

**PERENCANAAN GEOMETRIK DAN RENCANA
ANGGARAN BIAYA RUAS JALAN WONOBOYO –
PELEM KECAMATAN WONOGIRI
KABUPATEN WONOGIRI**

TUGAS AKHIR

Disusun sebagai Salah Satu Syarat untuk memperoleh Gelar Ahli Madya pada

Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik

Universitas Sebelas Maret

Surakarta



Disusun Oleh :

IKHSAN TRI YANUAR
I 8206017

**PROGRAM DIPLOMA III
TEKNIK SIPIL TRANSPORTASI FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS SEBELAS MARET
SURAKARTA**

2010

**PERENCANAAN GEOMETRIK DAN RENCANA
ANGGARAN BIAYA RUAS JALAN WONOBOYO –
PELEM KECAMATAN WONOGIRI
KABUPATEN WONOGIRI**

TUGAS AKHIR

Disusun sebagai Salah Satu Syarat untuk memperoleh Gelar Ahli Madya pada

Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik

Universitas Sebelas Maret

Surakarta



Disusun Oleh :

IKHSAN TRI YANUAR
I 8206017

Surakarta, Januari 2010

Telah disetujui dan diterima oleh :

Dosen Pembimbing

Ir. AGUS SUMARSONO, MT
NIP. 19570814 198601 1 001

**PERENCANAAN GEOMETRIK DAN RENCANA ANGGARAN
BIAYA RUAS JALAN WONOBOYO – PELEM
KECAMATAN WONOGIRI KABUPATEN WONOGIRI**

TUGAS AKHIR

Disusun Oleh :

IKHSAN TRI YANUAR
I 8206017

Disetujui :

Dosen Pembimbing

Ir. AGUS SUMARSONO, MT
NIP. 19570814 198601 1 001

Dipertahankan didepan Tim Penguji

Ir.
NIP.

Ir.
NIP.

Mengetahui :
Ketua Jurusan Teknik Sipil
Fakultas Teknik UNS

Disahkan :
Ketua Program D-III Teknik Sipil
Jurusan Teknik Sipil FT UNS

Ir. Bambang Santoso, MT
NIP. 19590823 198601 1 001

Ir. Slamet Prayitno, MT
NIP. 19531227 198601 1 001

Mengetahui
a.n Dekan
Pembantu Dekan I
Fakultas Teknik UNS

Ir. Noegroho Djarwanti, MT
NIP 19561112 198403 2 007

MOTTO DAN PERSEMBAHAN

MOTTO

- ↳ Keterbatasan adalah awal dari kreativitas*
- ↳ Jangan pernah katakan tidak sebelum kita mencoba.*
- ↳ Semangat dan jangan pernah menyerah, untuk menyelesaikan pekerjaan maupun tugas.*
- ↳ Jangan pernah berkecil hati karena kegagalan, tak kan sombong karena sukses.*

PERSEMBAHAN

- ↳ Allah SWT*
- ↳ Bapak dan Ibu ku, serta Kakak dan Adik ku*
- ↳ Seseorang yang ku sayang.*
- ↳ Teman – teman seperjuanganku D3 teknik sipil transportasi angkatan 2006.*
- ↳ Almamaterku.*

KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan kehadirat Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat, hidayah serta inayahnya-Nya, sehingga Tugas Akhir “PERENCANAAN GEOMETRIK DAN ANGGARAN BIAYA RUAS JALAN WONOBOYO – PELEM KECAMATAN WONOGIRI KABUPATEN WONOGIRI” dapat diselesaikan dengan baik.

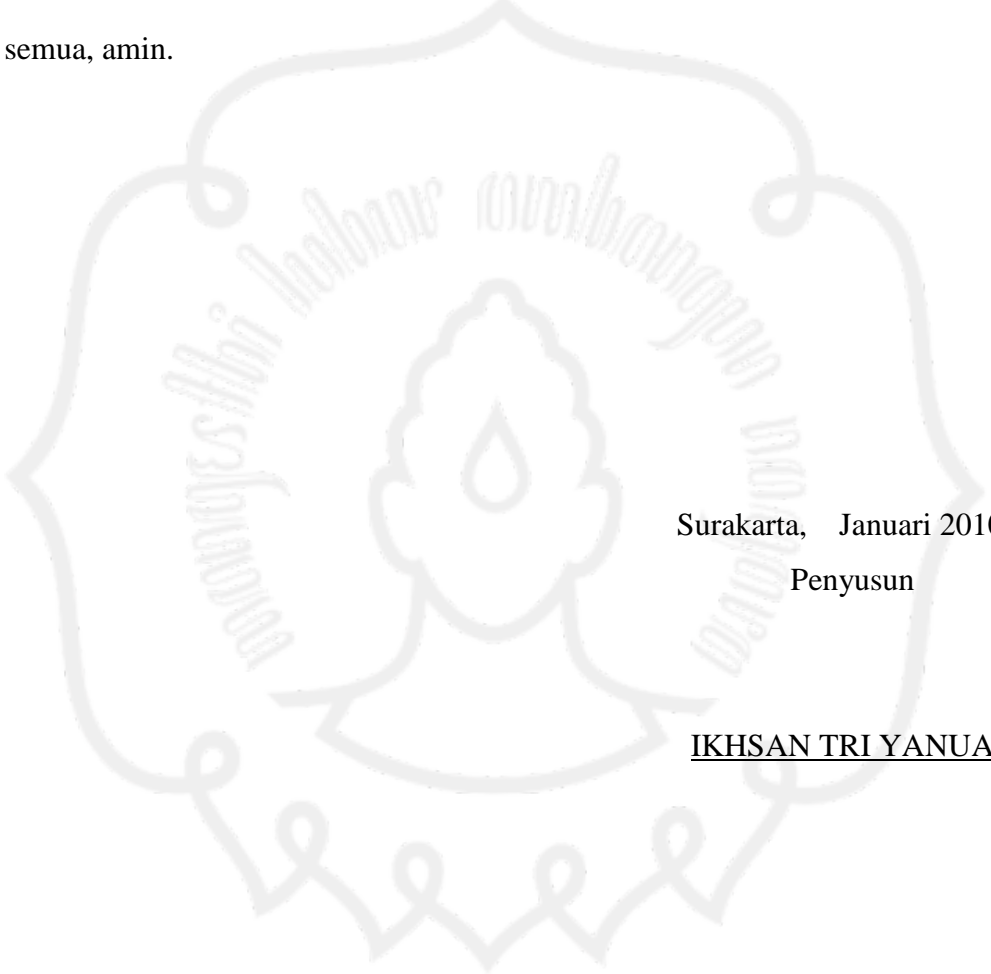
Tugas Akhir ini merupakan salah satu syarat yang harus dipenuhi untuk meraih gelar Ahli Madya pada Jurusan Teknik Sipil Universitas Sebelas Maret Surakarta. Dengan adanya Tugas Akhir ini diharapkan dapat menambah pengetahuan dan pengalaman mengenai perencanaan jalan bagi penulis maupun pembaca.

Pada kesempatan ini penulis mengucapkan terima kasih kepada semua pihak yang telah membantu penyusunan dan pengerjaan Tugas Akhir ini. Secara khusus penulis mengucapkan terima kasih kepada :

1. Ir.Mukahar, MSCE, selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Sebelas Maret Surakarta.
2. Ir.Noegroho Djarwanti , MT, selaku Pembantu Dekan I Fakultas Teknik Universitas Sebelas Maret Surakarta.
3. Ir.Bambang Santoso, MT, Selaku Ketua Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Sebelas Maret Surakarta.
4. Ir.Agus Sumarsono MT, Selaku Dosen Pembimbing Tugas Akhir.

5. Ir. Sofa Marwoto Selaku Dosen Pembimbing Akademik
6. Rekan – rekan DIII Teknik Sipil Transportasi dan semua pihak yang telah membantu dalam menyelesaikan tugas akhir ini.

Dalam Penyusunan Tugas Akhir ini penulis menyadari masih terdapat kekurangan dan jauh dari kesempurnaan, maka diharapkan saran dan kritik yang bersifat membangun. Akhir kata semoga Tugas Akhir ini dapat bermanfaat bagi kita semua, amin.



Surakarta, Januari 2010
Penyusun

IKHSAN TRI YANUAR

DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN JUDUL	XX
HALAMAN PERSETUJUAN	XX
HALAMAN PENGESAHAN.....	XX
MOTTO DAN PERSEMBAHAN	XX
KATA PENGANTAR.....	XX
DAFTAR ISI	XX
DAFTAR GAMBAR	XX
DAFTAR TABEL	XX
DAFTAR GRAFIK	XX
DAFTAR NOTASI	XX
DAFTAR LAMPIRAN	XX
BAB I PENDAHULUAN	
1.1 Latar Belakang Dibuatnya Rancangan Jalan Baru	XX
1.2 Rumusan Masalah	XX
1.3 Tujuan	XX
1.4 Teknik Perencanaan	XX
1.4.1 Perencanaan Geometrik Jalan	XX
1.4.2 Perencanaan Tebal Perkerasan Lentur	XX
1.4.3 Perencanaan Anggaran Biaya dan Jadwal Waktu Pelaksanaan (<i>Time Schedule</i>).....	XX
1.5 Peta Lokasi	XX

BAB II DASAR TEORI

2.1 Landasan Teori.....	XX
2.1.1 Perencanaan Geometrik Jalan	XX
2.1.1.1 Perencanaan Alinemen Horizontal.....	XX
2.1.1.2 Perencanaan Alinemen Vertikal.....	XX
2.1.2 Perencanaan Tebal Perkerasan Lentur	XX
2.1.3 Rencana Anggaran Biaya (RAB) dan <i>Time Schedule</i>	XX

BAB III METODOLOGI

3.1 Umum	XX
3.2 Diagram Alir	XX

BAB IV PERENCANAAN GEOMETRIK JALAN, TEBAL PERKERASAN LENTUR DAN RENCANA ANGGARAN BIAYA

4.1 Perencanaan Geometrik Jalan	XX
4.1.1 Perbesaran Peta	XX
4.1.2 Perhitungan Trace Jalan	XX
4.1.2.1 Perhitungan Azimuth.....	XX
4.1.2.2 Perhitungan Sudut PI.....	XX
4.1.2.3 Perhitungan Jarak antar PI.....	XX
4.1.2.4 Perhitungan Kelandaian Melintang.....	XX
4.1.3 Perhitungan Tikungan	XX
4.1.3.1 Tikungan PI_1	XX
4.1.3.2 Tikungan PI_2	XX
4.1.3.3 Tikungan PI_3	XX

	Halaman
4.1.3.4 Perhitungan Stationing	XX
4.1.3.5 Kontrol Overlapping	XX
4.1.4 Perencanaan Alinemen Vertikal	XX
4.1.4.1 Perhitungan Kelandaian Memanjang	XX
4.1.4.2 Perhitungan Alinemen Vertikal	XX
4.2 Perencanaan Tebal Perkerasan Jalan	XX
4.2.1 Data Perencanaan Tebal Perkerasan jalan	XX
4.2.2 Perhitungan Volume Lalu Lintas	XX
4.2.3 Perhitungan Angka Ekuivalen (E) Masing-masing Kendaraan	XX
4.2.4 Penentuan CBR Desain Tanah Dasar	XX
4.2.5 Penentuan Daya Dukung Tanah (DDT)	XX
4.2.6 Penentuan ITP (Indeks Tebal Perkerasan)	XX
4.3 Rencana Anggaran Biaya	XX
4.3.1 Analisa Perhitungan Pekerjaan	XX
4.3.1.1 Perhitungan Volume Pekerjaan Tanah	XX
4.3.1.2 Perhitungan Volume Pekerjaan Dinding Penahan	XX
4.3.2 Analisa Perhitungan Waktu Pelaksanaan Proyek	XX
4.3.3 Rencana Anggaran Biaya dan <i>Time Shcedule</i>	XX

BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 1.1 Peta Lokasi Proyek	XX
Gambar 2.1 Miring Alinemen Horizontal.....	XX
Gambar 2.2 Lengkung <i>Full Circle</i>	XX
Gambar 2.3 Diagram Super Elevasi <i>Full Circle</i>	XX
Gambar 2.4 Lengkung <i>Spiral – Circle - Spiral</i>	XX
Gambar 2.5 Diagram Super Elevasi <i>Spiral – Circle – Spiral</i>	XX
Gambar 2.6 Lengkung <i>Spiral Spiral</i>	XX
Gambar 2.7 Diagram Super Elevasi <i>Spiral Spiral</i>	XX
Gambar 2.8 Jarak Pandang pada Lengkung Horizontal untuk $J_h < L_t$	XX
Gambar 2.9 Jarak Pandang pada Lengkung Horizontal untuk $J_h > L_t$	XX
Gambar 2.10 Pelebaran Perkerasan pada Tikungan	XX
Gambar 2.11 Kontrol Overlapping.....	XX
Gambar 2.12 Sationing	XX
Gambar 2.13 Peta Azimuth.....	XX
Gambar 2.14 Lengkung Vertikal Cembung.....	XX
Gambar 2.15 Lengkung Vertikal Cekung	XX
Gambar 2.16 Susunan Lapis Konstruksi Perkerasan Lentur	XX
Gambar 2.17 Tebal Lapis Perkerasan Lentur.....	XX
Gambar 3.1 Diagram Alir Perencanaan Alinemen Horizontal	XX
Gambar 3.2 Diagram Alir Perencanaan Alinemen Vertikal	XX
Gambar 3.3 Diagram Alir Perencanaan Tebal Perkerasan	XX

Gambar 3.4 Diagram Alir Perencanaan Rencana Anggaran Biaya dan
Time ScheduleXX

Gambar 4.1

Gambar 4.2

Gambar 4.3

Gambar 4.4

Gambar 4.5

Gambar 4.6

Gambar 4.7

Gambar 4.8

Gambar 4.9

Gambar 4.10

Gambar 4.11

Gambar 4.12

Gambar 4.13

Gambar 4.14

Gambar 4.15

Gambar 4.16

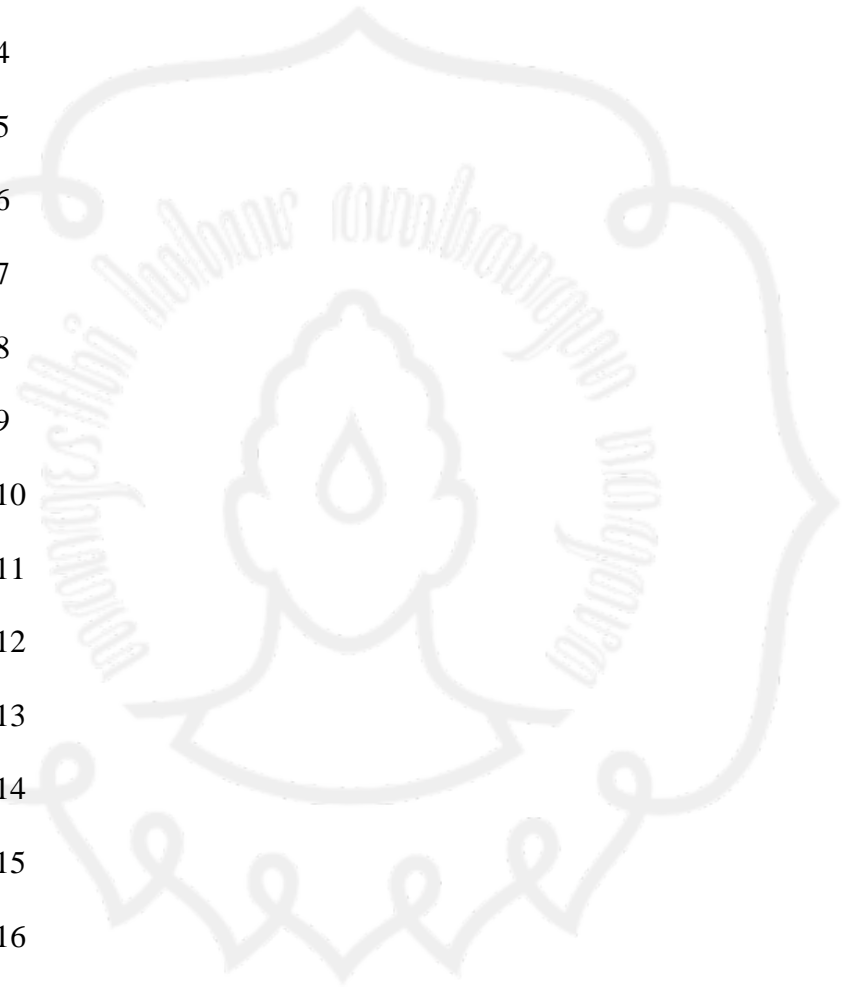
Gambar 4.17

Gambar 4.18

Gambar 4.19

Gambar 4.20

Gambar 4.21



DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 2.1 Panjang Bagian Lurus Maksimum	XX
Tabel 2.2 Panjang Garis Minimum (dibulatkan) untuk $e_{maks} = 10\%$	XX
Tabel 2.3 Jari-jari Tikungan yang tidak memerlukan Lengkung Peralihan ...	XX
Tabel 2.4 Kelandaian Maksimum yang diijinkan.....	XX
Tabel 2.5 Prosentase Kendaraan Berat dan yang Berhenti serta Iklim (Curah Hujan).....	XX
Tabel 2.6 Koefisien Distribusi Kendaraan	XX

DAFTAR GRAFIK



DAFTAR NOTASI

a	: Koefisien Relatif
a'	: Daerah <i>Tangen</i>
A	: Perbedaan Kelandaian $(g_1 - g_2) \%$
α	: Sudut Azimuth
B	: Perbukitan
C	: Perubahan percepatan
C_i	: Koefisien Distribusi
CS	: <i>Circle to Spiral</i> , titik perubahan dari lingkaran ke spiral
CT	: <i>Circle to Tangen</i> , titik perubahan dari lingkaran ke lurus
d	: Jarak
D	: Datar
D'	: Tebal lapis perkerasan
Δ	: Sudut luar tikungan
Δh	: Perbedaan tinggi
D_{tjd}	: Derajat lengkung terjadi
D_{maks}	: Derajat maksimum
DDT	: Daya dukung tanah
e	: Superelevasi
E	: Daerah kebebasan samping
E_c	: Jarak luar dari PI ke busur lingkaran
E_i	: Angka ekivalen beban sumbu kendaraan
e_m	: Superelevasi maksimum
e_n	: Superelevasi normal
E_o	: Derajat kebebasan samping
E_s	: Jarak eksternal PI ke busur lingkaran
E_v	: Pergeseran vertical titik tengah busur lingkaran
f	: Koefisien gesek memanjang

fm	: Koefisien gesek melintang maksimum
Fp	: Faktor Penyesuaian
g	: Kemiringan tangen ; (+) naik ; (-) turun
G	: Pegunungan
h	: Elevasi titik yang dicari
i	: Kelandaian melintang
I	: Pertumbuhan lalu lintas
ITP	: Indeks Tebal Perkerasan
Jd	: Jarak pandang mendahului
Jh	: Jarak pandang henti
k	: Absis dari p pada garis tangen spiral
L	: Panjang lengkung vertikal
Lc	: Panjang busur lingkaran
LEA	: Lintas Ekuivalen Akhir
LEP	: Lintas Ekuivalen Permulaan
LER	: Lintas Ekuivalen Rencana
LET	: Lintas Ekuivalen Tengah
Ls	: Panjang lengkung peralihan
Ls`	: Panjang lengkung peralihan fiktif
Lt	: Panjang tikungan
O	: Titik pusat
p	: Pergeseran tangen terhadap spiral
θ_c	: Sudut busur lingkaran
θ_s	: Sudut lengkung spiral
PI	: <i>Point of Intersection</i> , titik potong tangen
PLV	: Peralihan lengkung vertikal (titik awal lengkung vertikal)
PPV	: Titik perpotongan tangen
PTV	: Peralihan Tangen Vertical (titik akhir lengkung vertikal)
R	: Jari-jari lengkung peralihan
R _{ren}	: Jari-jari rencana
R _{min}	: Jari-jari tikungan minimum
SC	: <i>Spiral to Circle</i> , titik perubahan spiral ke lingkaran

S-C-S	: <i>Spiral-Circle-Spiral</i>
SS	: <i>Spiral to Spiral</i> , titik tengah lengkung peralihan
S-S	: <i>Spiral-Spiral</i>
ST	: <i>Spiral to Tangen</i> , titik perubahan spiral ke lurus
T	: Waktu tempuh
Tc	: Panjang <i>tangen circle</i>
TC	: <i>Tangen to Circle</i> , titik perubahan lurus ke lingkaran
Ts	: Panjang <i>tangen spiral</i>
TS	: <i>Tangen to Spiral</i> , titik perubahan lurus ke spiral
Tt	: Panjang tangen total
UR	: Umur Rencana
Vr	: Kecepatan rencana
Xs	: Absis titik SC pada garis tangen, jarak lurus lengkung peralihan
Y	: Factor penampilan kenyamanan
Ys	: Ordinat titik SC pada garis tegak lurus garis tangen, jarak tegak lurus ke titik

DAFTAR LAMPIRAN

LAMPIRAN A LEMBAR KOMUNIKASI dan PEMANTAUAN

LAMPIRAN B DAFTAR HARGA SATUAN (Upah, Bahan dan Peralatan)

LAMPIRAN C ANALISA HARGA SATUAN PEKERJAAN

LAMPIRAN D GAMBAR AZIMUT

LAMPIRAN E GAMBAR TRACE JALAN

LAMPIRAN F GAMBAR LONG PROFIL

LAMPIRAN G GAMBAR CROSSECTION

LAMPIRAN H GAMBAR PLAN PROFIL

LAMPIRAN I DAFTAR ANGKA EKIVALEN (E) BEBAN SUMBU
KENDARAAN

LAMPIRAN J GAMBAR KORELASI DDT DAN CBR

LAMPIRAN K BATAS – BATAS MINIMUM TEBAL LAPIS PERKERASAN

LAMPIRAN L NOMOGRAM

PENUTUP

Puji syukur penulis panjatkan kepada Allah SWT, karena berkat rahmat, hidayah serta inayah-Nya Tugas Akhir ini dapat diselesaikan dengan baik dan lancar.

Tugas akhir ini merupakan syarat yang harus dipenuhi untuk memperoleh gelar Ahli Madya di Program DIII Teknik Sipil Transportasi Fakultas Teknik Universitas Sebelas Maret Surakarta.

Akhir kata diucapkan terima kasih kepada semua pihak yang telah membantu dalam terselesaikannya tugas akhir ini baik secara moril maupun spiritual. Semoga tugas akhir ini dapat bermanfaat bagi para pembaca pada umumnya dan bagi rekan-rekan mahasiswa Fakultas Teknik pada khususnya.

