HOLE ID	1	2	3	4	5
JARAK		6.62	2.55	3.44	5.41
ELEVASI		230.08	225.95	225.85	225.61
JARAK TOTAL	0	6.62	9.17	12.6	18.02
ELEVASI RENCANA		225.15	225.35	225.15	222.67

0+562

# Profil Melintang

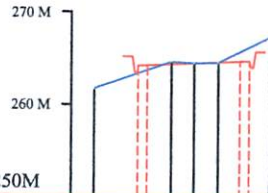
LEGENDA :

- Elevasi Tanah Asli
- Elevasi Rencana

Skala Vr 1 : 750

Skala Hz 1 : 750

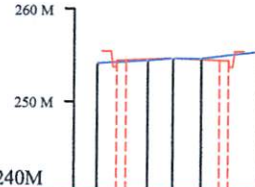
## Rencana Badan Jalan



DATUM ELEVASI 250M

HOLE ID	1	2	3	4	5
JARAK		8.29	2.46	2.61	5.57
ELEVASI	261.53	264.41	264.25	264.33	267.03
JARAK TOTAL	0	8.29	10.75	13.36	18.93
ELEVASI RENCANA		264.01	264.25	264.01	

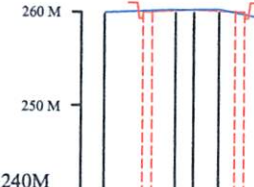
0+902



DATUM ELEVASI 240M

HOLE ID	1	2	3	4	5
JARAK		5.43	2.72	3.07	6.18
ELEVASI	253.97	254.29	254.53	254.51	255.24
JARAK TOTAL	0	5.43	8.15	11.21	17.39
ELEVASI RENCANA		254.29	254.53	254.29	

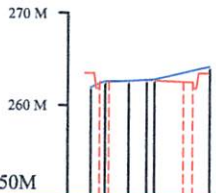
0+956



DATUM ELEVASI 240M

HOLE ID	1	2	3	4	5
JARAK		7.77	2.02	2.74	4.85
ELEVASI	259.82	260.14	260.14	260.17	259.22
JARAK TOTAL	0	7.77	9.79	12.53	17.38
ELEVASI RENCANA		259.92	260.14	259.92	

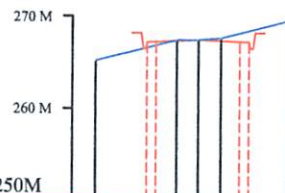
1+004



DATUM ELEVASI 250M

HOLE ID	1	2	3	4	5
JARAK		1.56	2.51	2.77	6
ELEVASI	261.85	262.51	262.54	262.7	264.11
JARAK TOTAL	0	1.56	4.06	6.83	12.83
ELEVASI RENCANA		262.43	262.65	262.43	

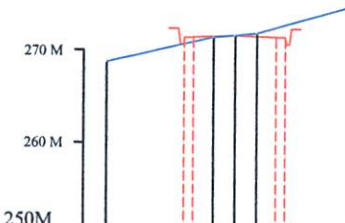
1+054



DATUM ELEVASI 250M

HOLE ID	1	2	3	4	5
JARAK		8.71	2.34	2.43	7.12
ELEVASI	265.08	267.29	267.32	267.48	269.32
JARAK TOTAL	0	8.71	11.05	13.48	20.6
ELEVASI RENCANA		267.21	267.32	267.21	

1+104





DATUM ELEVASI 250M

HOLE ID	1	2	3	4	5
JARAK		11.63	2.34	2.37	10.93
ELEVASI	268.61	271.25	271.44	271.66	274.74
JARAK TOTAL	0	11.63	13.97	16.34	27.27
ELEVASI RENCANA		271.22	271.44	271.22	

1+154

### Profil Melintang

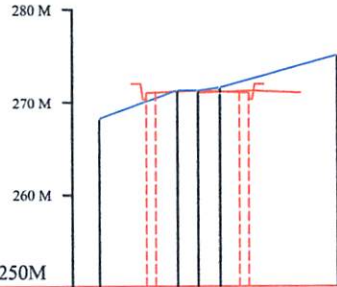
LEGENDA :

-  Elevasi Tanah Asli
-  Elevasi Rencana

Skala Vr 1 : 750

Skala Hz 1 : 750

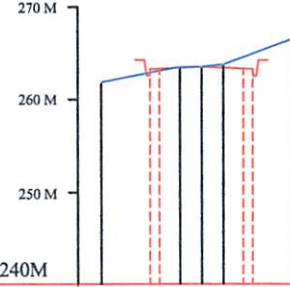
### Rencana Badan Jalan



DATUM ELEVASI 250M

HOLE ID	1	2	3	4	5
JARAK		8.4	2.19	2.36	12.67
ELEVASI	268.02	271.13	271.09	271.39	274.89
JARAK TOTAL	0	8.4	10.59	12.94	25.61
ELEVASI RENCANA		270.87	271.09	270.87	