Surakarta, Januari 2010

Penyusun

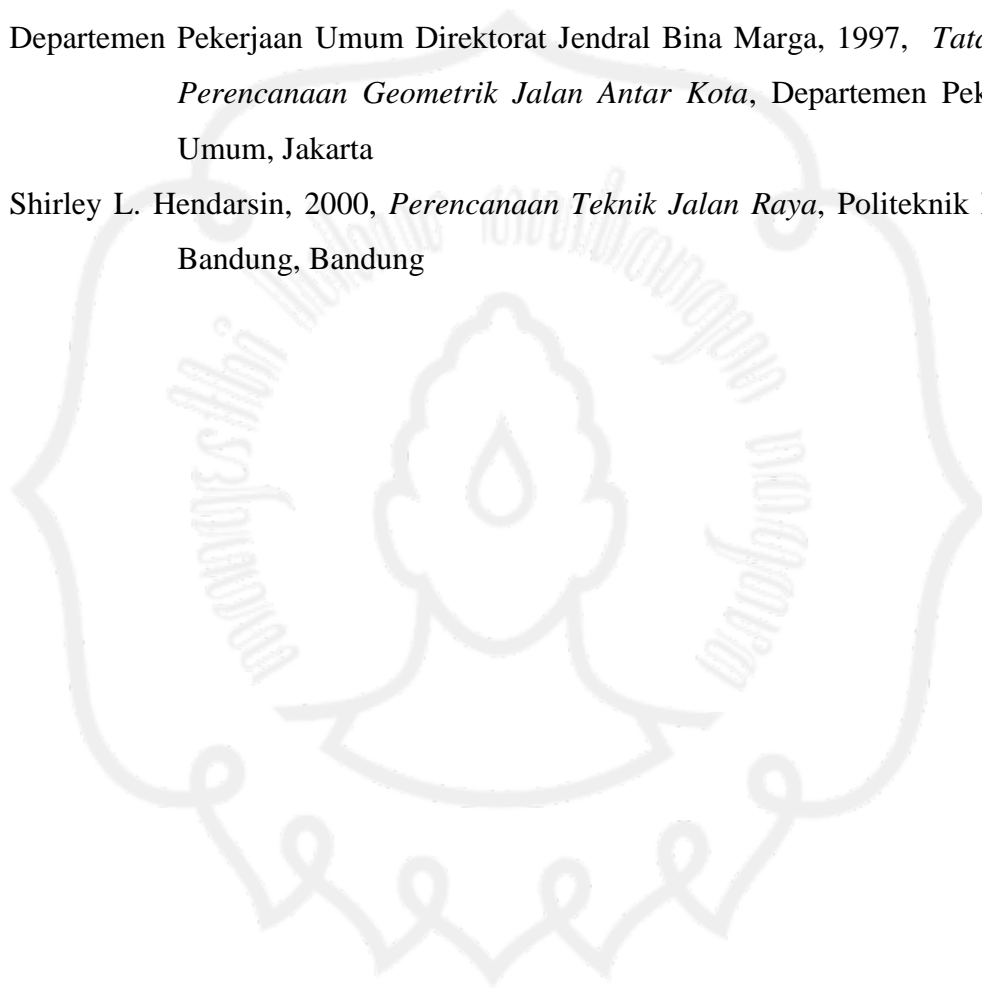
IKHSAN TRI YANUAR

DAFTAR PUSTAKA

Departemen Pekerjaan Umum Direktorat Jendral Bina Marga, 1987, *Petunjuk Perencanaan Tebal Perkerasan Lentur Jalan Raya Dengan Metode Analisa Komponen SKBI 2.3.26.1987*. Departemen Pekerjaan Umum, Jakarta

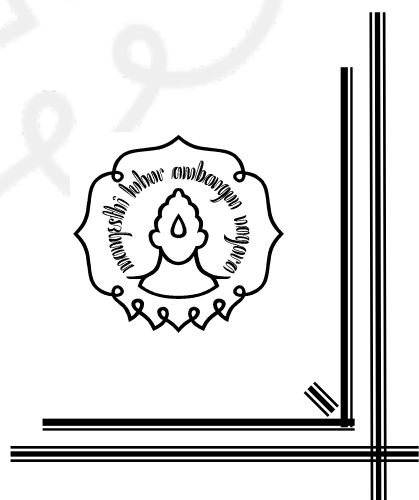
Departemen Pekerjaan Umum Direktorat Jendral Bina Marga, 1997, *Tata Cara Perencanaan Geometrik Jalan Antar Kota*, Departemen Pekerjaan Umum, Jakarta

Shirley L. Hendarsin, 2000, *Perencanaan Teknik Jalan Raya*, Politeknik Negeri Bandung, Bandung

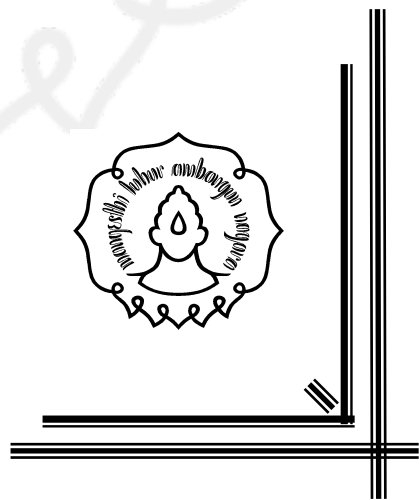
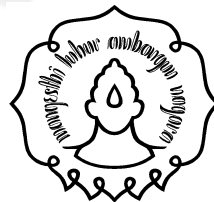




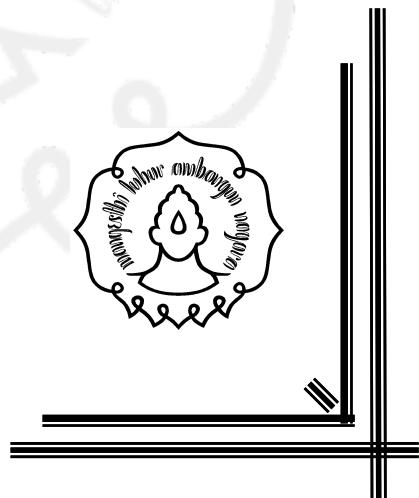
LAMPIRAN A
LEMBAR KOMUNIKASI Dan PEMANTAUAN



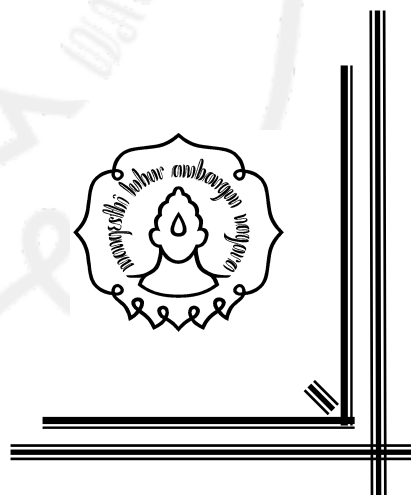
LAMPIRAN B
HARGA SATUAN DASAR
(Upah, Bahan, dan Peralatan)



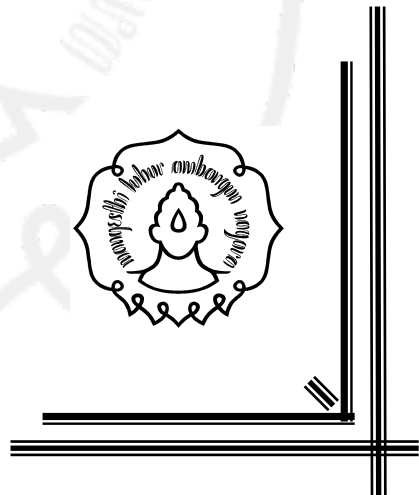
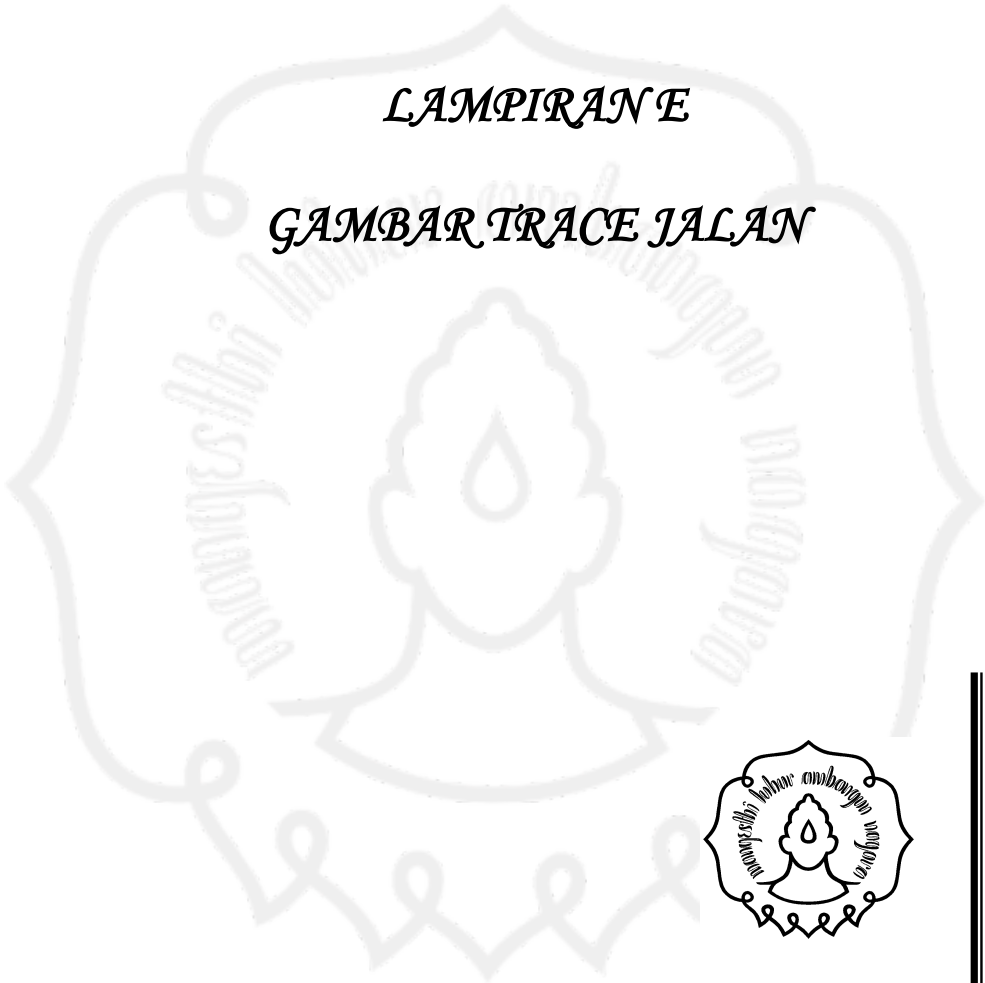
LAMPIRAN C
ANALISA HARGA SATUAN PEKERJAAN



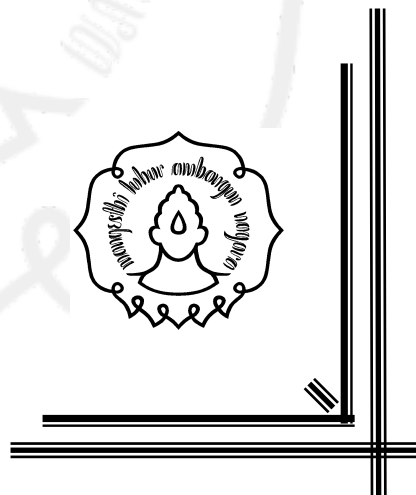
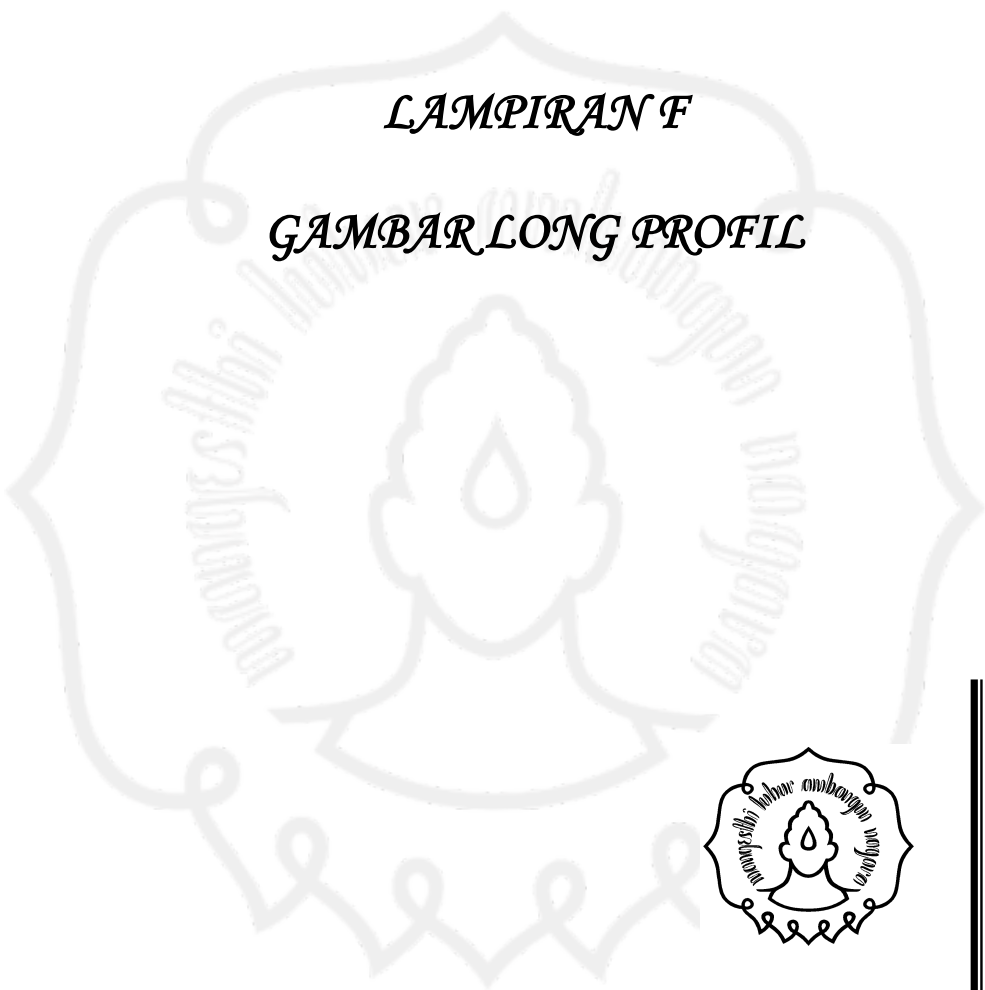
LAMPIRAN D
GAMBAR AZIMUTH



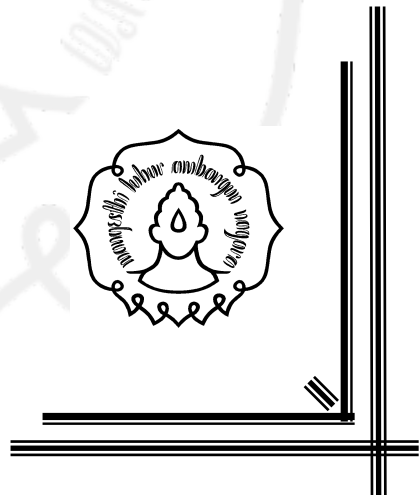
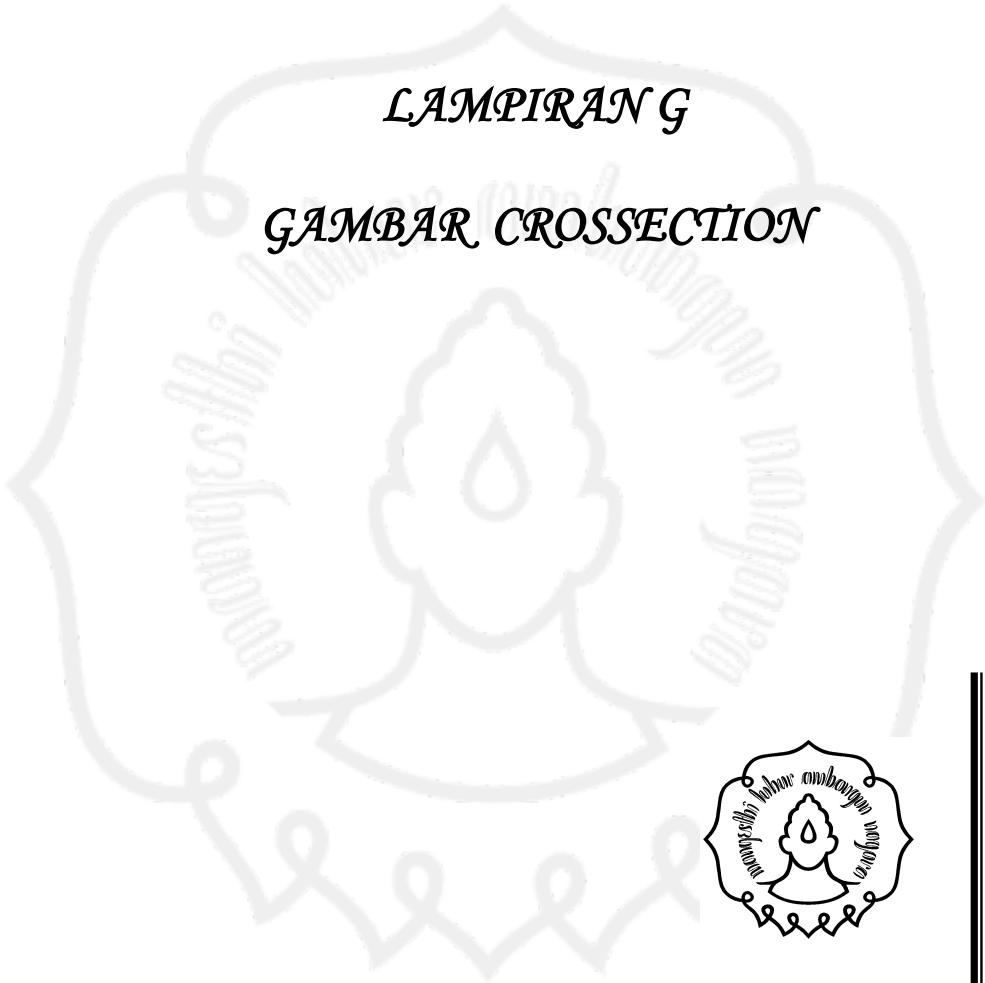
LAMPIRANE
GAMBAR TRACE JALAN



LAMPIRAN F
GAMBAR LONG PROFIL

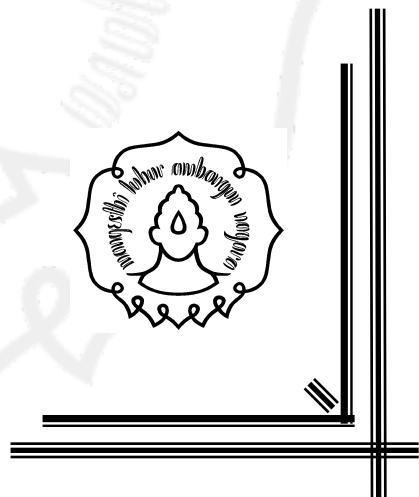
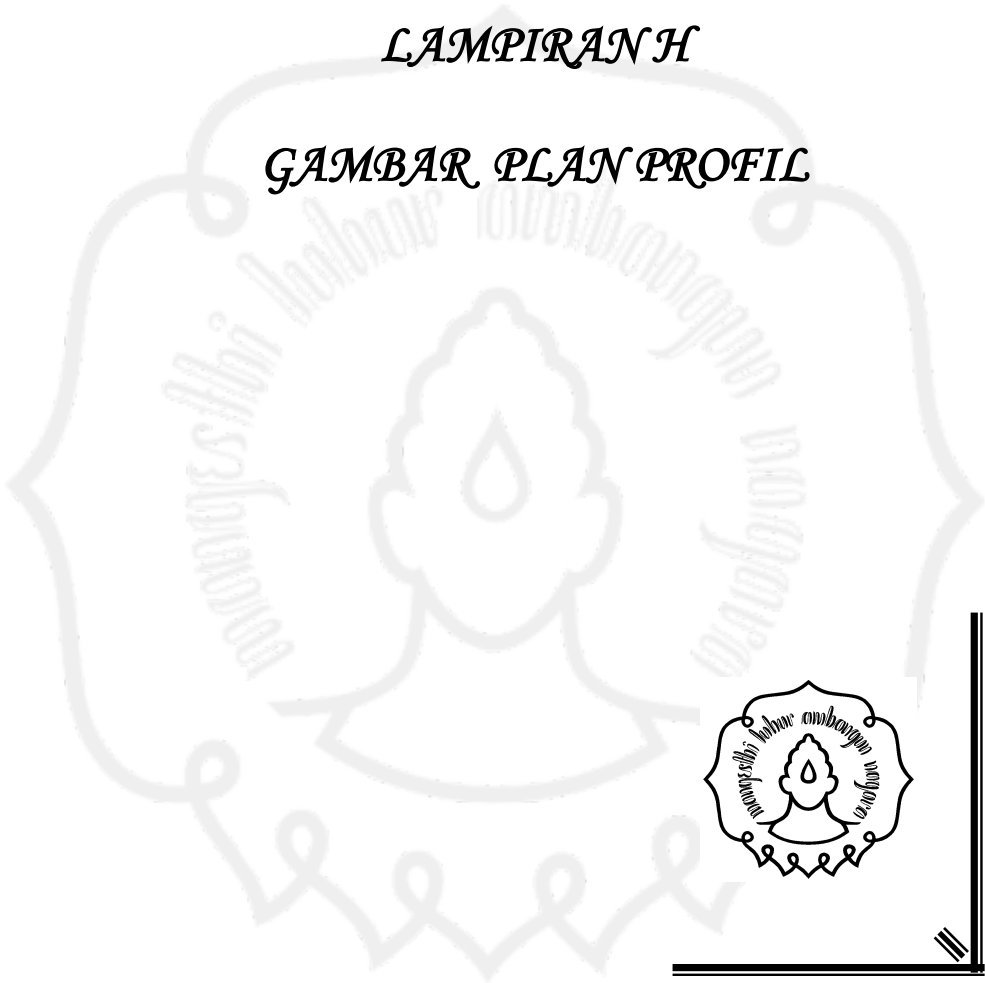