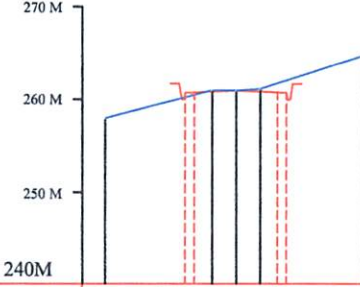
1+204



DATUM ELEVASI 240M

HOLE ID	1	2	3	4	5
JARAK		8.49	2.33	2.33	7.49
ELEVASI	261.73	263.4	263.39	263.64	266.4
JARAK TOTAL	0	8.49	10.82	13.15	20.63
ELEVASI RENCANA		263.17	263.39	263.17	

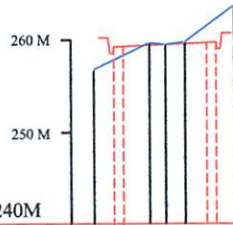
1+252



DATUM ELEVASI 240M

HOLE ID	1	2	3	4	5
JARAK		11.66	2.58	2.64	11.15
ELEVASI	257.79	260.79	260.77	260.96	264.54
JARAK TOTAL	0	11.66	14.25	16.88	28.03
ELEVASI RENCANA		260.55	260.77	260.99	

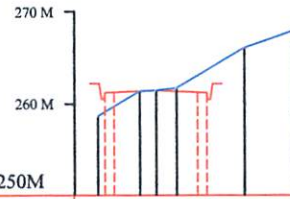
1+299



DATUM ELEVASI 240M

HOLE ID	1	2	3	4	5
JARAK		5.97	1.74	2.13	5.3
ELEVASI	256.64	259.51	259.34	259.63	263.53
JARAK TOTAL	0	5.97	7.7	9.83	15.13
ELEVASI RENCANA		259.12	259.34	259.56	

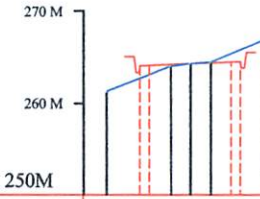
1+358



DATUM ELEVASI 250M

HOLE ID	1	2	3	4	5	6
JARAK		4.53	1.82	2.21	7.31	5.42
ELEVASI	258.5	261.23	261.32	261.58	265.87	267.76
JARAK TOTAL	0	4.53	6.35	8.56	15.86	21.28
ELEVASI RENCANA		263.39	263.32	263.10		

1+415



DATUM ELEVASI 250M

HOLE ID	1	2	3	4	5
JARAK		7.03	2.11	2.23	6.14
ELEVASI	261.14	263.89	264.14	264.3	266.83
JARAK TOTAL	0	7.03	9.15	11.38	17.52
ELEVASI RENCANA		263.39	264.14	264.36	

1+452

Profil Melintang

Rencana Badan Jalan

## Profil Melintang

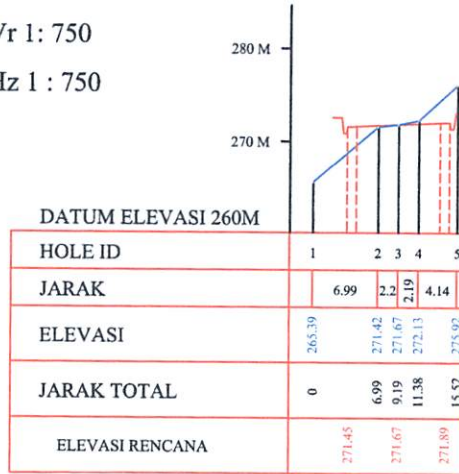
LEGENDA :

- Elevasi Tanah Asli
- Elevasi Rencana

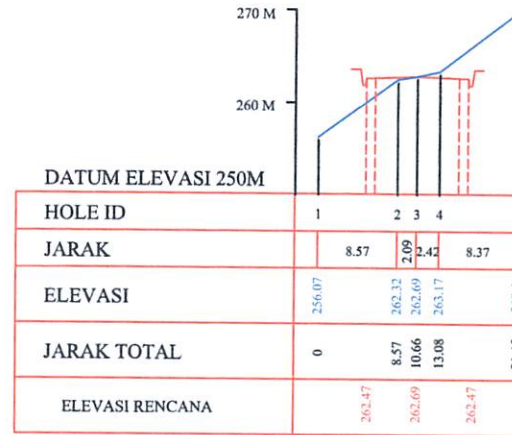
Skala Vr 1 : 750

Skala Hz 1 : 750

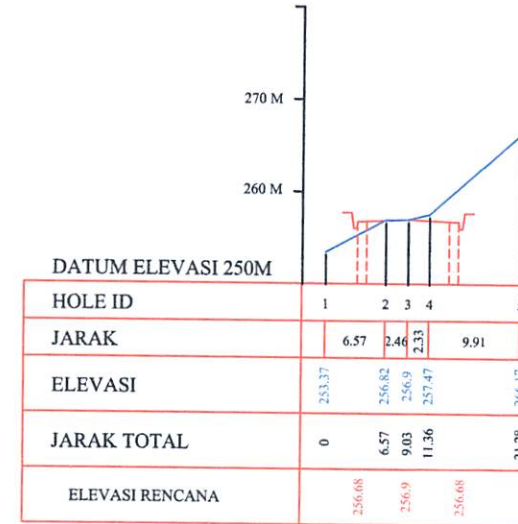
## Rencana Badan Jalan



1+502



1+553



1+578