LAMPIRAN G
GAMBAR CROSSECTION

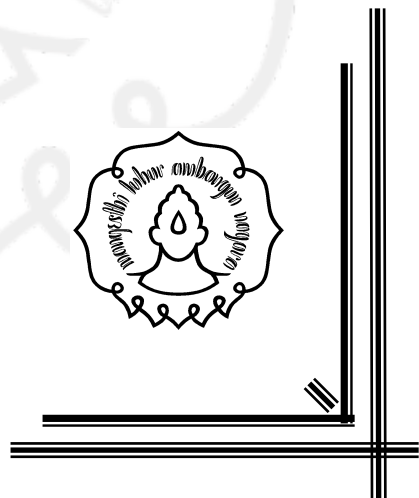


LAMPIRAN H

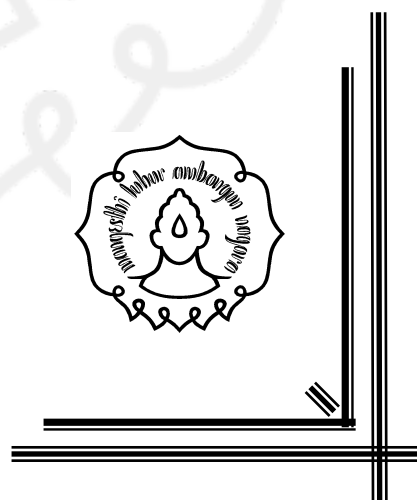
GAMBAR PLAN PROFIL



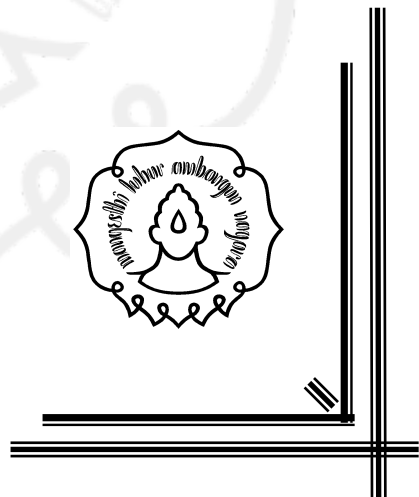
LAMPIRAN I
DAFTAR ANGKA EKIVALEN (E) BEBAN
SUMBU KENDARAAN



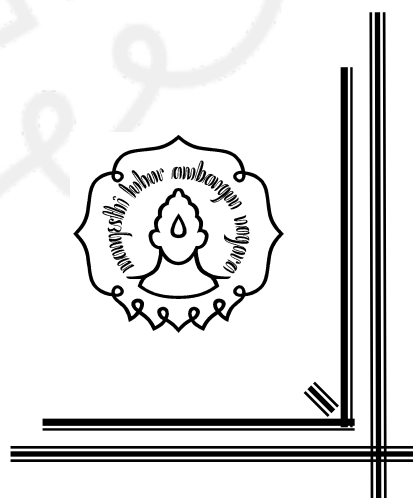
LAMPIRAN J
GAMBAR KORELASI DDT dan CBR

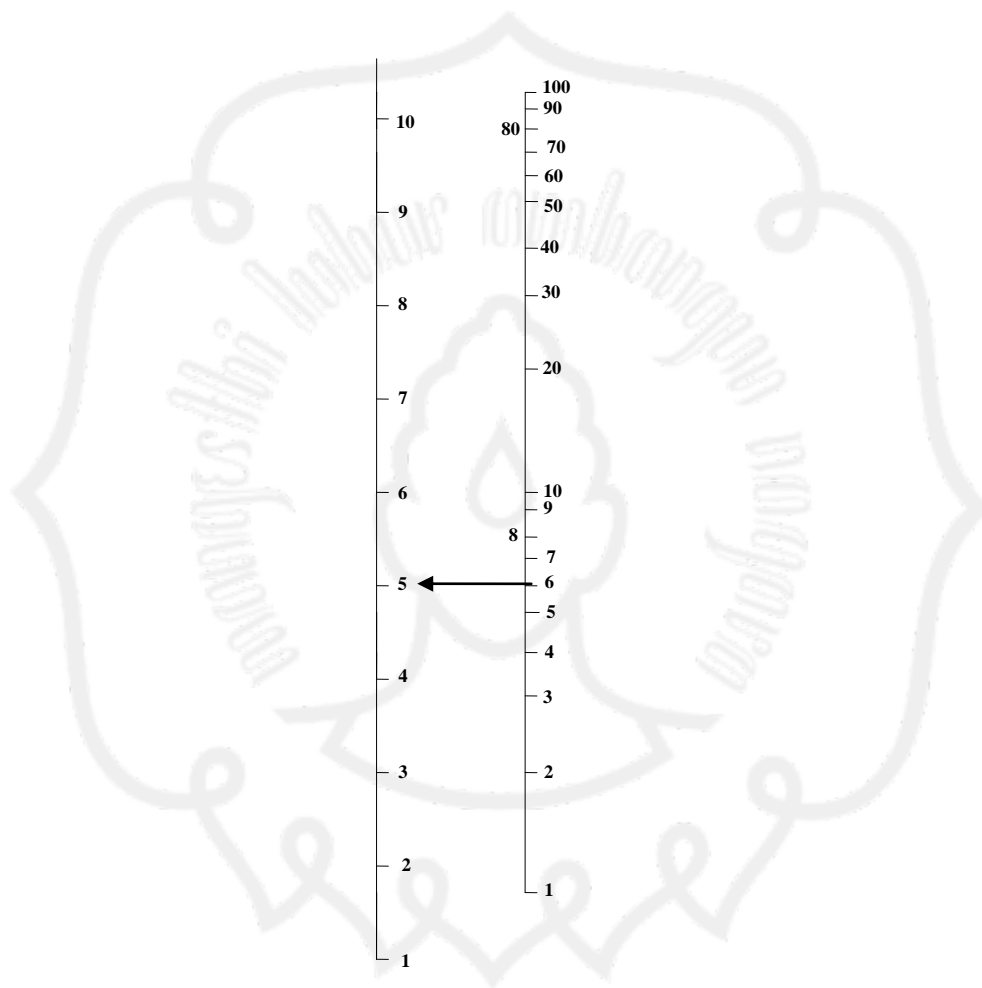


LAMPIRAN K
BATAS –BATAS MINIMUM TEBAL
PERKERASAN



LAMPIRAN L
GAMBAR NOMOGRAM





Gambar Korelasi DDT dan CBR

Angka Ekivalen (E) Beban Sumbu Kendaraan

Beban Satu Sumbu		Angka Ekivalen	
Kg	Lbs	Sumbu Tunggal	Sumbu Ganda
1000	2205	0,0002	-
2000	4409	0,0036	0,0003
3000	6614	0,0183	0,0016
4000	8818	0,0577	0,0050
5000	11023	0,1410	0,0121
6000	13228	0,2923	0,0251
7000	15432	0,5145	0,0466
8000	17637	0,9238	0,0794
8160	18000	1,0000	0,0860
9000	19841	1,4798	0,1273
10000	22046	2,2555	0,1940
11000	24251	3,3022	0,2840
12000	26455	4,6770	0,4022
13000	28660	6,4419	0,5540
14000	30864	8,6647	0,7452
15000	33069	11,4148	0,9820
16000	35276	14,7815	1,2712

Batas – Batas Minimum Tebal Lapis Perkerasaan

ITP	Tebal Minimum (cm)	Bahan
1. Lapis Permukaan:		
< 3,00	5	Lapis Pelindung : (Buras, Burtu, Burda)
3,00 – 6,70	5	LAPEN/ Aspal Macadam, HRA, LASBUTAG, LASTON
6,71 – 7,49	7,5	LAPEN/Aspal Macadam, HRA, LASBUTAG, LASTON
7,50 – 9,99	7,5	LASBUTAG, LASTON
≥ 10,00	10	LASTON
2. Lapis Pondasi Atas :		
<3,00	15	Batu Pecah Stabilisasi Tanah dengan Semen, stabilisasi tanah dengan kapur.
3,00 – 7,49	20*)	Batu Pecah Stabilisasi Tanah dengan Semen, stabilisasi tanah dengan kapur.
7,50 – 9,99	10 20	Laston Atas Batu Pecah Stabilisasi Tanah dengan Semen, stabilisasi tanah dengan kapur, Pondasi Macadam.
10 – 12,14	15 20	Laston Atas Batu Pecah Stabilisasi Tanah dengan Semen, stabilisasi tanah dengan kapur, Pondasi Macadam, LAPEN, LASTON Atas.
≥ 12,25	25	Laston Atas Batu Pecah Stabilisasi Tanah dengan Semen, stabilisasi tanah dengan kapur, Pondasi Macadam.
*) Batas 20 cm tersebut dapat diturunkan menjadi 15 cm bila untuk pondasi bawah digunakan material berbutir kasar.		
3. Lapis Pondasi Bawah		
Untuk setiap ITP bila digunakan pondasi bawah , tebal minimum adalah 10 cm		



BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang Dibuatnya Rancangan Jalan Baru

Perkembangan jalan raya merupakan salah satu hal yang selalu beriringan dengan kemajuan teknologi dan pemikiran manusia yang menggunakannya, karenanya jalan merupakan fasilitas penting bagi manusia supaya dapat mencapai suatu daerah yang ingin dicapai.

Jalan raya adalah suatu lintasan yang bertujuan melewatkan lalu lintas dari suatu tempat ke tempat yang lain. Arti Lintasan disini dapat diartikan sebagai tanah yang diperkeras atau jalan tanah tanpa perkerasan, sedangkan lalu lintas adalah semua benda dan makhluk hidup yang melewati jalan tersebut baik kendaraan bermotor, tidak bermotor, manusia, ataupun hewan.

Pembuatan jalan yang menghubungkan Wonobojo - Pelem yang terletak di Kecamatan Wonogiri, Kabupaten Wonogiri yang bertujuan untuk memberikan kelancaran, keamanan, dan kenyamanan bagi pemakai jalan serta membuka keterisoliran antara 2 daerah yaitu Wonobojo - Pelem demi kemajuan daerah dan pemerataan ekonomi daerah tersebut.

1.2 Rumusan Masalah

1. Bagaimana merencanakan geometrik jalan yang menghubungkan Wonobojo – Pelem agar memperoleh jalan sesuai dengan fungsi dan kelas jalannya?
2. Bagaimana merencanakan Tebal Perkerasan Jalan, Anggaran Biaya, dan *Time Schedule* yang dibutuhkan untuk membuat jalan tersebut?

1.3 Tujuan

Dalam pembangunan jalan ini ada pun tujuan yang hendak dicapai yaitu :

- ❖ Membuat realigmen atau alinemen baru disertai dengan rancangan perkerasan beserta anggaran biaya dan *time schedule* guna memperlancar jalur jalan antara Wonobojo – Pelem.

1.4 Teknik Perencanaan

Dalam penulisan ini perencanaan yang menyangkut hal pembuatan jalan akan disajikan sedemikian rupa sehingga memperoleh jalan sesuai dengan fungsi dan kelas jalan. Hal yang akan disajikan penulisan ini adalah :

1.4.1 Perencanaan geometrik jalan

Dalam perencanaan geometrik jalan raya pada penulisan ini mengacu pada Peraturan Perencanaan Geometrik Jalan Antar Kota Tahun 1997 dan Petunjuk Perencanaan Tebal Perkerasan Lentur Jalan Raya Dengan Metode Analisa Komponen SKBI 2.3.26 Tahun 1987 yang dikeluarkan oleh Dinas Pekerjaan Umum Direktorat Jenderal Bina Marga.

1.4.2 Perencanaan Tebal Perkerasan Lentur

Penulisan ini membahas tentang perencanaan jalan baru yang menghubungkan dua daerah. Untuk menentukan tebal perkerasan yang direncanakan sesuai dengan Petunjuk Perencanaan Tebal Perkerasan Lentur Jalan Raya Dengan Metode Analisis Komponen Dinas Pekerjaan Umum Bina Marga.

1.4.3 Rencana Anggaran Biaya dan Jadwal Waktu Pelaksanaan (*Time schedule*)

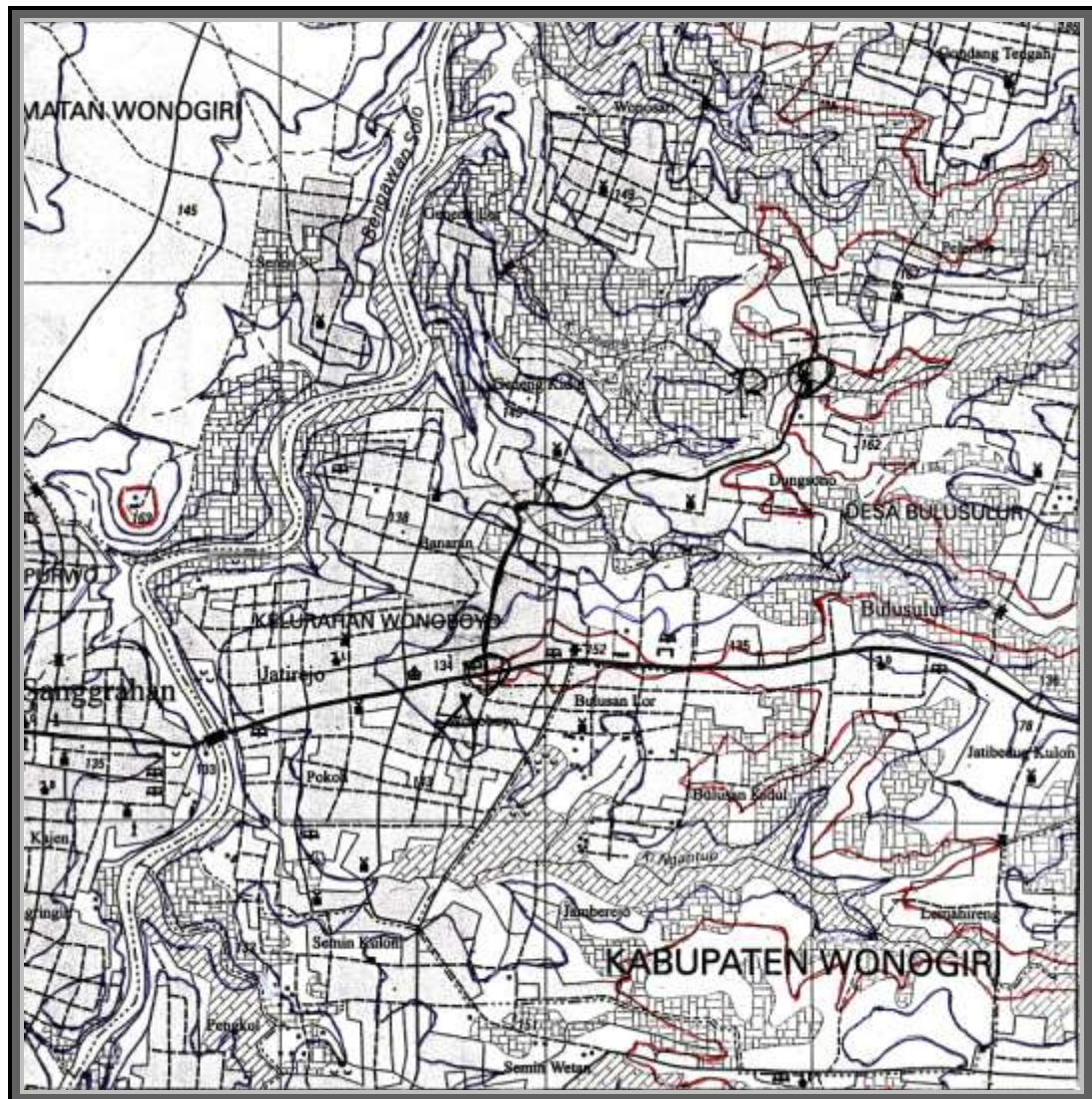
Menghitung Rencana Anggaran Biaya yang meliputi :

1. Volume pekerjaan.
2. Harga satuan pekerjaan, bahan dan peralatan.
3. Alokasi waktu penyelesaian masing – masing pekerjaan.

Dalam mengambil kapasitas pekerjaan satuan harga dari setiap pekerjaan perencanaan ini mengambil dasar dari Analisa Harga Satuan tahun 2009 Dinas Pekerjaan Umum Direktorat Jendral Bina Marga Surakarta.

1.5 Peta Lokasi

Dalam penyusunan Tugas Akhir ini mengambil lokasi Wonoboyo – Pelem yang berada di Kecamatan Wonogiri, Kabupaten Wonogiri (Jawa Tengah). Adapun lokasinya seperti dalam peta sebagaimana diperlihatkan dalam gambar 1.1

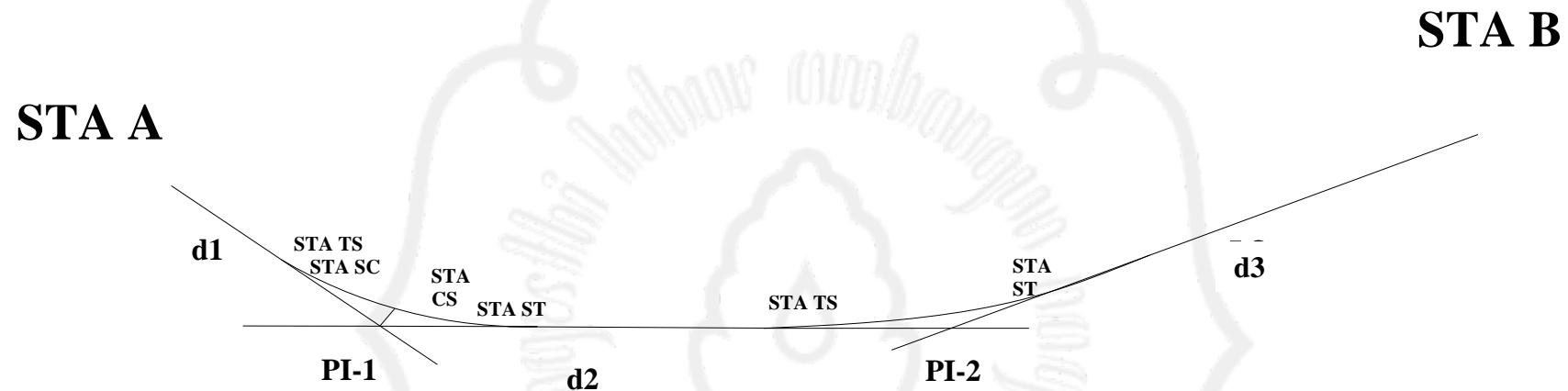


Gambar 1.1 Peta Lokasi Proyek

Dipakai yang skala asli

g. Perhitungan Stationing

Stationing adalah dimulai dari awal proyek dengan nomor stationing angka sebelah kiri (+) menunjukkan meter. Angka stationing bergerak kekeanan dari titik awal proyek menuju titik akhir proyek.



Gambar 2.12 Stationing

Contoh perhitungan Stationing:

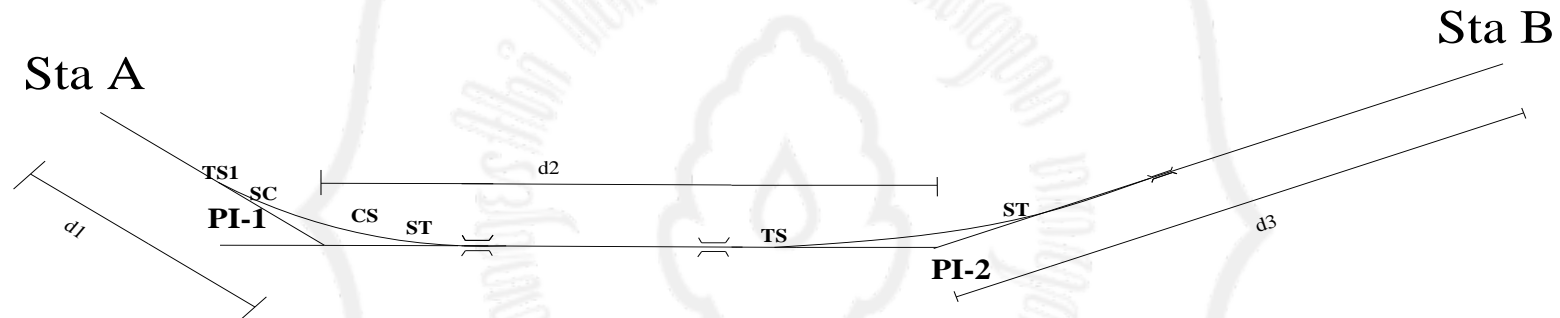
$$\begin{aligned}
 \text{Sta A} &= 0+000 \\
 \text{Sta PI}_1 &= \text{Sta A} + d_1 \\
 \text{Sta TS}_1 &= \text{Sta } d_1 - Tt_1 \\
 \text{Sta SC}_1 &= \text{Sta TS}_1 + Ls_1 \\
 \text{Sta CS} &= \text{Sta SC} + LC_1 \\
 \text{Sta ST} &= \text{Sta CS} + Ls_1 \\
 \text{Sta PI}_2 &= \text{Sta ST} + d_2 - Tt_1 \longrightarrow \text{dst s/d}
 \end{aligned}$$

f. Kontrol *Overlapping*

Pada setiap tikungan yang sudah direncanakan, maka jangan sampai terjadi *overlapping*. Karena kalau hal itu terjadi tidak aman untuk digunakan kecepatan rencana. Syarat supaya tidak terjadi *overlapping* : $a_1 > 3V$

Dimana : a_1 = daerah tangen (meter), V = kecepatan rencana.

Contoh:



Gambar 2.11 Kontrol *Overlapping*

$$V_r = 60 \text{ km/jam} = 16,67 \text{ m/detik}$$

Syarat over lapping $d \geq a$, dimana $a = 3 \times V \text{ detik} = 3 \times 16,67 = 50 \text{ m}$

Bila	$d = d_1 - T_{t1}$	$> 50 \text{ m}$	→	aman
	$d = d_2 - (T_{t1} + T_{s2})$	$> 50 \text{ m}$	→	aman
	$d = d_3 - T_{s2}$	$> 50 \text{ m}$	→	aman

BAB II

DASAR TEORI

2.1. Landasan Teori

2.1.1. Perencanaan Geometrik Jalan

Perencanaan geometrik jalan adalah perencanaan *route* dari suatu ruas jalan secara lengkap, meliputi beberapa elemen yang disesuaikan dengan kelengkapan data dan data dasar yang ada atau tersedia dari hasil survai lapangan dan telah dianalisis, serta mengacu pada ketentuan yang berlaku.

2.1.1.1. Perencanaan Alinemen Horisontal

Alinemen horisontal adalah Proyeksi sumbu jalan tegak lurus pada bidang horisontal.

- Alinemen horisontal terdiri atas bagian lurus dan bagian lengkung atau disebut juga tikungan.
- Perencanaan geometrik pada bagian lengkung dimaksudkan untuk mengimbangi gaya sentrifugal yang diterima oleh kendaraan yang berjalan pada kecepatan V_R .
- Untuk keselamatan pemakai jalan, jarak pandang daerah bebas samping jalan harus diperhitungkan.

Bagian – bagian dari alinemen horisontal adalah sebagai berikut :

1. Panjang Bagian Lurus

Dengan mempertimbangkan faktor keselamatan pemakai jalan, ditinjau dari segi kelelahan pengemudi, maka Panjang maksimum bagian jalan yang lurus harus ditempuh dalam waktu $\leq 2,5$ menit (sesuai V_R).

Table 2.1 Panjang bagian lurus maksimum

Fungsi	Panjang Bagian Lurus Maksimum (m)		
	Datar	Bukit	Gunung
Arteri	3.000	2.500	2.000
Kolektor	2.000	1.750	1.500

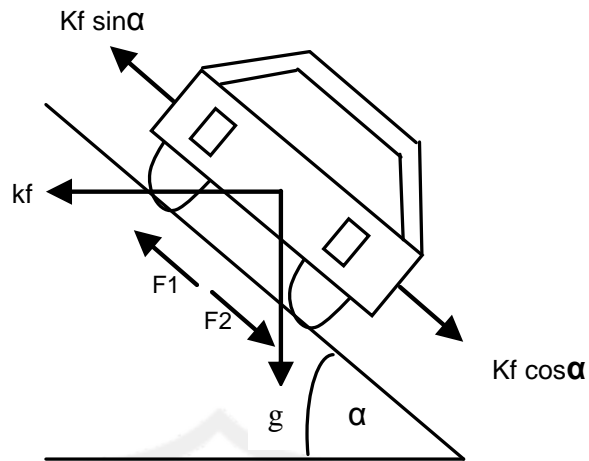
Sumber TPGJAK 1997 Halaman 27

2. Tikungan

a. Jari – jari Tikungan Minimum

Agar kendaraan stabil saat melalui tikungan, perlu dibuat suatu kemiringan melintang jalan pada tikungan yang disebut superelevasi (e). Pada saat kendaraan melalui daerah superelevasi, akan terjadi gesekan arah melintang jalan antara ban kendaraan dengan permukaan aspal yang menimbulkan gaya gesekan melintang. Perbandingan gaya gesekan melintang dengan gaya normal disebut koefisien gesekan melintang (f).

Untuk menghindari terjadinya kecelakaan, maka untuk kecepatan tertentu dapat dihitung jari-jari minimum untuk superelevasi maksimum dan koefisien gesekan maksimum.



Gambar 2.1 Miring Alinemen Horizontal

$$g \sin \alpha + (F1+F2) = kf \cos \alpha$$

$$g \sin \alpha + (F1+F2) = \frac{V_R^2}{g^2 \times R_{\min}} \cos \alpha$$

$$\sin \alpha + f_{\text{maks}} = \frac{V_R^2}{g \times R_{\min}} \cos \alpha$$

$$\tan \alpha + \frac{f_{\text{maks}}}{\cos \alpha} = \frac{V_R^2}{g \times R_{\min}} ; \text{ karena } \alpha \text{ kecil, maka } \cos \alpha = 1$$

$$\tan \alpha + f_{\text{maks}} = \frac{V_R^2}{g \times R_{\min}}$$

$$e + f_{\text{maks}} = \frac{V_R^2}{g \times R_{\min}}$$

$$f_{\text{maks}} = \frac{V_R^2}{g \times R_{\min}} - e$$

$$f_{\text{maks}} = (-0,000625 \times V_R) + 0,19 \dots \dots \dots (1)$$

$$\tan \alpha + f_{\text{maks}} = \frac{V_R^2}{g \times R_{\text{min}}} \text{ atau } R_{\text{min}} = \frac{V_R^2}{g(e_{\text{maks}} + f_{\text{maks}})}$$

dimana g = gravitasi (10 m/dt^2)

sehingga :

$$\begin{aligned} R_{\text{min}} &= \frac{\left(\frac{1000}{3600}\right)^2 V_R^2}{10(e_{\text{maks}} + f_{\text{maks}})} \dots\dots\dots \left(\frac{m^2/dt^2}{m/dt^2}\right) \\ &= \frac{0,077}{10(e_{\text{maks}} + f_{\text{maks}})} V_R^2 \dots\dots\dots [\text{m}] \\ &= \frac{V_R^2}{127(e_{\text{maks}} + f_{\text{maks}})} \\ R_{\text{min}} &= \frac{V_R^2}{127(e_{\text{maks}} + f_{\text{maks}})} \dots\dots\dots (2) \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} D_{\text{maks}} &= \frac{1432,39}{R_{\text{min}}} \\ D_{\text{maks}} &= \frac{181913,53 \times (e_{\text{maks}} + f_{\text{maks}})}{V_R^2} \dots\dots\dots (3) \end{aligned}$$

Keterangan :

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

V_R = Kecepatan kendaraan rencana, (km/jam)

e_{maks} = Superelevasi maksimum, (%)

f_{maks} = Koefisien gesek melintang maksimum

D_{maks} = Derajat kelengkungan maksimum

Untuk perhitungan, digunakan $e_{\text{maks}} = 10 \%$ sesuai tabel

Tabel 2.2 Panjang jari-jari minimum (dibulatkan) untuk $e_{maks} = 10\%$

VR(km/jam)	120	100	90	80	60	50	40	30	20
R _{min} (m)	600	370	280	210	110	80	50	30	15

Sumber TPGJAK 1997 Halaman 28

Untuk kecepatan rencana < 80 km/jam berlaku $f_{maks} = -0,00065 V_R + 0,192$

80 – 120 km/jam berlaku $f_{maks} = -0,00125 V_R + 0,24$

$$R_{min} = \frac{V^2}{127 \times (e + f)} \dots \dots \dots (4)$$

$$D_{tjd} = \frac{1432,4}{Rr} \dots \dots \dots (5)$$

Keterangan :

R_{min} = Jari – jari lengkung (m)

D_{tjd} = Derajat lengkung (°)

b. Lengkung Peralihan

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

Dengan adanya lengkung peralihan, maka tikungan menggunakan jenis S-C-S. panjang lengkung peralihan (L_s), menurut Tata Cara Perencanaan Geometrik Jalan Antar Kota, 1997, diambil nilai yang terbesar dari tiga persamaan di bawah ini :

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

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

- 2.) Berdasarkan antisipasi gaya sentrifugal, digunakan rumus Modifikasi Shortt:

$$L_s = 0,022 \frac{V_R^3}{R.C} - 2,727 \frac{V_R \cdot e \cdot t \cdot d}{C} \dots\dots\dots (7)$$

- 3.) Berdasarkan tingkat pencapaian perubahan kelandaian

$$L_s = \frac{(e_m - e_n) \cdot V_R}{3,6 \cdot r_e} \dots\dots\dots (8)$$

Keterangan :

T : waktu tempuh = 3 detik

V_R : Kecepatan rencana (km/jam)

e : Superelevasi

R : Jari-jari busur lingkaran (m)

C : Perubahan percepatan 0,3 – 1,0 disarankan 0,4 m/det²

e_m : Superelevasi maximum

e_n : Superelevasi normal

r_e : Tingkat pencapaian perubahan kelandaian melintang jalan (m/m/detik),

sebagai berikut:

Untuk $V_R \leq 70$ km/jam, $r_{e \text{ mak}} = 0,035$ m/m/det

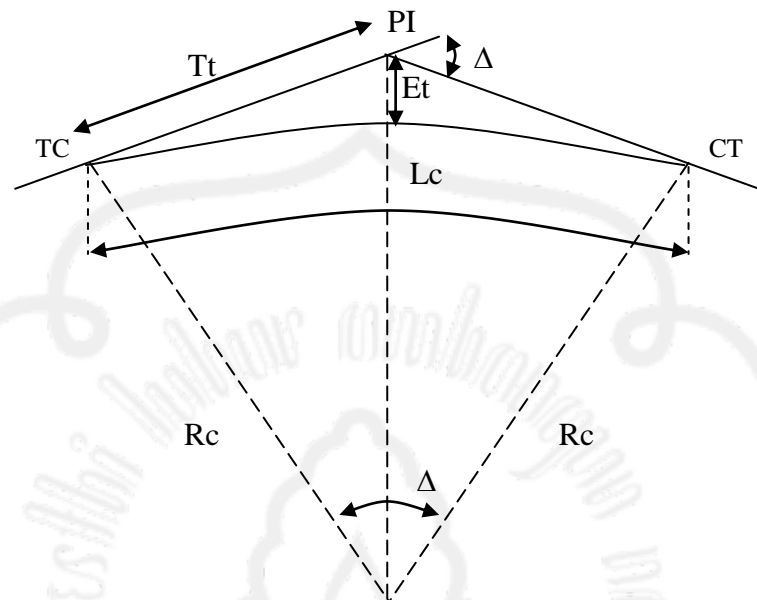
Untuk $V_R \geq 80$ km/jam, $r_{e \text{ mak}} = 0,025$ m/m/det

(Sumber Tata Cara Perencanaan Geometrik Jalan Antar Kota 1997 Hal.28)

c. Jenis Tikungan dan diagram superelevasi

1.) Tikungan Full Circle

a.) Bentuk busur lingkaran (F-C)



Gambar 2.2. Lengkung Full Circle

Keterangan :

- Δ = Sudut Tikungan
- O = Titik Pusat Tikungan
- TC = Tangen to Circle
- CT = Circle to Tangen
- Rc = Jari-jari Lingkungan
- Tt = Panjang tangen (jarak dari TC ke PI atau PI ke TC)
- Lc = Panjang Busur Lingkaran
- Et = Jarak Luar dari PI ke busur lingkaran

FC (Full Circle) adalah jenis tikungan yang hanya terdiri dari bagian suatu lingkaran saja. Tikungan FC hanya digunakan untuk R (jari-jari) yang besar agar tidak terjadi patahan, karena dengan R kecil maka diperlukan superelevasi yang besar.

Tabel 2.3 Jari-jari tikungan yang tidak memerlukan lengkung peralihan

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

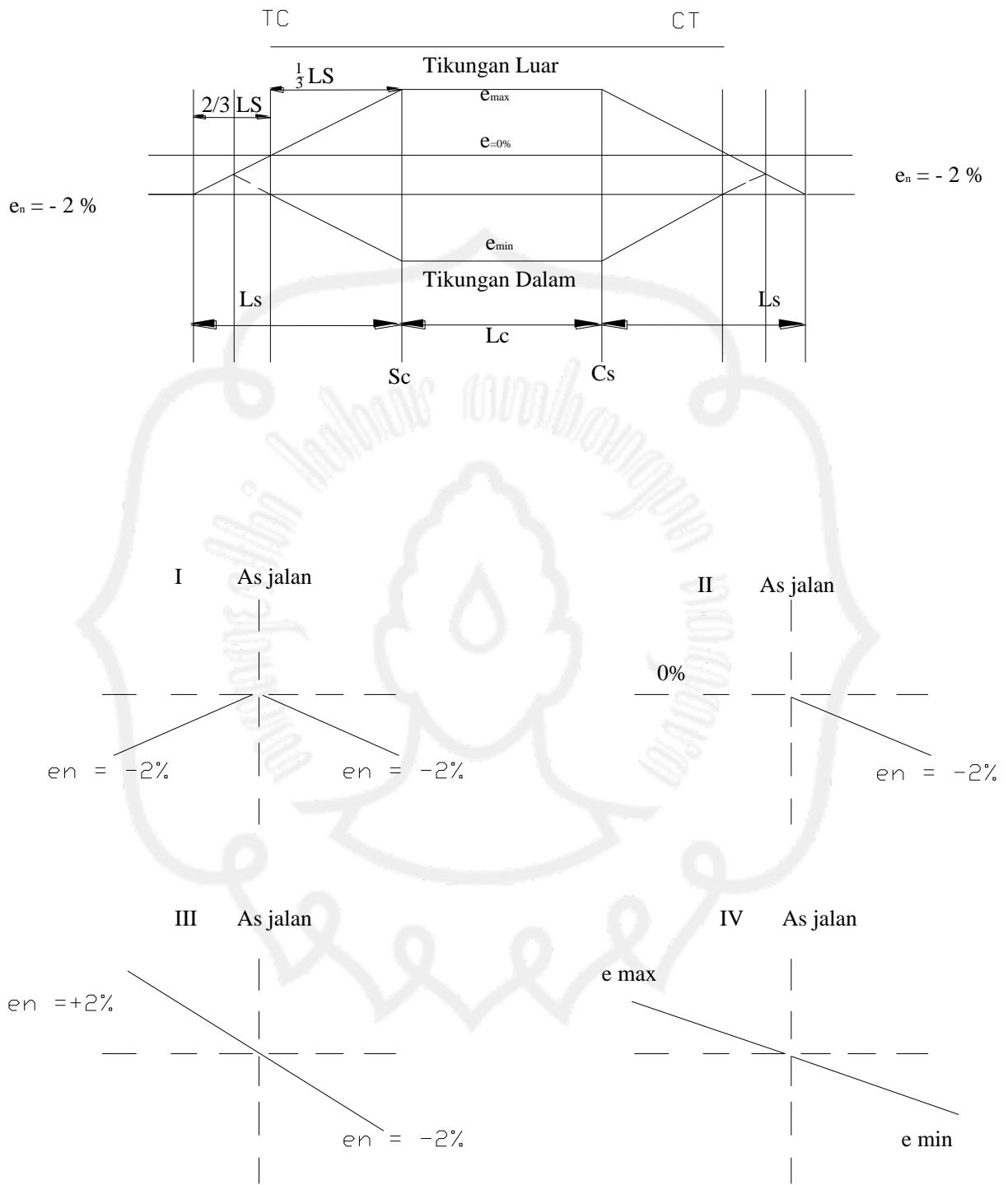
Sumber TPGJAK 1997Halaman 30

$$T_t = R_c \tan \frac{1}{2} \Delta \dots\dots\dots (9)$$

$$E_t = T_t \tan \frac{1}{4} \Delta \dots\dots\dots (10)$$

$$L_c = \frac{\Delta 2\pi R_c}{360^\circ} \dots\dots\dots (11)$$

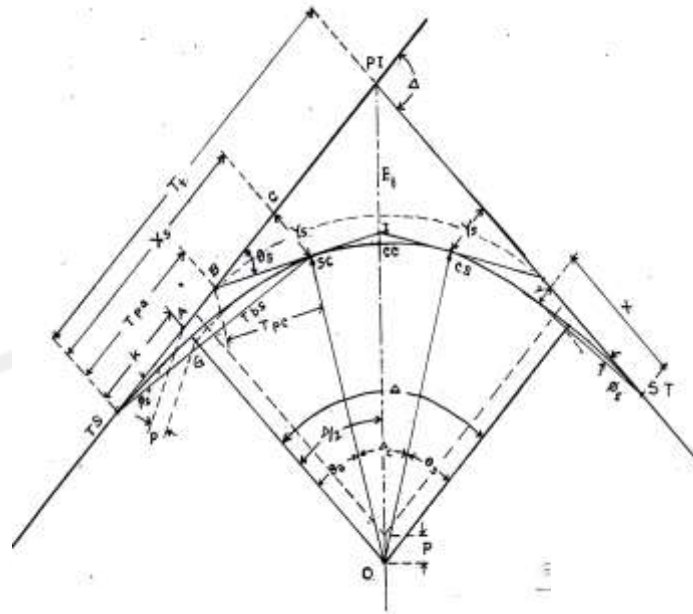
b.) Diagram Superelevasi Tikungan Berbentuk Full Circle



Gambar 2.3. Diagram Superelevasi Full Circle

2.) Tikungan *Spiral – Circle – Spiral (S – C – S)*

a.) Bentuk Busur Lingkaran *Spiral-Circle-Spiral (S-C-S)*



Gambar 2.4 Lengkung *Spiral-Circle-Spiral*

Keterangan gambar :

X_s = Absis titik SC pada garis tangen, jarak dari titik ST ke SC

Y_s = Jarak tegak lurus ketitik SC pada lengkung

L_s = Panjang dari titik TS ke SC atau CS ke ST

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

T_t = 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_t = Jarak dari PI ke busur lingkaran

θ_s = Sudut lengkung spiral

R_r = Jari-jari lingkaran

P = Pergeseran tangen terhadap spiral

K = Absis dari p pada garis tangen spiral

Rumus-rumus yang digunakan :

$$1. X_s = L_s - \left(1 - \frac{L_s^2}{40 \times Rr^2}\right) \dots\dots\dots (12)$$

$$2. \Delta_c = \Delta - 2\theta_s \dots\dots\dots (13)$$

$$3. Y_s = \left(\frac{L_s^2}{6 \times Rr}\right) \dots\dots\dots (14)$$

$$4. \theta_s = \frac{L_s \times 360}{2 \times Rr \times 2\pi} \dots\dots\dots (15)$$

$$5. L_c = \left(\frac{\Delta_c}{180}\right) \times \pi \times Rr \dots\dots\dots (16)$$

$$6. p = Y_s - Rr (1 - \cos \theta_s) \dots\dots\dots (17)$$

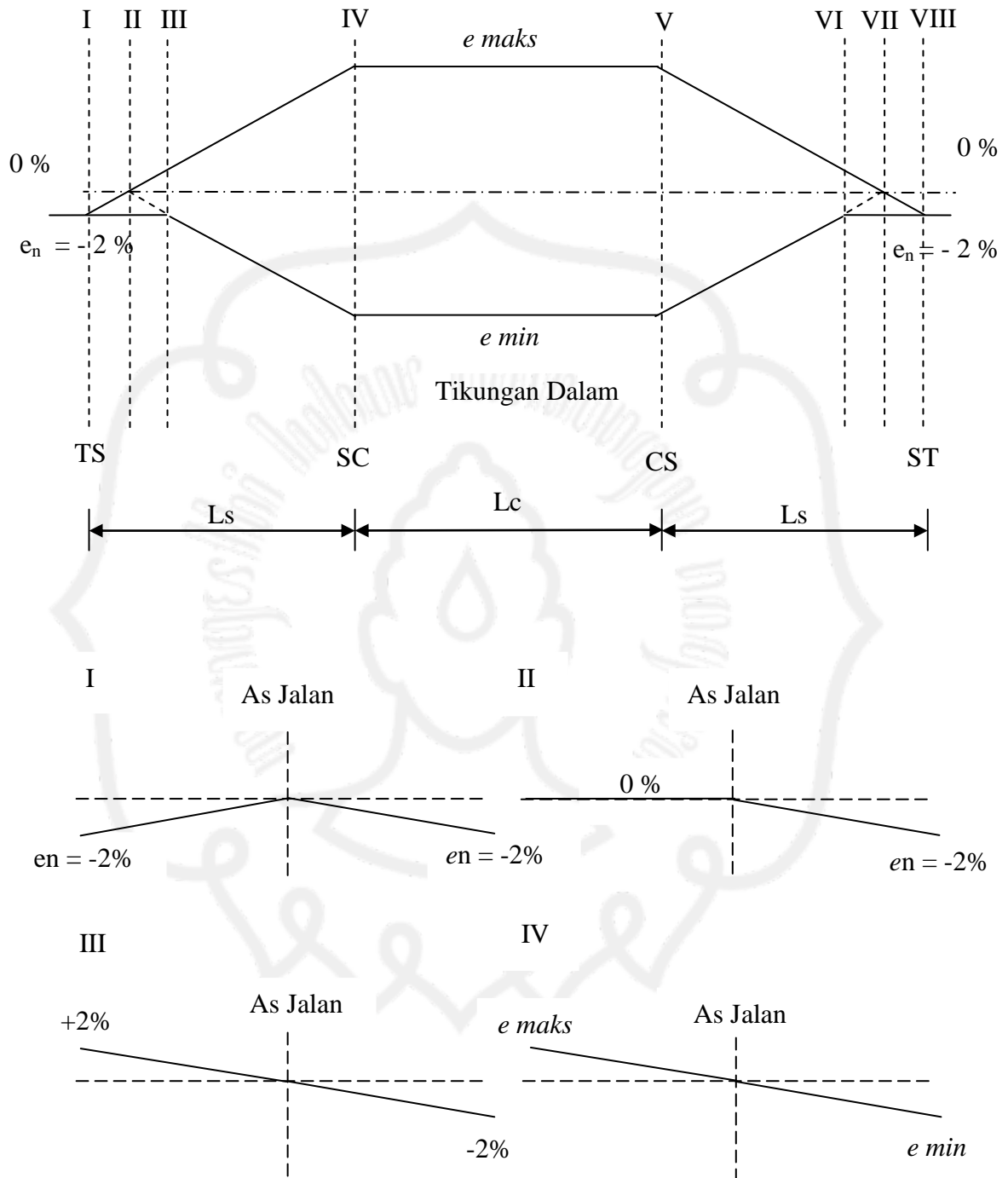
$$7. k = X_s - Rr \times \sin \theta_s \dots\dots\dots (18)$$

$$8. T_t = (Rr + P) \times \tan \frac{1}{2} \Delta PI + K \dots\dots\dots (19)$$

$$9. E_t = (Rr + P) \times \sec \frac{1}{2} \Delta_1 - Rr \dots\dots\dots (20)$$

$$10. L_{tot} = L_c + 2L_s \dots\dots\dots (21)$$

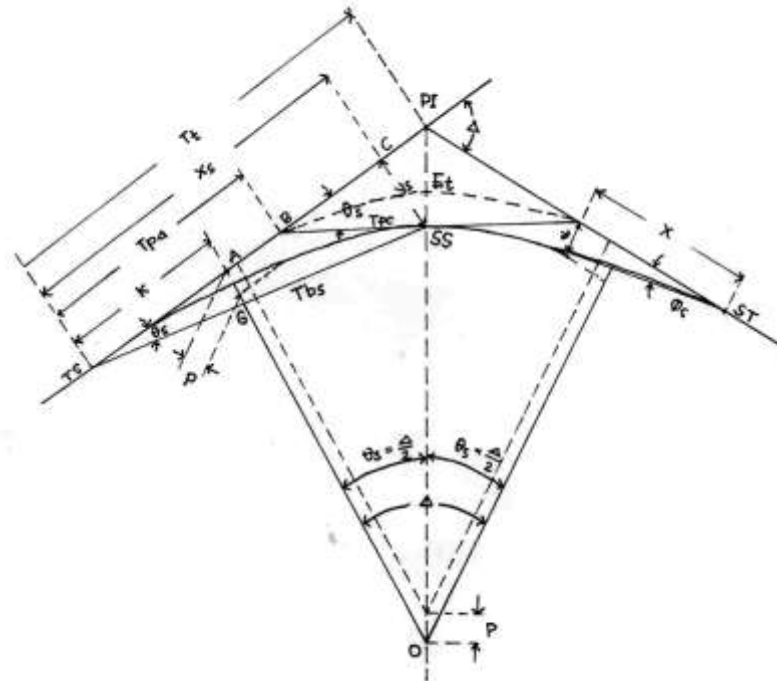
b.) Diagram superelevasi Tikungan berbentuk *Spiral – Cricle – Spiral*



Gambar 2.5 Diagram Super Elevasi *Spiral-Circle-Spiral*.

3.) Tikungan Spiral – Spiral (S – S)

a.) Bentuk Busur Lingkaran *Spiral-Spiral* (S-S)



Gambar 2.6 Lengkung *Spiral-Spiral*

Keterangan gambar :

- T_t = Panjang tangen dari titik PI ke titik TS atau ke titik ST
- X_s = Absis titik SS pada garis tangen, jarak dari titik TS ke SS
- L_s = Panjang dari titik TS ke SS atau SS ke ST
- TS = Titik dari tangen ke spiral
- E_t = Jarak dari PI ke busur lingkaran
- θ_s = Sudut lengkung spiral
- R_r = Jari-jari lingkaran
- p = Pergeseran tangen terhadap spiral
- k = Absis dari P pada garis tangen spiral

Rumus-rumus yang digunakan :

$$1. \theta_s = \frac{1}{2} \Delta_1 \dots\dots\dots (22)$$

$$2. L_s = \frac{\theta_s \times \pi \times Rr}{90} \dots\dots\dots (23)$$

$$3. X_s = L_s - \frac{L_s^3}{40 \cdot Rr} \dots\dots\dots (24)$$

$$4. Y_s = \left(\frac{L_s^2}{6 \cdot Rr} \right) \dots\dots\dots (25)$$

$$5. P = Y_s - Rr(1 - \cos \theta_s) \dots\dots\dots (26)$$

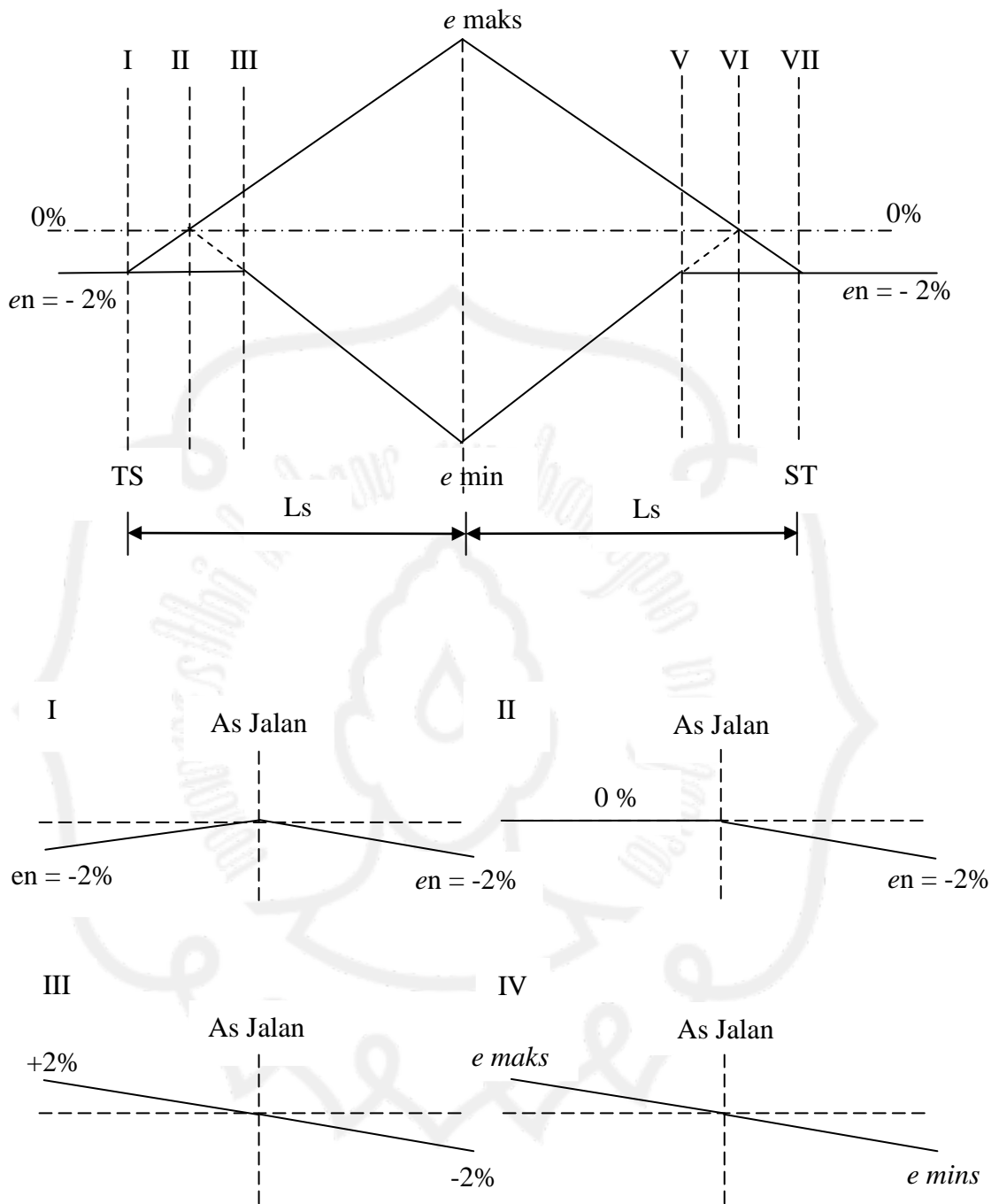
$$6. K = X_s - Rr \times \sin \theta_s \dots\dots\dots (27)$$

$$7. T_t = (Rr + P) \times \tan \frac{1}{2} \Delta_1 + K \dots\dots\dots (28)$$

$$8. E_t = (Rr + P) \times \sec \frac{1}{2} \Delta_1 - Rr \dots\dots\dots (29)$$

$$9. L_{tot} = 2 \times L_s \dots\dots\dots (30)$$

b.) Diagram superelevasi Tikungan berbentuk *Spiral – Spiral*.

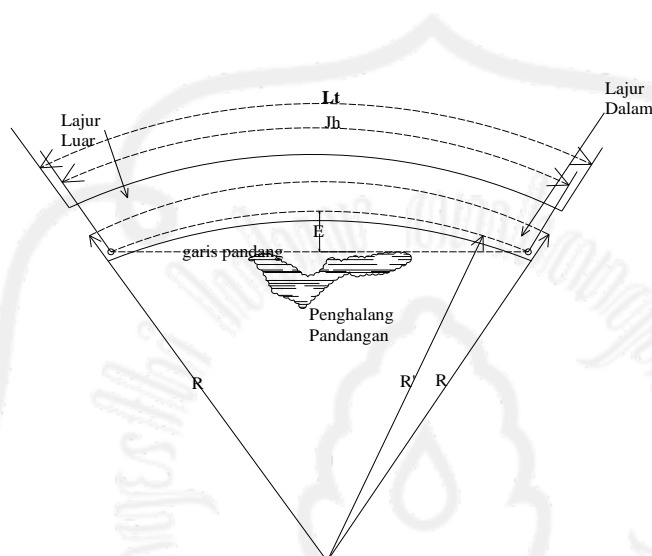


Gambar 2.7 Diagram Superelevasi Spiral-Spiral

- **Daerah Bebas Samping di Tikungan**

Jarak Pandang pengemudi pada lengkung horisontal (di tikungan), adalah pandangan bebas pengemudi dari halangan benda-benda di sisi jalan. Daerah bebas samping di tikungan dihitung berdasarkan rumus-rumus sebagai berikut :

1 Jarak pandangan lebih kecil daripada panjang tikungan ($J_h < L_t$).



Gambar 2.8 Jarak pandangan pada lengkung horizontal untuk $J_h < L_t$

Keterangan :

J_h = Jarak pandang henti (m)

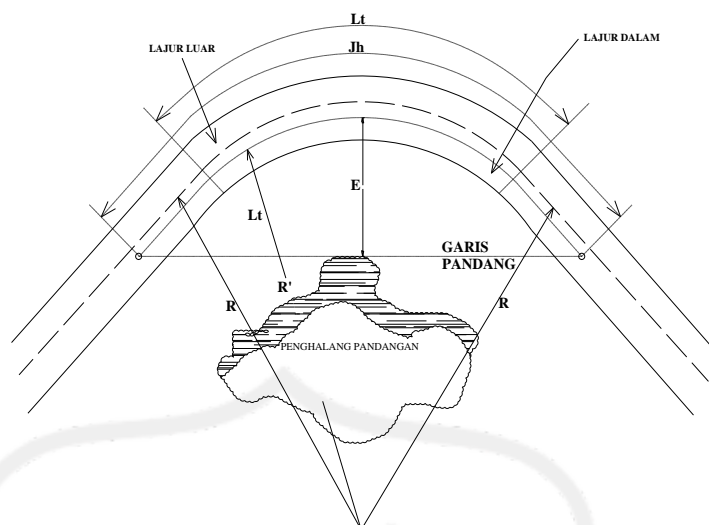
L_t = Panjang tikungan (m)

E = Daerah kebebasan samping (m)

R = Jari-jari lingkaran (m)

Maka: $E = R \left(1 - \cos \frac{90^\circ J_h}{\pi \cdot R} \right)$ (31)

2. Jarak pandangan lebih besar dari panjang tikungan ($J_h > L_t$)



Gambar 2.9 Jarak pandangan pada lengkung horizontal untuk $J_h > L_t$

$$J_h = L_t + 2 \cdot d \dots \dots \dots (32)$$

$$d = \frac{1}{2} (J_h - L_t) \dots \dots \dots (33)$$

$$m = R \left(1 - \cos \frac{90^\circ J_h}{R} \right) + \left(\frac{J_h - L_t}{2} \sin \frac{90^\circ J_h}{R} \right) \dots \dots \dots (34)$$

Dalam memajukan kebebasan samping pada tikungan ada 2 teori :

- 1) Berdasarkan jarak pandang henti

$$m = R' \left(1 - \cos \frac{90^\circ J_h}{\pi R^2} \right) \dots \dots \dots (35)$$

- 2) Berdasarkan jarak pandang menyiap

$$m = R' \left(1 - \cos \left(\frac{90^\circ L_t}{\pi R} \right) + \frac{1}{2} (J_d - L_t) \sin \frac{90^\circ L_t}{\pi R} \right) \dots \dots \dots (36)$$

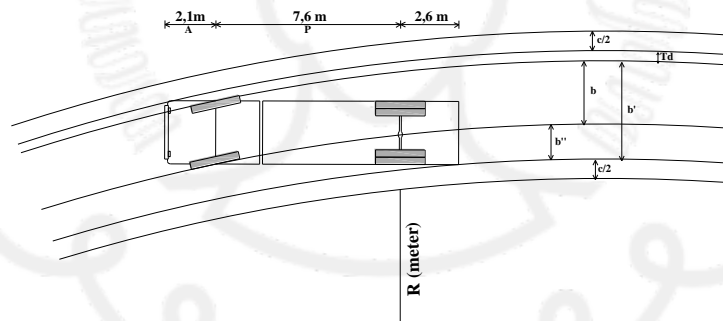
Keterangan:

- Jh = Jarak pandang henti
 Jd = Jarak pandang menyiap
 Lt = Panjang lengkung total
 R = Jari-jari tikungan
 R' = Jari-jari sumbu lajur

o **Pelebaran Perkerasan**

Pelebaran perkerasan dilakukan pada tikungan-tikungan yang tajam, agar kendaraan tetap dapat mempertahankan lintasannya pada jalur yang telah disediakan.

Gambar dari pelebaran perkerasan pada tikungan dapat dilihat pada gambar berikut ini.



Gambar 2.10 Pelebaran Perkerasan Pada Tikungan

Rumus yang digunakan :

$$B = n(b' + c) + (n + 1) Td + Z \dots\dots\dots (37)$$

$$b' = b + b'' \dots\dots\dots (38)$$

$$b'' = Rr - \sqrt{Rr^2 - p^2} \dots\dots\dots (39)$$

$$Td = \sqrt{Rr^2 + A(2p + A)} - R \dots\dots\dots (40)$$

$$Z = 0,105 \times \left(\frac{V}{\sqrt{R}} \right) \dots\dots\dots (41)$$

$$\varepsilon = B - W \dots\dots\dots (42)$$

Keterangan:

B = Lebar perkerasan pada tikungan

n = Jumlah jalur lalu lintas

b = Lebar lintasan truk pada jalur lurus

b' = Lebar lintasan truk pada tikungan

P = Jarak As roda depan dengan roda belakang truk

A = Tonjolan depan sampai bumper

W = Lebar perkerasan

Td = Lebar melintang akibat tonjolan depan

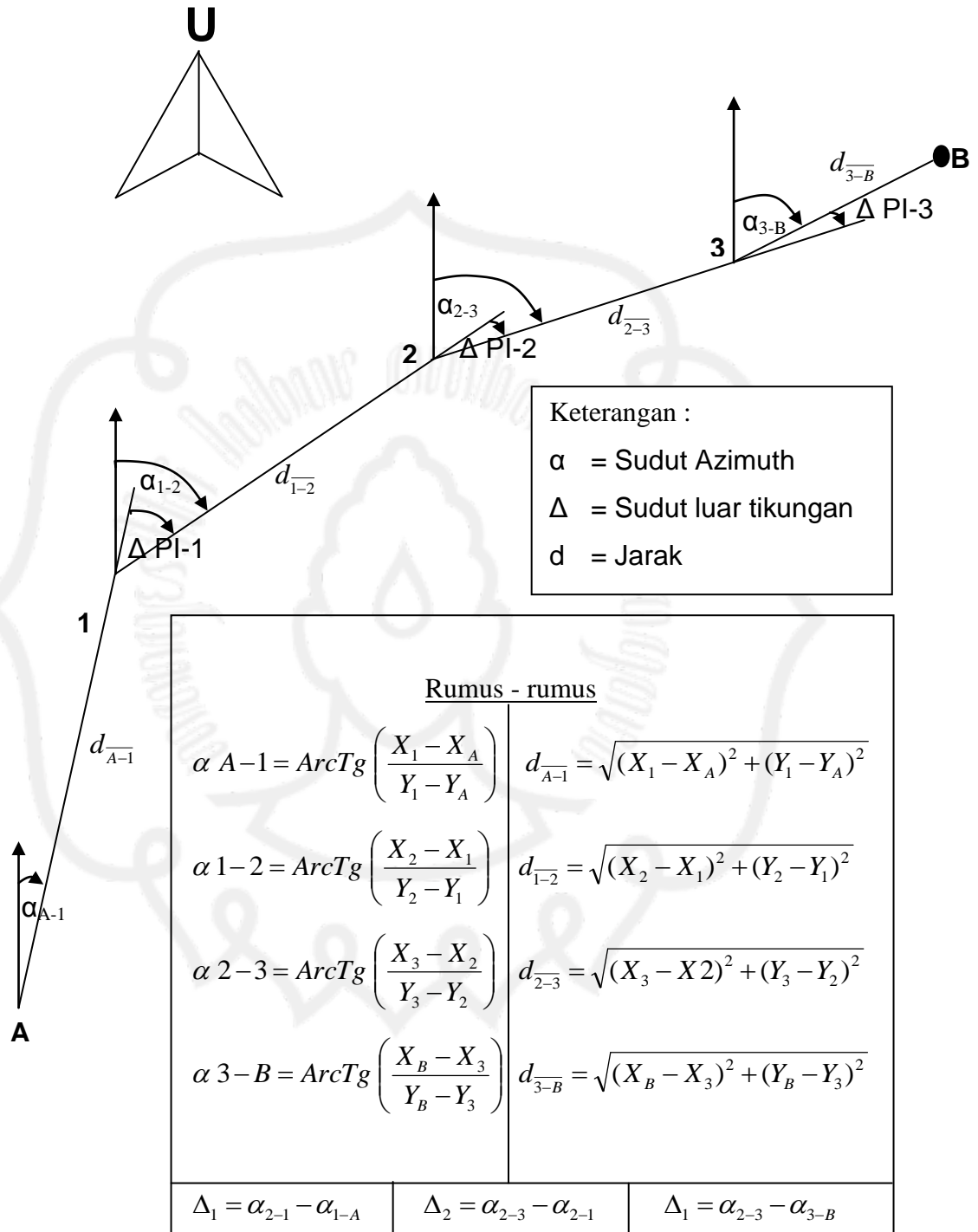
Z = Lebar tambahan akibat kelelahan pengemudi / kalainan mengemudi

c = Kebebasan samping

ε = Pelebaran perkerasan

h. Azimuth

Azimuth adalah sudut yang diukur searah jarum jam yang diukur dari arah utara.



Gambar 2. 13 Peta Azimuth

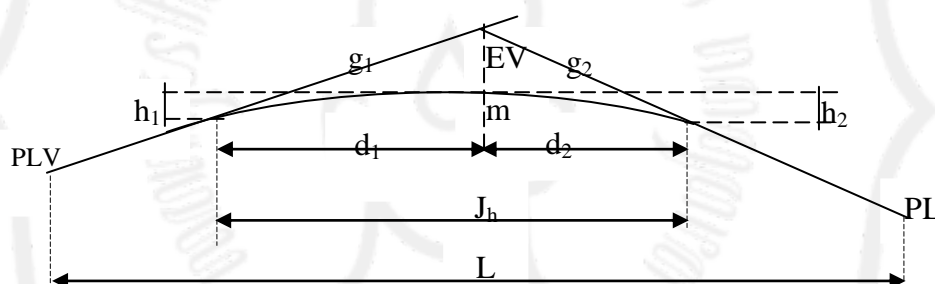
2.1.1.2. Alinemen Vertikal

Alinemen Vertikal adalah perencanaan elevasi sumbu jalan pada setiap titik yang ditinjau, berupa profil memanjang. Pada perencanaan alinemen vertikal terdapat kelandaian positif (tanjakan) dan kelandaian negatif (turunan), sehingga kombinasinya berupa lengkung cembung dan lengkung cekung. Disamping kedua lengkung tersebut terdapat pula kelandaian = 0 (datar).

Bagian – bagian lengkung vertikal :

1. Lengkung vertikal cembung

Adalah lengkung dimana titik perpotongan antara kedua tangen berada di atas permukaan jalan



Gambar. 2.14 Lengkung Vertikal Cembung

Keterangan :

PLV = Titik awal lengkung parabola

PV_1 = Titik perpotongan kelandaian g_1 dan g_2

g = Kemiringan tangen : (+) naik ;(-) turun

A = Perbedaan aljabar landai $(g_1 - g_2)\%$

EV = Pergeseran vertikal titik tengah besar lingkaran $(PV_1 - m)$ meter.

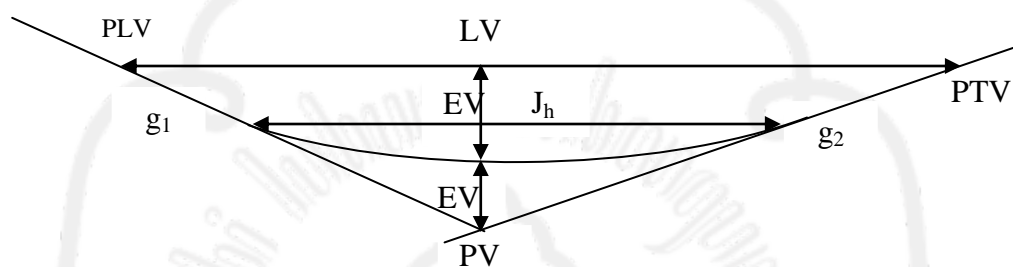
J_h = Jarak pandangan

h_1 = Tinggi mata pengaruh

h_2 = Tinggi halangan

2. Lengkung vertikal cekung

Adalah lengkung dimana titik perpotongan antara kedua tangen berada di atas permukaan jalan



Gambar 2.15. Lengkung Vertikal Cekung.

Keterangan :

PLV = titik awal lengkung parabola.

PV₁ = titik perpotongan kelandaian g_1 dan g_2

g = kemiringan tangen ; (+) naik; (-) turun.

A = perbedaan aljabar landai $(g_1 - g_2)$ %.

EV = pergeseran vertikal titik tengah busur lingkaran $(PV_1 - m)$ meter.

Lv = Panjang lengkung vertikal

V = kecepatan rencana (km/jam)

Rumus-rumus yang digunakan pada lengkung vertikal cembung dan cekung :

$$1. \quad g = \frac{(\text{elevasi awal} - \text{elevasi akhir})}{\text{Sta awal} - \text{Sta akhir}} \times 100\% \dots\dots\dots (43)$$

Sta awal- Sta akhir

$$2. \quad \Delta = g_1 - g_2 \dots\dots\dots (44)$$

$$3. \quad E_v = \frac{\Delta \times L_v}{800} \dots\dots\dots (45)$$

$$4. \quad y = \frac{\Delta \times \left(\frac{1}{4} L_v\right)^2}{200 \times L_v} \dots\dots\dots (46)$$

5. Panjang Lengkung Vertikal (L_v) :

a. Pengurangan gocangan

$$L_v = \frac{V^2 \times \Delta}{360} \dots\dots\dots (47)$$

b. Syarat keluesan bentuk

$$L_v = 0,6 \times V \dots\dots\dots (48)$$

c. Syarat kenyamanan

$$L_v = V \times t \dots\dots\dots (49)$$

d. Syarat drainase

$$L_v = 40 \times \Delta \dots\dots\dots (50)$$

6. Untuk lengkung vertikal cembung jika $J_h < L$ cembung maka

$$L = \frac{A \times J_h^2}{405} \dots\dots\dots (51)$$

7. Untuk lenkung vertikal cekung jika $J_h > L$ cekung maka

$$L = 2 \times J_h - \frac{405}{A} \dots\dots\dots (52)$$

Hal-hal yang perlu diperhatikan dalam perencanaan Alinemen Vertikal

1) Kelandaian maksimum.

Kelandaian maksimum didasarkan pada kecepatan truk yang bermuatan penuh mampu bergerak dengan kecepatan tidak kurang dari separuh kecepatan semula tanpa harus menggunakan gigi rendah.

Tabel 2.4 Kelandaian Maksimum yang diijinkan

Landai maksimum %	3	3	4	5	8	9	10	10
VR (km/jam)	120	110	100	80	60	50	40	<40

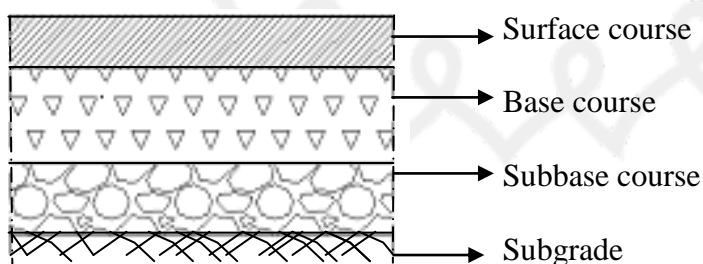
Sumber : TPGJAK 1997 Halaman 30

2) Kelandaian Minimum

Pada jalan yang menggunakan kerb pada tepi perkerasannya, perlu dibuat kelandaian minimum 0,5 % untuk keperluan kemiringan saluran samping, karena kemiringan jalan dengan kerb hanya cukup untuk mengalirkan air kesamping.

2.1.2 Perencanaan Tebal Perkerasan Lentur

Perencanaan konstruksi lapisan perkerasan lentur disini untuk jalan baru dengan Metoda Analisa Komponen, yaitu dengan metoda analisa komponen SKBI – 2.3.26. 1987.



Gambar 2.16. Susunan lapis Konstruksi Perkerasan lentur

Adapun untuk perhitungannya perlu pemahaman istilah-istilah sebagai berikut :

1. Lalu lintas

a. Lalu lintas harian rata-rata (LHR)

Lalu lintas harian rata-rata (LHR) setiap jenis kendaraan ditentukan pada awal umur rencana, yang dihitung untuk dua arah pada jalan tanpa median atau masing-masing arah pada jalan dengan median.

– Lalu lintas harian rata-rata permulaan (LHR_p)

$$LHR_p = LHR_s \times (1 + i_1)^{n_1} \dots\dots\dots (53)$$

– Lalu lintas harian rata-rata akhir (LHR_A)

$$LHR_A = LHR_p \times (1 + i_2)^{n_2} \dots\dots\dots (54)$$

b. Rumus-rumus Lintas ekuivalen

– Lintas Ekuivalen Permulaan (LEP)

$$LEP = \sum_{j=mp}^n LHR_{pj} \times C \times E \dots\dots\dots (55)$$

– Lintas Ekuivalen Akhir (LEA)

$$LEA = \sum_{j=mp}^n LHR_{Aj} \times C \times E \dots\dots\dots (56)$$

– Lintas Ekuivalen Tengah (LET)

$$LET = \frac{LEP + LEA}{2} \dots\dots\dots (57)$$

– Lintas Ekuivalen Rencana (LER)

$$LER = LET \times Fp \dots\dots\dots (58)$$

$$Fp = \frac{n_2}{10} \dots\dots\dots (59)$$

Dimana:

- i_1 = Pertumbuhan lalu lintas masa konstruksi
 i_2 = Pertumbuhan lalu lintas masa layanan
 J = Jenis kendaraan
 n_1 = Masa konstruksi
 n_2 = Umur rencana
 C = Koefisien distribusi kendaraan
 E = Angka ekuivalen beban sumbu kendaraan
 F_p = Faktor Penyesuaian

2. Angka ekuivalen (E) masing-masing golongan beban umum (setiap kendaraan) ditentukan menurut rumus daftar sebagai berikut:

$$- E.Sumbu Tunggal = 0,086 \left(\frac{\text{beban satu sumbu tunggal dlm kg}}{8160} \right)^4 \dots\dots (60)$$

$$- E.Sumbu Ganda = 0,086 \left(\frac{\text{beban satu sumbu ganda dlm kg}}{8160} \right)^4 \dots\dots\dots (61)$$

3. Daya Dukung Tanah Dasar (DDT dan CBR)

Daya dukung tanah dasar (DDT) ditetapkan berdasarkan grafik korelasi DDT dan CBR.

4. Faktor Regional (FR)

Faktor regional bisa juga disebut faktor koreksi sehubungan dengan perbedaan kondisi tertentu. Kondisi-kondisi yang dimaksud antara lain keadaan lapangan dan iklim yang dapat mempengaruhi keadaan pembebanan daya dukung

tanah dan perkerasan. Dengan demikian dalam penentuan tebal perkerasan ini Faktor Regional hanya dipengaruhi bentuk alinemen (kelandaian dan tikungan)

Tabel 2.5 Prosentase kendaraan berat dan yang berhenti serta iklim (curah hujan)

	Kelandaian I (<6%)		Kelandaian II (6–10%)		Kelandaian III (>10%)	
	% kendaraan berat		% kendaraan berat		% kendaraan berat	
	≤ 30%	>30%	≤ 30%	>30%	≤ 30%	>30%
Iklm I < 900 mm/tahun	0,5	1,0 – 1,5	1,0	1,5 – 2,0	1,5	2,0 – 2,5
Iklm II ≥ 900 mm/tahun	1,5	2,0 – 2,5	2,0	2,5 – 3,0	2,5	3,0 – 3,5

Sumber: *Petunjuk Perencanaan Tebal Perkerasan Lentur Jalan Raya Dengan Metode Analisa Komponen SKBI 2.3.26.1987*

5. Koefisien Distribusi Kendaraan

Koefisien distribusi kendaraan (C) untuk kendaraan ringan dan berat yang lewat pada jalur rencana ditentukan menurut daftar di bawah ini :

Tabel 2.6 Koefisien Distribusi Kendaraan

Jumlah jalur	Kendaraan ringan *)		Kendaraan berat **)	
	1 arah	2 arah	1 arah	2 arah
1 jalur	1,00	1,00	1,00	1,00
2 jalur	0,60	0,50	0,70	0,50
3 jalur	0,40	0,40	0,50	0,475
4 jalur	-	0,30	-	0,45
5 jalur	-	0,25	-	0,425
6 jalur	-	0,20	-	0,40

Sumber: *Petunjuk Perencanaan Tebal Perkerasan Lentur Jalan Raya Dengan Metode Analisa Komponen SKBI 2.3.26.1987*

*) berat total < 5 ton, misalnya: mobil penumpang, pick up, mobil hantaran.

***) berat total \geq 5 ton, misalnya: bus, truk, traktor, semi trailer, trailer.

6. Koefisien Kekuatan Relatif (a)

Koefisien kekuatan relative (a) masing-masing bahan dan kegunaan sebagai lapis permukaan, lapis pondasi dan pondasi bawah, ditentukan secara korelasi sesuai nilai *Marshall Test* (untuk bahan dengan aspal), kuat tekan untuk (bahan yang distabilisasikan dengan semen atau kapur) atau CBR (untuk bahan lapis pondasi atau pondasi bawah).

Tabel 2.7 Koefisien Kekuatan Relatif

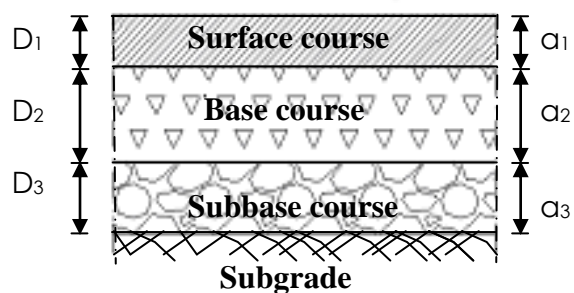
Koefisien Kekuatan Relatif			Kekuatan Bahan			Jenis Bahan
a ₁	a ₂	a ₃	Ms (kg)	Kt (kg/cm ²)	CBR (%)	
0,40			744			LASTON
0,35			590			
0,32			454			
0,30			340			
0,35			744			LASBUTAG
0,31			590			
0,28			454			
0,26			340			
0,30			340			HRA
0,26			340			Aspal Macadam
0,25						LAPEN (mekanis)
0,20						LAPEN (manual)
	0,28		590			Laston Atas
	0,26		454			
	0,24		340			
	0,23					Lapen (Mekanis)

Koefisien Kekuatan Relatif			Kekuatan Bahan			Jenis Bahan
a1	a2	a3	MS (Kg)	Kt kg/cm ²	CBR %	
	0,19					Lapen (Manual)
	0,15			22		Stab. Tanah dengan semen
	0,13			18		
	0,15			22		Stab. Tanah dengan Kapur
	0,13			18		
	0,14				100	Batu Pecah (Kelas A)
	0,13				80	Batu Pecah (Kelas B)
	0,15				60	Batu Pecah (Kelas C)
	0,13				70	Sirtu/ Pitrun (Lelas A)
	0,14				30	Sirtu/ Pitrun (Lelas B)
		0,10			20	Tanah / Lempung Kepasiran

Sumber: Petunjuk Perencanaan Tebal Perkerasan Lentur Jalan Raya Dengan Metode Analisa Komponen SKBI 2.3.26.1987

7. Analisa komponen perkerasan

Penghitungan ini didistribusikan pada kekuatan relatif masing-masing lapisan perkerasan jangka tertentu (umur rencana).



Gambar 2.17 Tebal Lapis Perkerasan Lentur

Dimana penentuan tebal perkerasan dinyatakan oleh Indeks Tebal Perkerasan (ITP)

dengan rumus:

$$ITP = a_1 D_1 + a_2 D_2 + a_3 D_3 \dots\dots\dots (62)$$

D_1, D_2, D_3 = Tebal masing-masing lapis perkerasan (cm)

a_1, a_2, a_3 = Koefisien kekuatan relatif bahab perkerasan (SKBI 2.3.26.1987)

Angka 1,2,3 masing-masing lapis permukaan, lapis pondasi atas dan pondasi bawah.

2.1.3 Rencana Anggaran Biaya (RAB) dan *Time Schedule*

Untuk menghitung Rencana Anggaran Biaya (RAB) terlebih dahulu menghitung volume dari pekerjaan yang direncanakan yang meliputi :

1. Umum

- Pengukuran
- Mobilisasi dan Demobilisasi
- Pembuatan papan nama proyek
- Pekerjaan Direksi Keet
- Administrasi dan Dokumentasi

2. Pekerjaan tanah

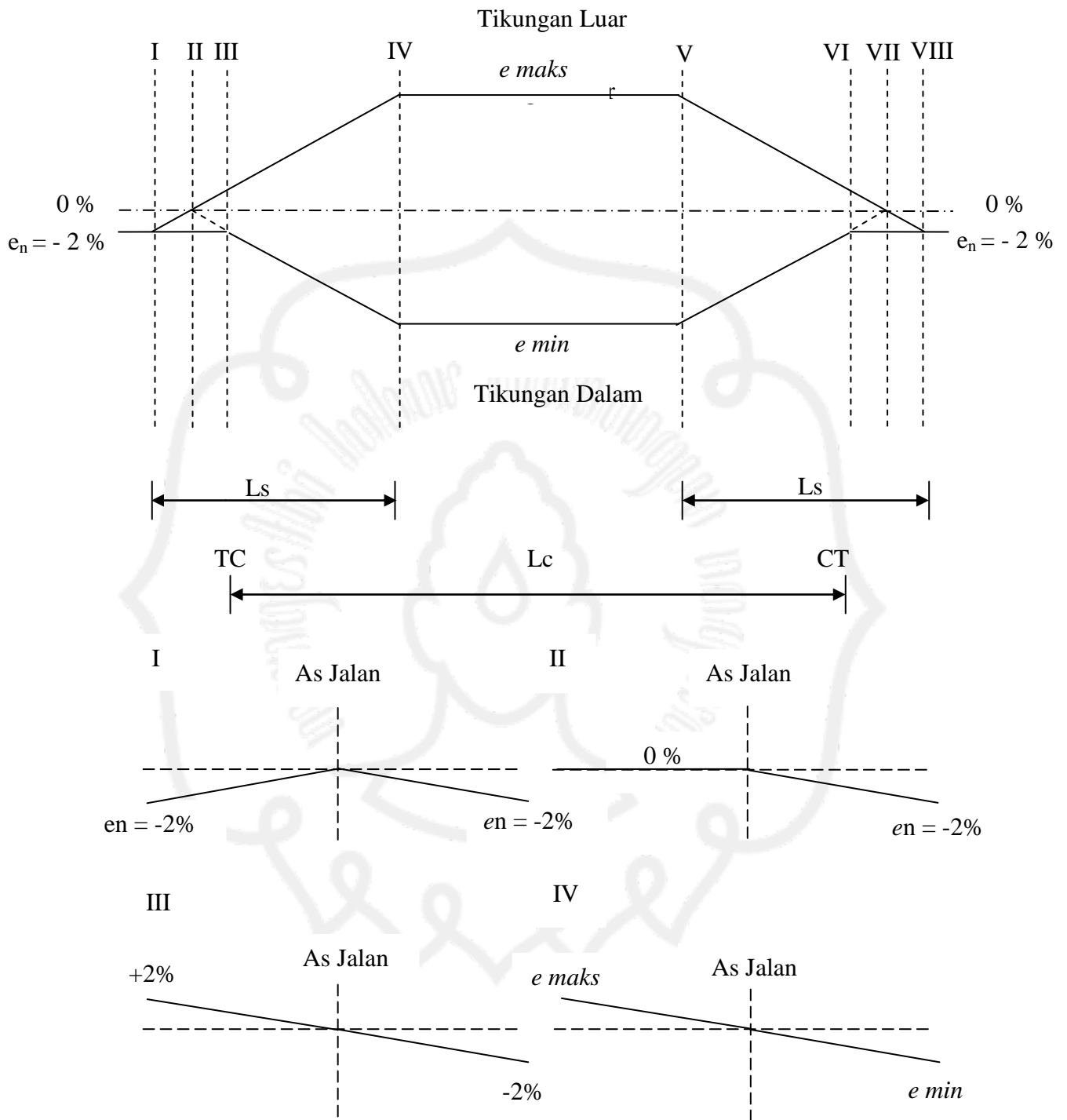
- Pembersihan semak dan pengupasan tanah
- Persiapan badan jalan
- Galian tanah (biasa)
- Timbunan tanah (biasa)

3. Pekerjaan drainase
 - Galian saluran
 - Pasangan batu dengan mortar
 - Plesteran
4. Pekerjaan dinding penahan
 - Galian saluran
 - Pasangan batu dengan mortar
 - Plesteran
 - Siaran
5. Pekerjaan perkerasan
 - Lapis pondasi bawah (*sub base course*)
 - Lapis pondasi atas (*base course*)
 - Prime Coat
 - Lapis Lapen
6. Pekerjaan pelengkap
 - Marka jalan
 - Rambu jalan
 - Patok kilometer

Setelah diketahui volume pekerjaan yang direncanakan, rencana anggaran biaya dapat dihitung berdasarkan analisa harga satuan yang diambil dari Harga Satuan Dasar Upah dan Bahan serta Biaya Operasi Peralatan Dinas Bina Marga Surakarta Tahun Anggaran 2009.

Kemudian berdasarkan rencana anggaran biaya yang telah dihitung, dapat dibuat *time schedule* dengan menggunakan kurva S.

b.) Diagram superelevasi Tikungan berbentuk *Full Circle*



Gambar 2.3. Diagram Super Elevasi *Full Circle*.

BAB III

METODELOGI

3.1. Umum

Metode yang digunakan untuk menyusun tugas akhir ini adalah metode perencanaan, yang terdiri dari :

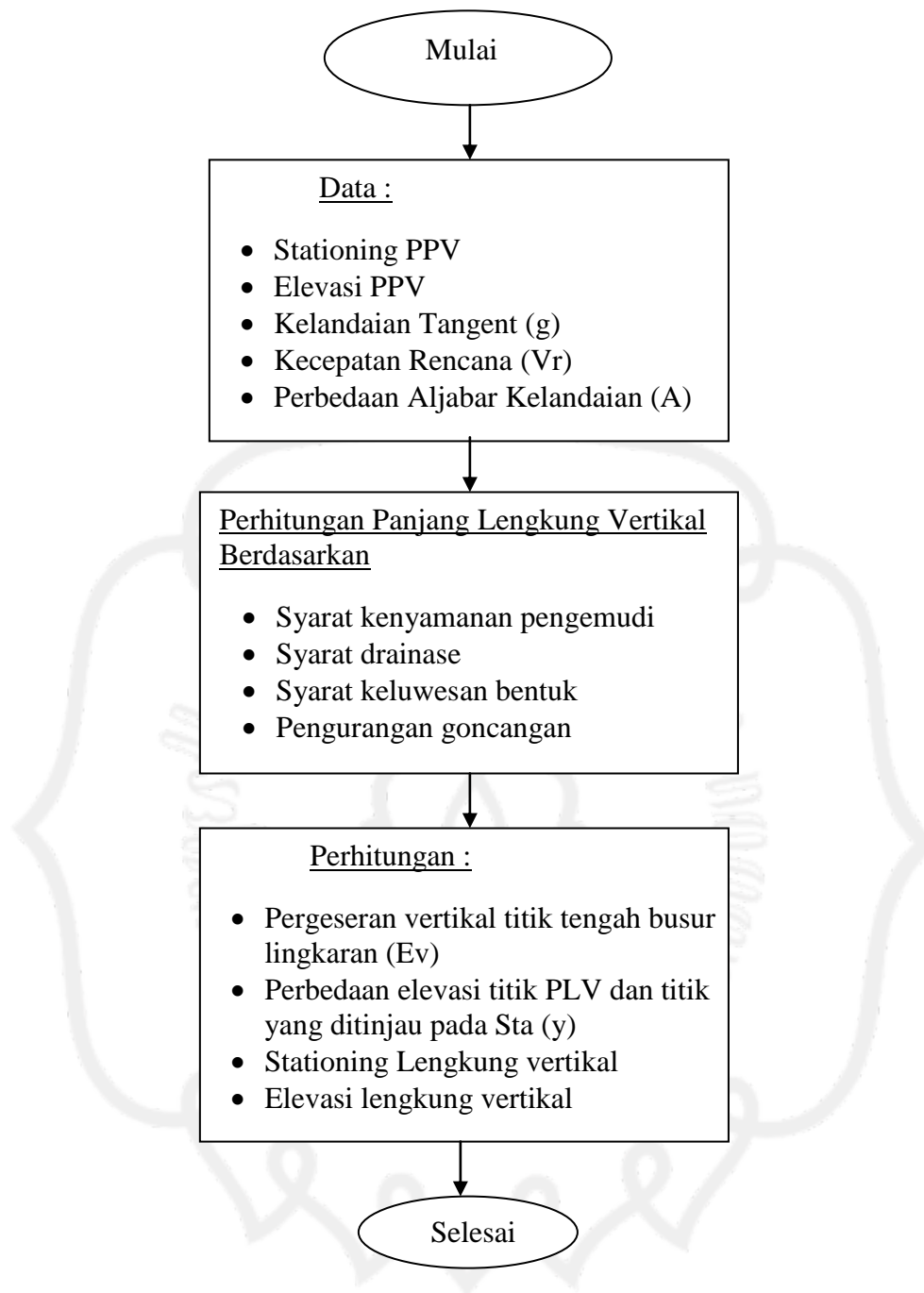
- a. Perencanaan Geometrik.
- b. Perencanaan Tebal Perkerasan.
- c. Perencanaan Rencana Anggaran Biaya dan *Time Schedule*.

3.2. Diagram Alir

- a. Diagram alir perencanaan geometrik

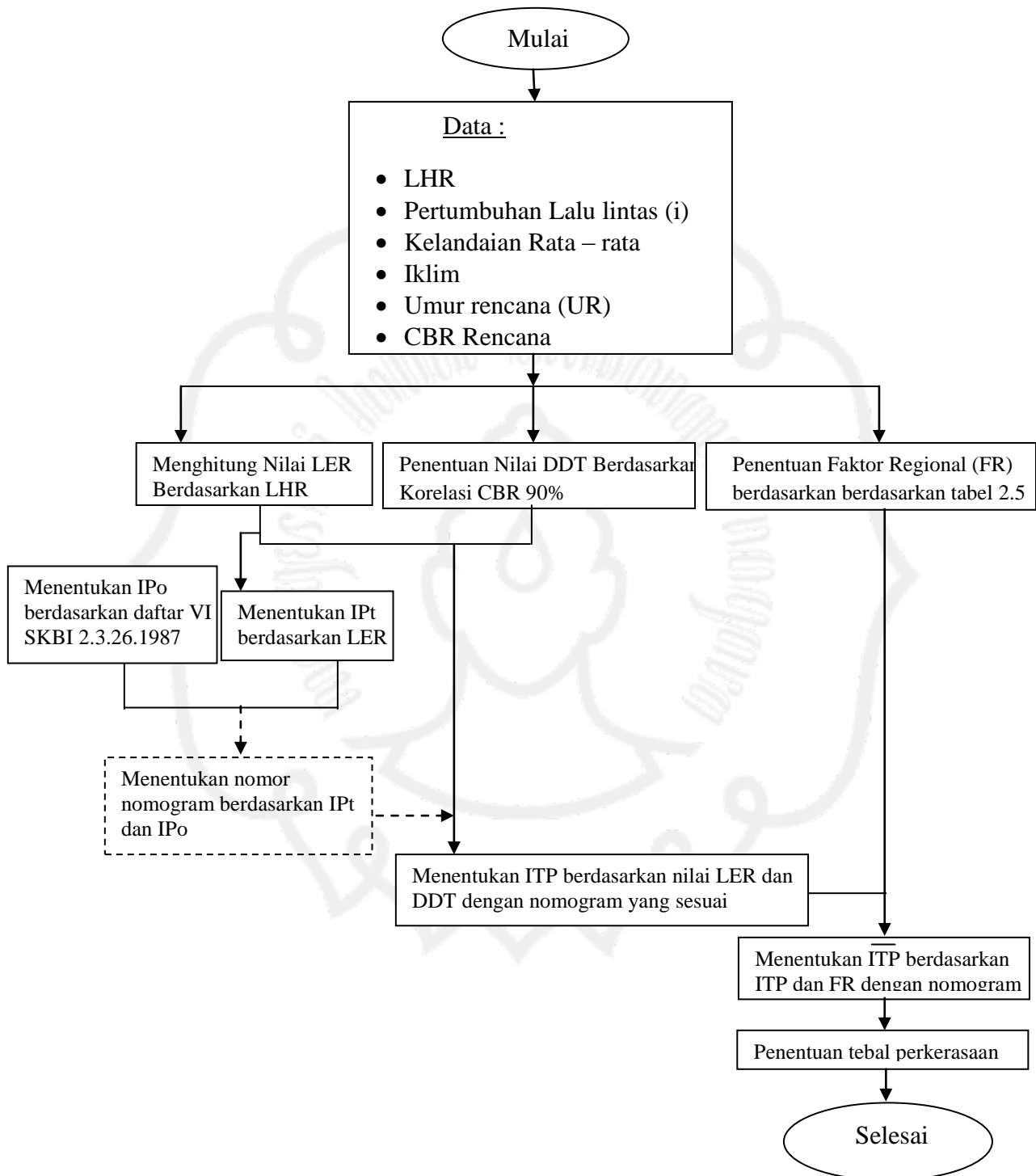
Perencanaan geometrik terdiri dari beberapa alinemen yaitu :

- a.) Perencanaan Alinemen Horisontal.
- b.) Perencanaan Alinemen Vertikal.

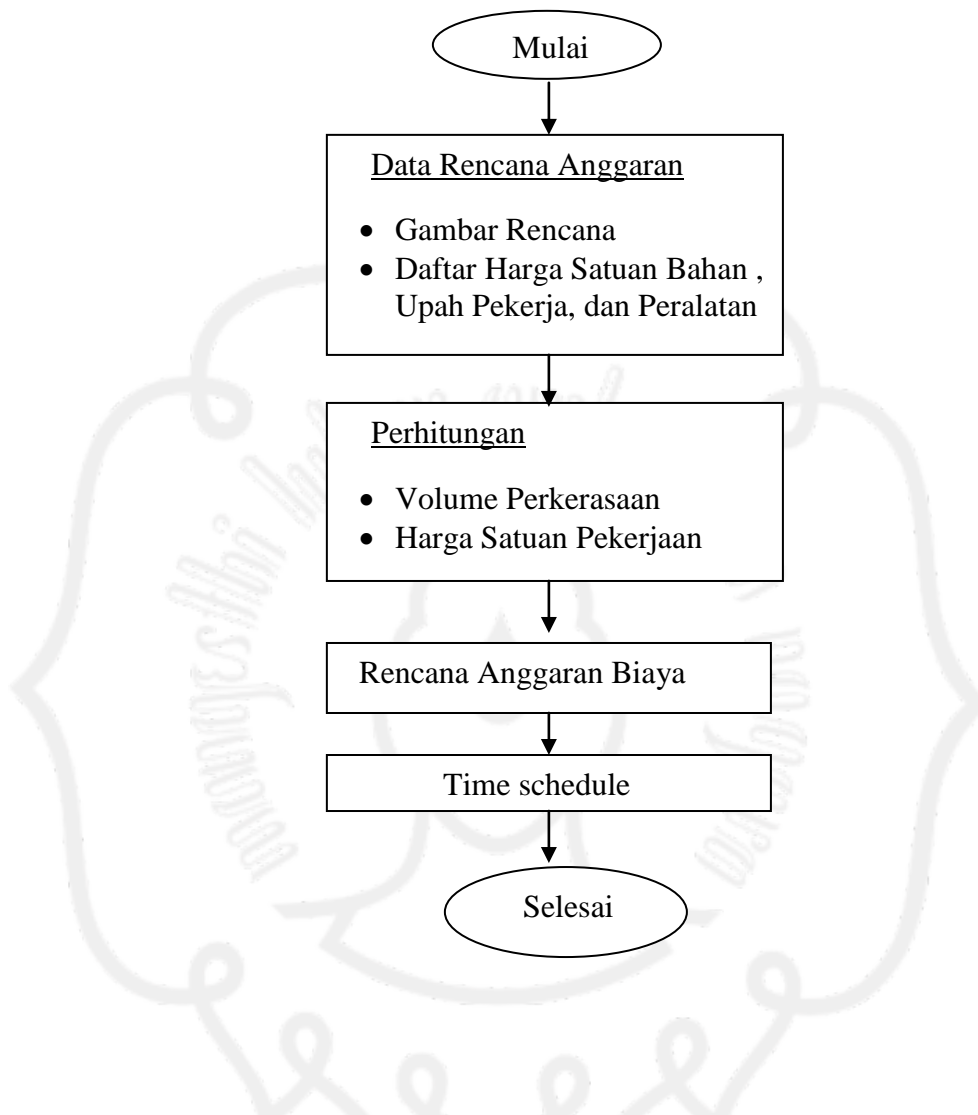


Gambar 3.2. Diagram Alir Perencanaan Alinemen Vertikal

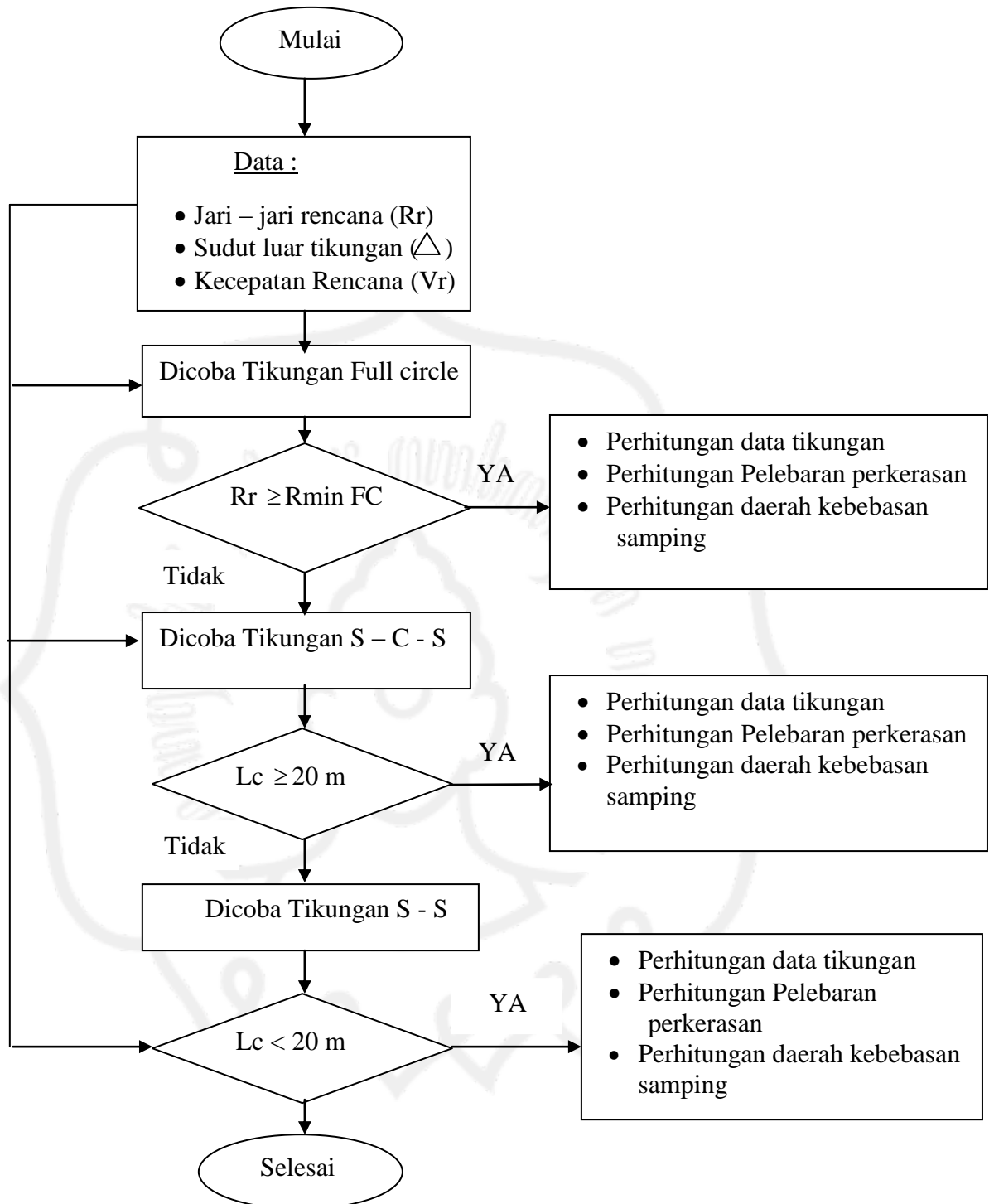
b. Perencanaan Tebal Perkerasan



Gambar 3.3. Diagram Alir Perencanaan Tebal Perkerasan

c. Perencanaan Rencana Anggaran Biaya dan *Time schedule*

Gambar 3.4. Diagram Alir Perencanaan Rencana Anggaran Biaya dan *Time Schedule*



Gambar 3.1 Diagram Alir Perencanaan Alinemen Horisontal

BAB IV

PERENCANAAN GEOMETRIK JALAN, TEBAL PERKERASAAN DAN RENCANA ANGGARAN BIAYA

4.1. Perencanaan Geometrik Jalan

4.1.1. Perbesaran Peta

Peta topografi skala 1:25.000 dilakukan perbesaran pada daerah yang akan dibuat trace jalan menjadi 1:10.000 dan diperbesar lagi menjadi 1:5.000, trace digambar dengan memperhatikan kontur tanah yang ada.

4.1.2. Perhitungan Trace Jalan

Dari trace jalan (skala 1:10.000) dilakukan penghitungan-penghitungan azimuth, sudut tikungan, jarak antar PI (lihat gambar 4.1)

4.1.2.1 Perhitungan Azimuth:

Diketahui koordinat:

$$A = (0;0)$$

$$PI-1 = (30;300)$$

$$PI-2 = (350;610)$$

$$PI-3 = (760;780)$$

$$B = (1120;1000)$$

$$\begin{aligned} \alpha_{A-1} &= \text{ArcTg} \left(\frac{X_1 - X_A}{Y_1 - Y_A} \right) & \alpha_{1-2} &= \text{ArcTg} \left(\frac{X_2 - X_1}{Y_2 - Y_1} \right) \\ &= \text{ArcTg} \left(\frac{30-0}{300-0} \right) & &= \text{ArcTg} \left(\frac{350-30}{610-300} \right) \\ &= 05^{\circ} 42' 38,14'' & &= 45^{\circ} 54' 33,8'' \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \alpha_{2-3} &= \text{ArcTg} \left(\frac{X_3 - X_2}{Y_3 - Y_2} \right) & \alpha_{3-B} &= \text{ArcTg} \left(\frac{X_B - X_3}{Y_B - Y_3} \right) \\ &= \text{ArcTg} \left(\frac{760-350}{780-610} \right) & &= \text{ArcTg} \left(\frac{1120-760}{1000-780} \right) \\ &= 67^{\circ} 28' 46'' & &= 58^{\circ} 34' 13,6'' \end{aligned}$$

4.1.2.2 Penghitungan Sudut PI

$$\begin{aligned} \Delta PI_1 &= \alpha_{2-1} - \alpha_{1-A} \\ &= 45^{\circ} 54' 33,8'' - 05^{\circ} 42' 38,14'' \\ &= 40^{\circ} 11' 55,7'' \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \Delta PI_2 &= \alpha_{2-3} - \alpha_{2-1} \\ &= 67^{\circ} 28' 46'' - 45^{\circ} 54' 33,8'' \\ &= 21^{\circ} 34' 12,2'' \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \Delta PI_3 &= \alpha_{2-3} - \alpha_{3-B} \\ &= 67^{\circ} 28' 46'' - 58^{\circ} 34' 13,6'' \\ &= 08^{\circ} 54' 32,4'' \end{aligned}$$

4.1.2.3 Penghitungan jarak antar PI

➤ Menggunakan rumus Phytagoras

$$d_{A-1} = \sqrt{(X_1 - X_A)^2 + (Y_1 - Y_A)^2} \quad d_{1-2} = \sqrt{(X_2 - X_1)^2 + (Y_2 - Y_1)^2}$$

$$= \sqrt{(0,3 - 0)^2 + (3 - 0)^2} \quad = \sqrt{(3,5 - 0,3)^2 + (6,1 - 3)^2}$$

$$= 3,01496\text{cm} = 301,496\text{m} \quad = 4,45533\text{cm} = 445,533\text{m}$$

$$d_{2-3} = \sqrt{(X_3 - X_2)^2 + (Y_3 - Y_2)^2} \quad d_{3-B} = \sqrt{(X_B - X_3)^2 + (Y_B - Y_3)^2}$$

$$= \sqrt{(7,6 - 3,5)^2 + (7,6 - 6,1)^2} \quad = \sqrt{(11,2 - 7,6)^2 + (10 - 7,3)^2}$$

$$= 4,43847\text{cm} = 443,847\text{m} \quad = 4,219\text{cm} = 421,9\text{m}$$

$$\Sigma d = d_{A-1} + d_{1-2} + d_{2-3} + d_{3-B}$$

$$= 301,496 + 445,533 + 443,847 + 421,9$$

$$= 1612,776 \text{ m}$$

4.1.2.4 Perhitungan Kelandaian Melintang

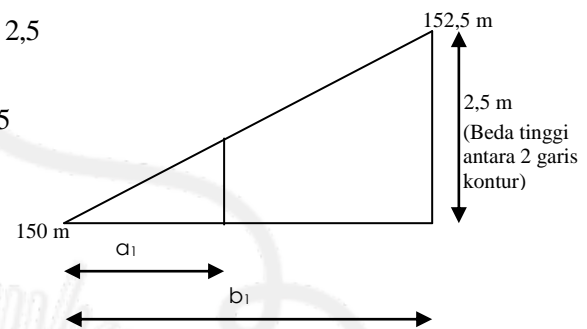
Untuk menentukan jenis medan dalam perencanaan jalan raya, perlu diketahui jenis kelandaian melintang pada medan dengan ketentuan :

1. Kelandaian dihitung tiap 50 m
2. Potongan melintang 100m dihitung dari as jalan samping kanan dan kiri

Contoh perhitungan kelandaian melintang trace Jalan yang akan direncanakan pada titik 0 (awal proyek), STA 0+000 m

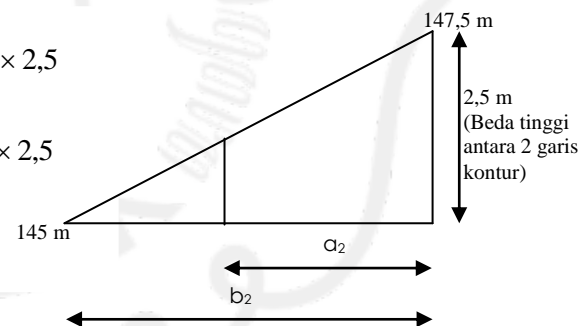
a. Elevasi Titik Kanan

$$\begin{aligned} \text{elevasi titik kanan} &= 150 + \left(\frac{a_1}{b_1}\right) \times 2,5 \\ &= 150 + \left(\frac{2,1}{5,2}\right) \times 2,5 \\ &= 151,01m \end{aligned}$$



b. Elevasi Titik Kiri

$$\begin{aligned} \text{elevasi titik kiri} &= 147,5 - \left(\frac{a_2}{b_2}\right) \times 2,5 \\ &= 147,5 - \left(\frac{0,7}{1,1}\right) \times 2,5 \\ &= 145,91m \end{aligned}$$



Hasil perhitungan dengan cara yang sama dapat dilihat pada tabel 4.1

Tabel 4.1 Perhitungan Kelandaian Melintang

No	STA	Elevasi		Beda Tinggi (Δh)	Lebar Pot Melintang (L)	Kelandaian Melintang $\left(\frac{\Delta h}{L}\right) \times 100\%$	Klasifikasi Medan
		Kiri	Kanan				
1	2	3	4	5	6	7	8
0	0+000	145,91	151,01	5,10	200	2,55	Datar
1	0+050	140,91	150,00	9,09	200	4,54	Bukit
2	0+100	138,33	145,00	6,67	200	3,34	Bukit
3	0+150	139,09	142,50	3,41	200	1,70	Datar
4	0+200	137,17	140,00	2,83	200	1,42	Datar
5	0+250	136,00	137,92	1,92	200	0,96	Datar
6	0+300	134,30	134,50	0,2	200	0,10	Datar
7	0+350	129,58	137,75	8,17	200	4,08	Bukit
8	0+400	127,71	133,50	5,79	200	2,90	Datar
9	0+450	125,96	125,00	0,96	200	0,48	Datar
10	0+500	122,50	122,5	0,00	200	0,00	Datar
11	0+550	116,77	119,83	2,96	200	1,48	Datar
12	0+600	120,00	118,88	1,12	200	0,56	Datar
13	0+650	125,00	120,00	5,00	200	2,50	Datar
14	0+700	128,75	123,12	5,62	200	2,81	Bukit
15	0+750	136,67	124,37	12,3	200	6,15	Bukit
16	0+800	141,25	128,21	13,04	200	6,52	Bukit
17	0+850	143,21	131,87	11,34	200	5,67	Bukit
18	0+900	138,12	135,36	2,76	200	1,38	Datar
19	0+950	136,55	139,17	2,62	200	1,31	Datar
20	1+000	136,32	144,17	7,85	200	3,92	Bukit
21	1+050	136,20	145,32	9,12	200	4,56	Bukit
22	1+100	137,50	145,00	7,50	200	3,75	Bukit
23	1+150	138,61	144,17	5,56	200	2,78	Datar
24	1+200	140,38	142,00	1,62	200	0,81	Datar

(Bersambung dihalaman berikutnya)

No	STA	Elevasi		Beda Tinggi (Δh)	Lebar Pot Melintang (L)	Kelandaian Melintang $\left(\frac{\Delta h}{l}\right) \times 100\%$	Klasifikasi Medan
		Kiri	Kanan				
1	2	3	4	5	6	7	8
25	1+250	142,76	141,00	1,76	200	0,88	Datar
26	1+300	146,17	141,59	1,58	200	0,79	Datar
27	1+350	140,00	143,33	3,33	200	1,66	Datar
28	1+400	138,33	148,00	9,67	200	4,84	Bukit
29	1+450	138,60	150,20	11,60	200	5,80	Bukit
30	1+500	139,70	151,00	11,30	200	5,65	Bukit
31	1+550	141,36	151,70	10,34	200	5,17	Bukit
32	1+600	143,08	150,96	7,88	200	3,94	Bukit
33	1+650	144,17	150,00	5,83	200	2,92	Datar

(Sambungan dari tabel 4.1)

Dari data diatas diketahui kelandaian rata – rata adalah :

$$\begin{aligned}
 &= \frac{\Sigma \text{Kelandaian Melintang}}{\text{Jumlahpotongan}} \\
 &= \frac{97,92\%}{33} \\
 &= 2,967\%
 \end{aligned}$$

Menurut PPGJAK 1997 halaman 5 hasil perhitungan kelandaian rata – rata yang didapat adalah 2,967% maka medan jalan tersebut diklasifikasikan termasuk jenis medan datar.

4.1.3 Perhitungan Tikungan

Data dan klasifikasi desain:

$$\begin{aligned}
 V_r &= 80 \text{ km/jam} & f_{\max} &= -0,00125V_r + 0,24 \\
 e_{\max} &= 10 \% & &= -0,00125 \times 80 + 0,24 \\
 e_n &= 2 \% & &= 0,14
 \end{aligned}$$

Lebar perkerasan = 2 x 3,5 m

(sumber buku TPGJAK tahun 1997)

4.1.3.1 Tikungan PI₁

Diketahui :

$$\Delta PI_1 = 40^\circ 11' 55,7''$$

$$V_r = 80 \text{ km/jam}$$

$$\begin{aligned}
 R_{\min} &= \frac{V_r^2}{127 \times (e_{\max} + f)} \\
 &= \frac{80^2}{127 \times (0,1 + 0,14)} \\
 &= 209,97 \sim 210 \text{ m}
 \end{aligned}$$

Sumber TPGJAK halaman 28

$$R_d = 250 \text{ m}$$

1. Menentukan superelevasi desain:

$$\begin{aligned}
 e_{\text{tjd}} &= \left(\frac{V_r^2}{127 \times R_d} - f_{\max} \right) \times 100\% \\
 &= \left(\frac{80^2}{127 \times 250} - 0,14 \right) \times 100\% \\
 &= 6,16 \%
 \end{aligned}$$

2. Penghitungan lengkung peralihan (Ls)

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

$$\begin{aligned} L_s &= \frac{Vr}{3,6} \times T \\ &= \frac{80}{3,6} \times 3 \\ &= 66,67 \text{ m} \end{aligned}$$

- b. Berdasarkan rumus modifikasi Shortt:

$$\begin{aligned} L_s &= 0,022 \times \frac{Vr^3}{Rd \times c} - 2,727 \times \frac{Vr \times e_{ijd}}{c} \\ &= 0,022 \times \frac{80^3}{250 \times 0,4} - 2,727 \times \frac{80 \times 0,0616}{0,4} \\ &= 79,04 \text{ m} \end{aligned}$$

- c. Berdasarkan tingkat pencapaian perubahan kelandaian:

$$L_s = \frac{(e_m - e_n)}{3,6 \times re} \times Vr$$

dimana re = tingkat pencapaian perubahan kelandaian melintang jalan, untuk

$$Vr = 80 \text{ km/jam}, re \text{ max} = 0,025 \text{ m/m/det.}$$

$$\begin{aligned} L_s &= \frac{(0,1 - 0,02)}{3,6 \times 0,025} \times 80 \\ &= 71,11 \text{ m} \end{aligned}$$

- d. Berdasarkan Rumus Bina Marga

$$\begin{aligned} L_s &= \frac{w}{2} \times (e_n + e_{ijd}) \times m \\ &= \frac{2 \times 3,5}{2} \times (0,02 + 0,0616) \times 200 \\ &= 76,37 \text{ m} \end{aligned}$$

→ Diambil Ls yang terbesar 79,04 ~ 80 m

3. Penghitungan $\theta_s, \Delta c, L_c$

$$\begin{aligned}\theta_s &= \frac{L_s \times 360}{2\pi \times 2Rd} \\ &= \frac{80 \times 360}{(2 \times 3,14) \times (2 \times 250)} \\ &= 09^{\circ}10'19,11''\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\Delta c &= \Delta PI_1 - (2 \times \theta_s) \\ &= 40^{\circ}11'55,7'' - (2 \times 09^{\circ}10'19,11'') \\ &= 21^{\circ}51'17,5''\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}L_c &= \frac{(\Delta PI_1 - 2 \times \theta_s)}{180} \times \pi \times Rd \\ &= \frac{(40^{\circ}11'55,7'' - 2 \times 09^{\circ}10'19,11'')}{180} \times 3,14 \times 250 \\ &= 95,31m\end{aligned}$$

→ Karena $L_c > 20$ sehingga dipakai jenis tikungan S – C – S.

4. Perhitungan tikungan PI_1

$$\begin{aligned}X_s &= L_s - \left(1 - \frac{L_s^2}{40 \times Rd^2}\right) \\ &= 80 - \left(1 - \frac{80^2}{40 \times 250^2}\right) \\ &= 79,2m\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}Y_s &= \frac{L_s^2}{6 \times Rd} \\ &= \frac{80^2}{6 \times 2550} \\ &= 4,267m\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}p &= \frac{L_s^2}{6 \times Rd} - Rd \times (1 - \cos \theta_s) \\ &= \frac{80^2}{6 \times 250} - 250 \times (1 - \cos 09^{\circ}10'19,11'') \\ &= 1,07m\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}K &= L_s - \frac{L_s^3}{40 \times Rd^2} - Rd \times \sin \theta_s \\ &= 80 - \frac{80^3}{40 \times 250^2} - 250 \times \sin 09^{\circ}10'19,11'' \\ &= 40,148m\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}Tt &= (Rd + P) \times \tan^{1/2} \Delta PI_1 + K \\ &= (250 + 1,07) \times \tan^{1/2} 40^{\circ}11'55,7'' + 40,148 \\ &= 132,024m\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}Et &= \left(\frac{Rd + P}{\cos^{1/2} \Delta PI_1}\right) - Rd \\ &= \left(\frac{2550 + 1,07}{\cos^{1/2} 40^{\circ}11'55,7''}\right) - 250 \\ &= 17,352m\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 L_{total} &= Lc + (2 \times Ls) \\
 &= 95,31 + (2 \times 80) \\
 &= 255,31 \text{ m}
 \end{aligned}$$

$$2Tt > L_{tot}$$

$$264,048 \text{ m} > 255,31 \text{ m} \longrightarrow \text{ok}$$

Tikungan S-C-S dapat digunakan

5. Perhitungan pelebaran perkerasan pada tikungan PI₁

Rumus:

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

Dengan:

B = Lebar perkerasan pada tikungan

n = Jumlah jalur Lintasan (2)

b' = Lebar lintasan kendaraan truck pada tikungan

c = Kebebasan samping (0,8m)

Td = Lebar melintang akibat tonjolan depan

Z = Lebar tambahan akibat kelainan dalam mengemudi

Jalan rencana kelas III (Kolektor) dengan muatan sumbu terberat 8 ton maka kendaraan rencananya menggunakan kendaraan sedang.

b = 2,6 m (lebar lintasan kendaraan truck pada jalur lurus)

p = 7,6 m (jarak as roda depan dan belakang)

A = 2,1 m (tonjolan depan sampai bumper)

➤ Perhitungan Secara Analisis

$$V_r = 80 \text{ km/jam}$$

$$R = 250 \text{ m}$$

$$\begin{aligned}
 b'' &= R - \sqrt{R^2 - P^2} \\
 &= 250 - \sqrt{250^2 - 7,6^2} \\
 &= 0,116m
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 b' &= b + b'' \\
 &= 2,6 + 0,116 \\
 &= 2,716m
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 Td &= \sqrt{R^2 + A(2P + A)} - R \\
 &= \sqrt{250^2 + 2,1(2 \times 7,6 + 2,1)} - 250 \\
 &= 0,073m
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 Z &= 0,105 \times \frac{V}{\sqrt{R}} \\
 &= 0,105 \times \frac{80}{\sqrt{250}} \\
 &= 0,53m
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 B &= n(b' + c) + (n - 1)Td + Z \\
 &= 2(2,716 + 0,8) + (2 - 1)0,073 + 0,53 \\
 &= 7,635m
 \end{aligned}$$

Lebar perkerasan pada jalan lurus $2 \times 3,00 = 6 \text{ m}$

Ternyata $B > 6$

$$7,635 > 6$$

$$7,635 - 6 = 1,635 \text{ m}$$

Sehingga dibuat pelebaran perkerasan sebesar: 1,635 m

6. Perhitungan kebebasan samping pada tikungan PI₁

Data-data:

$$V_r = 80 \text{ km/jam}$$

$$R_d = 250m$$

Lebar perkerasan, $\omega = 2 \times 3,00 \text{ m} = 6 \text{ m}$

$$L_t = 255,31 \text{ m}$$

Jh minimum, menurut TPGJAK 1997 hal 21 = 120 m

Jd menurut TPGJAK 1997 hal 22 = 550 m

a Kebebasan samping yang tersedia (E_o):

$$\begin{aligned} E_o &= 0,5 (\text{lebar daerah pengawasan} - \text{lebar perkerasan}) \\ &= 0,5 (30 - 6) \\ &= 12 \text{ m} \end{aligned}$$

b Berdasarkan jarak pandangan henti (J_h)

$$\begin{aligned} J_h &= 0,694 V_r + 0,004 [V_r^2 / (f)] \\ &= 0,694 \cdot 60 + 0,004 \cdot [80^2 / (0,35)] \\ &= 128,66 \text{ m} \sim 129 \text{ m} \end{aligned}$$

c Kebebasan samping yang diperlukan (E).

$$J_h = 129 \text{ m}$$

$$L_t = 255,31 \text{ m}$$

Karena $J_h < L_t$ dapat digunakan rumus :

$$\begin{aligned} E &= R \times \left(1 - \cos \frac{J_h \times 90}{\pi \times R} \right) \\ &= 250 \times \left(1 - \cos \frac{129 \times 90}{3,14 \times 250} \right) \\ &= 8,28 \text{ m} \end{aligned}$$

Nilai $E < E_o$ ($8,28 \text{ m} < 12 \text{ m}$)

→ Kesimpulan :

Karena nilai $E < E_o$ maka daerah kebebasan samping yang tersedia mencukupi.

➤ **Hasil perhitungan**

- a. Tikungan PI₁ menggunakan tipe Spiral – Circle – Spiral dengan hasil penghitungan sebagai berikut:

$$\Delta_1 = 40^{\circ} 11' 55,7''$$

$$V_r = 80 \text{ km / jam}$$

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

$$e_n = 2\%$$

$$e_{tjd} = 6,16 \%$$

$$R_{\min} = 210 \text{ m}$$

$$R_d = 250 \text{ m}$$

$$L_s = 80 \text{ m}$$

$$\theta_s = 09^{\circ} 10' 19,11''$$

$$\Delta_c = 21^{\circ} 51' 17,5''$$

$$L_c = 958,31 \text{ m}$$

$$X_s = 79,2 \text{ m}$$

$$Y_s = 4,267 \text{ m}$$

$$P = 1,07 \text{ m}$$

$$K = 40,148 \text{ m}$$

$$T_t = 132,024 \text{ m}$$

$$E_t = 17,352 \text{ m}$$

- b. Perhitungan pelebaran perkerasan pada tikungan PI-1 yaitu sebesar 1,635m.
- c. Perhitungan kebebasan samping pada tikungan PI -1
nilai $E < E_o$ maka daerah kebebasan samping yang tersedia mencukupi.

4.1.3.2 Tikungan PI₂

Diketahui :

$$V_r = 80^{\text{km}}/\text{jam}$$

$$\Delta PI_2 = 21^0 34' 12,2''$$

$$\begin{aligned} R_{\text{min}} &= \frac{V_r^2}{127 \times (e_{\text{max}} + f)} \\ &= \frac{80^2}{127 \times (0,1 + 0,14)} \\ &= 209,97 \sim 210 \text{ m} \end{aligned}$$

sumber buku TPGJAK th.1997 hal 28

Digunakan Rd = 220 m

1. Menentukan superelevasi desain:

$$\begin{aligned} e_{\text{tjd}} &= \left(\frac{V_r^2}{127 \times Rd} - f_{\text{max}} \right) \times 100\% \\ &= \left(\frac{80^2}{127 \times 220} - 0,14 \right) \times 100\% \\ &= 8,91 \% \end{aligned}$$

2. Perhitungan lengkung peralihan (Ls)

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

$$\begin{aligned} L_s &= \frac{V_r}{3,6} \times T \\ &= \frac{80}{3,6} \times 3 \\ &= 66,67 \text{ m} \end{aligned}$$

b. Berdasarkan rumus modifikasi Shortt:

$$\begin{aligned} L_s &= 0,022 \times \frac{Vr^3}{Rd \times c} - 2,727 \times \frac{Vr \times e_{ijd}}{c} \\ &= 0,022 \times \frac{80^3}{125 \times 0,4} - 2,727 \times \frac{80 \times 0,0891}{0,4} \\ &= 79,40 m \end{aligned}$$

c. Berdasarkan tingkat pencapaian perubahan kelandaian:

$$L_s = \frac{(e_m - e_n)}{3,6 \times re} \times Vr$$

dimana re = tingkat pencapaian perubahan kelandaian melintang jalan,

untuk $Vr = 80 \text{ km/jam}$, $re \text{ max} = 0,025 \text{ m/m/det.}$

$$\begin{aligned} L_s &= \frac{(0,1 - 0,02)}{3,6 \times 0,025} \times 80 \\ &= 71,11 m \end{aligned}$$

d. Berdasarkan Rumus Bina Marga

$$\begin{aligned} L_s &= \frac{w}{2} \times (e_n + e_{ijd}) \times m \\ &= \frac{2 \times 3,5}{2} \times (0,02 + 0,0891) \times 200 \\ &= 76,37 m \end{aligned}$$

→ Diambil L_s yang terbesar $79,40 \text{ m} \sim 80 \text{ m}$

3. Perhitungan $\theta_s, \Delta c, Lc$

$$\begin{aligned} \theta_s &= \frac{L_s \times 360}{2\pi \times 2Rd} \\ &= \frac{80 \times 360}{(2 \times 3,14) \times (2 \times 220)} \\ &= 10^0 25' 21,7'' \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \Delta c &= \Delta PI_2 - (2 \times \theta_s) \\ &= 21^0 34' 12,2'' - (2 \times 10^0 25' 21,7'') \\ &= 0^0 43' 28,8'' \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 Lc &= \frac{(\Delta PI_2 - 2 \times \theta s)}{180} \times \pi \times Rd \\
 &= \frac{21^{\circ}34'12,2'' - (2 \times 10^{\circ}25'21,7'')}{180} \times 3,14 \times 220 \\
 &= 2,78m
 \end{aligned}$$

→ Dari perhitungan diatas didapat $Lc < 20$ m sehingga dipakai jenis tikungan S – S.

4. Perhitungan tikungan PI-2

$$\begin{aligned}
 \theta s &= \frac{1}{2} \times \Delta PI_2 \\
 &= \frac{1}{2} \times 20^{\circ}32'8,7'' \\
 &= 10^{\circ}16'4,35''
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 Ls &= \frac{\theta s \times \pi \times Rd}{90} \\
 &= \frac{10^{\circ}16'4,35'' \times 3,14 \times 220}{90}
 \end{aligned}$$

$$= 78,81 \text{ m}$$

$$\begin{aligned}
 p &= \frac{Ls^2}{6 \times Rd} - Rd \times (1 - \cos \theta s) \\
 &= \frac{78,81^2}{6 \times 220} - 220 \times (1 - \cos 10^{\circ}16'4,35'') \\
 &= 1,182m
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 K &= Ls - \frac{Ls^3}{40 \times Rd^2} - Rd \times \sin \theta s \\
 &= 78,81 - \frac{78,81^3}{40 \times 220^2} - 220 \times \sin 10^{\circ}16'4,35'' \\
 &= 39,34m
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 Tt &= (Rd + P) \times \tan^{1/2} \Delta_1 + K \\
 &= (220 + 1,182) \times \tan^{1/2} 20^{\circ}32'8,7'' + 39,34 \\
 &= 79,407m
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 Es &= \left(\frac{Rd + P}{\cos^{1/2} \Delta_1} \right) - Rd \\
 &= \left(\frac{220 + 1,182}{\cos^{1/2} 20^{\circ}32'8,7''} \right) - 220 \\
 &= 4,78m
 \end{aligned}$$

→ Syarat S – S

$$Ts > Ls \iff 79,407 \text{ m} > 78,81 \text{ m} \rightarrow \text{ok}$$

Tikungan S – S dapat digunakan.

5 Perhitungan pelebaran perkerasan di tikungan PI-2

Rumus:

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

Dengan:

B = Lebar perkerasan pada tikungan

n = Jumlah jalur Lintasan (2)

b' = Lebar lintasan kendaraan truck pada tikungan

c = Kebebasan samping (0,8m)

Td = Lebar melintang akibat tonjolan depan

Z = Lebar tambahan akibat kelainan dalam mengemudi

Ketentuan Lain:

Jalan rencana kelas III (Kolektor) dengan muatan sumbu terberat 8 ton maka kendaraan rencananya menggunakan kendaraan sedang.

b = 2,6 m (lebar lintasan kendaraan truck pada jalur lurus)

p = 7,6 m (jarak as roda depan dan belakang)

A = 2,1 m (tonjolan depan sampai bumper)

➤ Perhitungan Secara Analisis

$$V_r = 80 \text{ km/jam}$$

$$R = 220 \text{ m}$$

$$\begin{aligned} b'' &= R - \sqrt{R^2 - P^2} \\ &= 220 - \sqrt{220^2 - 7,6^2} \\ &= 0,13 \text{ m} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} b' &= b + b'' \\ &= 2,6 + 0,13 \\ &= 2,73 \text{ m} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} Td &= \sqrt{Rd^2 + A(2P + A)} - Rd \\ &= \sqrt{220^2 + 2,1(2 \times 7,6 + 2,1)} - 220 \\ &= 0,08 \text{ m} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} Z &= 0,105 \times \frac{V_r}{\sqrt{Rd}} \\ &= 0,105 \times \frac{80}{\sqrt{220}} \\ &= 0,566 \text{ m} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 B &= n(b'+c) + (n-1)Td + Z \\
 &= 2(2,73 + 0,8) + (2-1)0,08 + 0,566 \\
 &= 7,706 \text{ m}
 \end{aligned}$$

Lebar perkerasan pada jalan lurus $2 \times 3,00 = 6 \text{ m}$

Ternyata $B > 6$

$$7,706 > 6$$

$$7,706 - 6 = 1,706 \text{ m}$$

→ Sehingga dibuat pelebaran perkerasan sebesar: 1,706 m

6. Perhitungan kebebasan samping pada tikungan PI₂

Data-data:

$$V_r = 80 \text{ km/jam}$$

$$R = 220 \text{ m}$$

Lebar perkerasan, $\omega = 2 \times 3,00 \text{ m} = 6 \text{ m}$

Jh minimum, menurut TPGJAK 1997 hal 21 = 120 m

Jd menurut TPGJAK 1997 hal 22 = 550 m

a. Kebebasan samping yang tersedia (Eo):

$$E_o = 0,5 (\text{lebar daerah pengawasan} - \text{lebar perkerasan})$$

$$= 0,5 (30 - 6)$$

$$= 12 \text{ m}$$

b. Berdasarkan jarak pandangan henti (Jh)

$$J_h = 0,694 V_r + 0,004 [V_r^2 / (f)]$$

$$= 0,694 \cdot 80 + 0,004 \cdot [80^2 / (0,35)]$$

$$= 128,66 \text{ m} \sim 129 \text{ m}$$

c. Kebebasan samping yang diperlukan (E).

$$J_h = 129 \text{ m}$$

$$L_t = 2 \times L_s$$

$$= 2 \times 78,81$$

$$= 157,62 \text{ m}$$

Karena $J_h < L_t$ dapat digunakan rumus :

$$\begin{aligned} E &= R \times \left(1 - \cos \frac{J_h \times 90}{\pi \times R} \right) \\ &= 220 \times \left(1 - \cos \frac{129 \times 90}{3,14 \times 220} \right) \\ &= 9,397 \text{ m} \end{aligned}$$

$$\text{Nilai } E < E_o \text{ (} 9,397 \text{ m} < 12 \text{ m)}$$

→ Kesimpulan :

Karena nilai $E < E_o$ maka daerah kebebasan samping yang tersedia mencukupi.

7. Hasil perhitungan

- a. Tikungan PI_2 menggunakan tipe Spiral – Spiral dengan hasil penghitungan sebagai berikut:

$$\Delta PI_2 = 21^{\circ} 34' 12,2''$$

$$V_r = 80 \text{ km / jam}$$

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

$$e_{\text{tjd}} = 8,91 \%$$

$$e_n = 2\%$$

$$R_{\min} = 210 \text{ m}$$

$$R_d = 220 \text{ m}$$

$$\theta_s = 10^{\circ} 25' 21,7''$$

$$L_s = 78,81 \text{ m}$$

$$P = 1,182 \text{ m}$$

$$K = 39,34 \text{ m}$$

$$T_s = 79,407 \text{ m}$$

$$E_s = 4,78 \text{ m}$$

- b. Hasil perhitungan pelebaran perkerasan pada tikungan yaitu sebesar 1,706 m.
- c. Hasil penghitungan kebebasan samping pada tikungan PI_2 . nilai $E < E_o$ maka daerah kebebasan samping yang tersedia mencukupi.

4.1.3.3 Tikungan PI₃

Diketahui :

$$\Delta PI_3 = 08^{\circ} 54' 32,4''$$

$$V_r = 80^{\text{km}}/\text{jam}$$

$$R_{\text{min}} = 210 \text{ m (Rmin dengan Ls)}$$

$$R_{\text{min}} = 900 \text{ m (Rmin tanpa Ls)}$$

Dicoba tikungan *Full Circle* (FC)

$$\text{Dengan } R_d = 950 \text{ m}$$

sumber buku TPGJAK th.1997

5. Menentukan superelevasi desain:

$$\begin{aligned} D_{\text{max}} &= \frac{181913,53 \times (e_{\text{max}} + f_{\text{max}})}{V_r^2} \\ &= \frac{181913,53 \times (0,1 + 0,14)}{80^2} \\ &= 6,8218^0 \\ D_{\text{tjd}} &= \frac{1432,39}{R_d} \\ &= \frac{1432,39}{950} \\ &= 1,5078^0 \\ e_{\text{tjd}} &= \frac{-e_{\text{max}} \times D_{\text{terjadi}}^2}{D_{\text{max}}^2} + \frac{2 \times e_{\text{max}} \times D_{\text{terjadi}}}{D_{\text{max}}} \\ &= \frac{-0,1 \times 1,5078^2}{6,8218} + \frac{2 \times 0,1 \times 1,5078}{6,8218} \\ &= 0,0393 \\ &= 3,93\% \end{aligned}$$

6. Penghitungan lengkung peralihan bayangan (L_s)

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

$$\begin{aligned} L_s &= \frac{V_r}{3,6} \times T \\ &= \frac{80}{3,6} \times 3 \\ &= 66,67 \text{ m} \end{aligned}$$

- b. Berdasarkan rumus modifikasi Shortt:

$$\begin{aligned} L_s &= 0,022 \times \frac{V_r^3}{Rd \times c} - 2,727 \times \frac{V_r \times e_{ijd}}{c} \\ &= 0,022 \times \frac{80^3}{900 \times 0,4} - 2,727 \times \frac{80 \times 0,0393}{0,4} \\ &= 8,2079 \text{ m} \end{aligned}$$

- c. Berdasarkan tingkat pencapaian perubahan kelandaian:

$$L_s = \frac{(e_m - e_n)}{3,6 \times re} \times V_r$$

dimana re = tingkat pencapaian perubahan kelandaian melintang jalan, untuk

$$V_r = 80 \text{ km/jam}, re \text{ max} = 0,025 \text{ m/m/det.}$$

$$\begin{aligned} L_s &= \frac{(0,1 - 0,02)}{3,6 \times 0,025} \times 80 \\ &= 71,11 \text{ m} \end{aligned}$$

- d. Berdasarkan Rumus Bina Marga

$$\begin{aligned} L_s &= \frac{w}{2} \times (e_n + e_{ijd}) \times m \\ &= \frac{2 \times 3,5}{2} \times (0,02 + 0,0393) \times 200 \\ &= 41,51 \text{ m} \end{aligned}$$

→ Diambil L_s yang terbesar 71,11 m ~ 80 m (syarat kenyamanan)

3. Perhitungan tikungan PI_3

$$\begin{aligned}
 L_c &= \frac{\Delta PI_3 \times 2\pi \times R_d}{360} \\
 &= \frac{08^{\circ}54'32,4'' \times 2 \times 3,14 \times 950}{360} \\
 &= 147,64 \text{ m}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 TC &= R_d \times \tan \frac{1}{2} \Delta PI_3 \\
 &= 950 \times \tan (\frac{1}{2} \times 08^{\circ} 54' 32,4'') \\
 &= 74,01 \text{ m}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 EC &= TC \times \tan \frac{1}{4} \Delta PI_3 \\
 &= 74,01 \times \tan (\frac{1}{4} \times 08^{\circ} 54' 32,4'') \\
 &= 2,88 \text{ m}
 \end{aligned}$$

Cek syarat FC

$$2TC > LC$$

$$148,02 > 147,64 \longrightarrow \text{OK}$$

Tikungan FC bisa digunakan

4. Perhitungan pelebaran perkerasan pada tikungan PI_3

Rumus:

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

Dengan:

B = Lebar perkerasan pada tikungan

- n = Jumlah jalur Lintasan (2)
 b' = Lebar lintasan kendaraan truck pada tikungan
 c = Kebebasan samping (0,8m)
 Td = Lebar melintang akibat tonjolan depan
 Z = Lebar tambahan akibat kelainan dalam mengemudi

Jalan rencana kelas III (Kolektor) dengan muatan sumbu terberat 8 ton maka kendaraan rencananya menggunakan kendaraan sedang.

- b = 2,6 m (lebar lintasan kendaraan truck pada jalur lurus)
 p = 7,6 m (jarak as roda depan dan belakang)
 A = 2,1 m (tonjolan depan sampai bumper)

➤ Perhitungan Secara Analisis

$$V_r = 80 \text{ km/jam}$$

$$R_d = 950 \text{ m}$$

$$b'' = R - \sqrt{R^2 - P^2}$$

$$= 950 - \sqrt{950^2 - 7,6^2}$$

$$= 0,03 \text{ m}$$

$$b' = b + b''$$

$$= 2,6 + 0,03$$

$$= 2,63 \text{ m}$$

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

$$= \sqrt{950^2 + 2,1(2 \times 7,6 + 2,1)} - 950$$

$$= 0,019 \text{ m}$$

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

$$= 0,105 \times \frac{80}{\sqrt{950}}$$

$$= 0,27 \text{ m}$$

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

$$= 2(2,63 + 0,8) + (2 - 1)0,019 + 0,27$$

$$= 7,149 \text{ m}$$

Lebar perkerasan pada jalan lurus $2 \times 3,00 = 6 \text{ m}$

Ternyata $B > 6$

$$7,149 > 6$$

$$7,149 - 6 = 1,149 \text{ m}$$

→ Sehingga dibuat pelebaran perkerasan sebesar: 1,149 m

5. Perhitungan kebebasan samping pada tikungan PI₂

Data-data:

$$V_r = 80 \text{ km/jam}$$

$$R = 550 \text{ m}$$

Lebar perkerasan, $\omega = 2 \times 3,00 \text{ m} = 6 \text{ m}$

Jh minimum, menurut TPGJAK 1997 hal 21 = 120 m

Jd menurut TPGJAK 1997 hal 22 = 550 m

a. Kebebasan samping yang tersedia (Eo):

$$E_o = 0,5 (\text{lebar daerah pengawasan} - \text{lebar perkerasan})$$

$$= 0,5 (30 - 6)$$

$$= 12 \text{ m}$$

b. Berdasarkan jarak pandangan henti (Jh)

$$J_h = 0,694 V_r + 0,004 [V_r^2 / (f)]$$

$$= 0,694 \cdot 80 + 0,004 \cdot [80^2 / (0,35)]$$

$$= 128,66 \text{ m} \sim 129 \text{ m}$$

- c. Kebebasan samping yang diperlukan (E).

$$J_h = 129 \text{ m}$$

$$L_c = 147,64$$

Karena $J_h < L_t$ dapat digunakan rumus :

$$\begin{aligned} E &= R \times \left(1 - \cos \frac{J_h \times 90}{\pi \times R} \right) \\ &= 950 \times \left(1 - \cos \frac{129 \times 90}{3,14 \times 950} \right) \\ &= 2,19 \text{ m} \end{aligned}$$

$$\text{Nilai } E < E_o \text{ (} 2,19 \text{ m} < 12 \text{ m)}$$

→ Kesimpulan :

Karena nilai $E < E_o$ maka daerah kebebasan samping yang tersedia mencukupi.

6. Hasil Perhitungan

a. Tikungan PI₃ menggunakan tipe *Full Circle* (C-C) dengan hasil perhitungan

sebagai berikut :

$$\Delta PI_3 = 08^{\circ} 54' 32,4''$$

$$V_r = 80 \text{ km / jam}$$

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

$$e_{\text{tjd}} = 3,93 \%$$

$$e_n = 2\%$$

$$R_{\min} = 900 \text{ m (tanpa } L_s \text{)}$$

$$R_d = 950 \text{ m}$$

$$L_s' = 80 \text{ m}$$

$$L_c = 147,64 \text{ m}$$

$$T_c = 74,01 \text{ m}$$

$$E_c = 2,88 \text{ m}$$

b. Hasil perhitungan pelebaran perkerasan pada tikungan yaitu sebesar 1,149

c. Hasil perhitungan kebebasan samping pada tikungan PI₃, nilai $E < E_o$ maka daerah kebebasan samping yang tersedia mencukupi.

4.1.3.4 Perhitungan Stationing

Data : (Titik koordinat peta dengan skala 1: 10.000)

$$d_1 : 301,496 \text{ m}$$

$$d_2 : 445,553 \text{ m}$$

$$d_3 : 443,847 \text{ m}$$

$$d_4 : 421,900 \text{ m}$$

$$(\text{Jarak PI-1} - \text{Sungai}) = 257,242 \text{ m}$$

1. Tikungan PI_1 (S-C-S)

$$Tt_1 = 132,024 \text{ m}$$

$$Ls_1 = 80 \text{ m}$$

$$Lc_1 = 95,31 \text{ m}$$

2. Tikungan PI_3 (FC)

$$Tc_3 = 74,01 \text{ m}$$

$$Lc_3 = 147,64 \text{ m}$$

2. Tikungan PI_2 (S - S)

$$Ts_2 = 79,407 \text{ m}$$

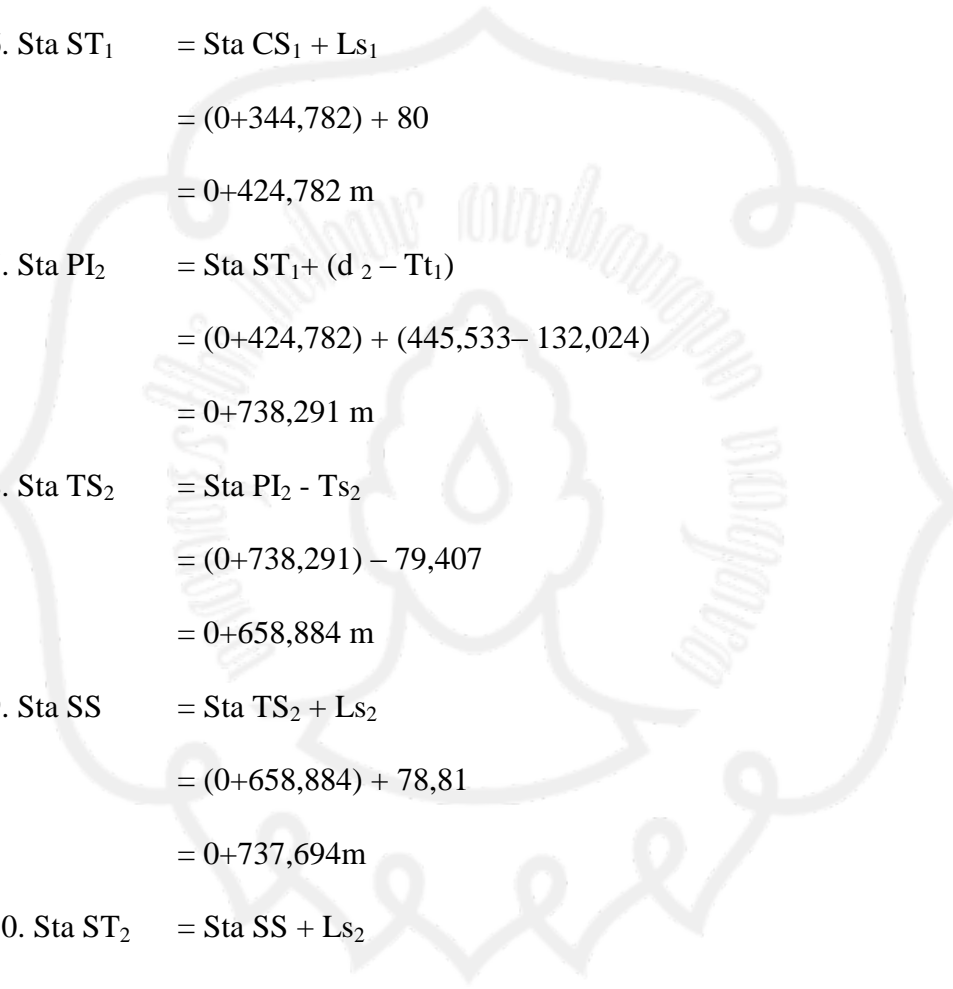
$$Ls_2 = 78,81 \text{ m}$$

Perhitungan :

$$1. \text{ Sta A} = 0+000$$

$$\begin{aligned} 2. \text{ Sta } PI_1 &= \text{Sta A} + d_1 \\ &= (0+000) + 301,496 \\ &= 0+301,496 \text{ m} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} 3. \text{ Sta } TS_1 &= d_1 - Tt_1 \\ &= 301,496 - 132,024 \\ &= 0+169,472 \text{ m} \end{aligned}$$



4. Sta SC₁ = Sta TS₁ + Ls₁
= (0+169,472) + 80
= 0+249,472 m

5. Sta CS₁ = Sta SC₁ + Lc₁
= (0+249,472) + 95,31
= 0+344,782 m

6. Sta ST₁ = Sta CS₁ + Ls₁
= (0+344,782) + 80
= 0+424,782 m

7. Sta PI₂ = Sta ST₁ + (d₂ - Tt₁)
= (0+424,782) + (445,533 - 132,024)
= 0+738,291 m

8. Sta TS₂ = Sta PI₂ - Ts₂
= (0+738,291) - 79,407
= 0+658,884 m

9. Sta SS = Sta TS₂ + Ls₂
= (0+658,884) + 78,81
= 0+737,694m

10. Sta ST₂ = Sta SS + Ls₂
= (0+737,694) + 78,81
= 0+816,504 m

11. Sta PI₃ = Sta ST₂ + (d₃ - TS₂)
= (0+816,504) + (443,847 - 79,407)
= 1+180,944 m

$$\begin{aligned}
 12. \text{ Sta TC}_3 &= \text{Sta PI}_3 - \text{Tc}_3 \\
 &= (1+180,944) - 74,01 \\
 &= 1+106,934 \text{ m}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 13. \text{ Sta CT}_3 &= \text{Sta TC}_3 + \text{Lc}_3 \\
 &= (1+106,934) + 147,64 \\
 &= 1+254,574 \text{ m}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 14. \text{ Sta B} &= \text{Sta CT}_3 + (d_4 - \text{TC}_3) \\
 &= (1+254,574) + (421,9 - 74,01) \\
 &= 1+602,464 \text{ m}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 15. \text{ Sta sungai} &= \text{Sta ST}_1 + (\text{jarak PI}_1 - \text{sungai}) - \text{Tt}_1 \\
 &= (0+424,782) + 248,504 - 132,024 \\
 &= 0+541,262 \text{ m}
 \end{aligned}$$

4.1.3.5 Kontrol Overlapping

Diketahui:

$$\begin{aligned}
 V_{ren} &= 80^{km} / \text{jam} \\
 &= \frac{80000}{3600} \\
 &= 22,22^m / \text{det}
 \end{aligned}$$

Syarat overlapping

$$\begin{aligned}
 a &= 3V_{ren} \\
 &= 3 \times 22,22 \\
 &= 66,66m
 \end{aligned}$$

$$d > a$$

1. Kontrol Overlapping A - PI₁

$$\begin{aligned}d &= d_1 - Tt_1 \\ &= 301,496 - 132,024 \\ &= 169,472 \text{ m} \longrightarrow d > a \dots \text{ok !}\end{aligned}$$

2. Kontrol Overlapping PI₁ - Sungai

$$\begin{aligned}d &= \text{Sta sungai} - \frac{1}{2} \text{ asumsi panjang jembatan} - \text{Sta ST}_1 \\ &= (0+541,262) - \frac{1}{2} \times 50 - (0+424,782) \\ &= 91,48 \text{ m} \longrightarrow d > a \dots \text{ok !}\end{aligned}$$

3. Kontrol Overlapping sungai - PI₂

$$\begin{aligned}d &= \text{Sta TS}_2 - \frac{1}{2} \text{ asumsi panjang jembatan} - \text{Sta sungai} \\ &= (0+658,884) - \frac{1}{2} \times 50 - (0+541,262) \\ &= 92,622 \text{ m} \longrightarrow d > a \dots \text{ok !}\end{aligned}$$

4. Kontrol Overlapping PI₂ - PI₃

$$\begin{aligned}d &= \text{Sta TC}_3 - \text{Sta ST}_2 \\ &= (1+106,934) - (0+816,504) \\ &= 290,43 \text{ m} \longrightarrow d > a \dots \text{ok !}\end{aligned}$$

5. Kontrol Overlapping PI₃-B

$$\begin{aligned}d &= \text{Sta B} - \text{Sta CT}_3 \\ &= (1+602,464) - ((1+254,574) \\ &= 347,89 \text{ m} \longrightarrow d > a \dots \text{ok !}\end{aligned}$$

4.1.4 Perencanaan Alinemen Vertikal

Untuk merencanakan alinemen vertikal terlebih dahulu dicari elevasi tanah asli (dari gambar trace jalan) dengan elevasi rencana jalan dimulai dari STA A(0+000) sampai STA B (1+602,464) setiap 50 m secara gradual seperti pada tabel 4.2 sebagai berikut :

Tabel 4.2 Elevasi Tanah Asli dan Elevasi Rencana As Jalan

Titik	STA	Elevasi Tanah Asli (m)	Elevasi Rencana As Jalan (m)
A	0+000	149,25	149,25
1.	0+050	146,39	146,78
2.	0+100	143,93	144,30
3.	0+150	139,17	141,83
4.	0+200	137,29	139,36
5.	0+250	135,62	136,89
6.	0+300	133,46	134,42
7.	0+350	131,25	131,94
8.	0+400	127,5	129,47
9.	0+450	125,83	127,00
10.	0+500	120,83	127,00
11.	0+550	118,03	127,00
12.	0+600	120,50	127,00
13.	0+650	125,83	127,00
14.	0+700	129,38	129,14
15.	0+750	131,79	131,29

Titik	STA	Elevasi Tanah Asli (m)	Elevasi Rencana As Jalan (m)
16.	0+800	134,00	133,43
17.	0+850	135,83	135,57
18.	0+900	140,00	137,71
19.	0+950	144,40	139,86
20.	1+000	143,38	142,00
21.	1+050	143,09	142,00
22.	1+100	142,00	142,00
23.	1+150	137,00	142,00
24.	1+200	136,98	142,00
25.	1+250	139,00	142,00
26.	1+300	143,33	142,00
27.	1+350	146,03	142,00
28.	1+400	147,50	142,00
29.	1+450	147,50	142,00
30.	1+500	147,50	142,00
31.	1+550	146,67	142,00
32.	1+600	141,80	142,00
33.	1+602,464	142,00	142,00

(Sambungan dari tabel 4.2)

Keterangan : Data Elevasi Rencana As Jalan diperoleh dari Gambar Long Profile pada gambar 4.10

4.1.4.1 Perhitungan Kelandaian Memanjang

Contoh perhitungan kelandaian g (A-PVI₁)

Elevasi A = 149,25 m STA A = 0+000

Elevasi PVI₁ = 127,00 m STA PVI₁ = 0+450

$$\begin{aligned}
 g_1 &= \frac{\text{Elevasi PVI}_1 - A}{\text{STA PVI}_1 - \text{STA A}} \\
 &= \frac{127,00 - 149,25}{(0 + 450) - (0 + 000)} \\
 &= -0,0494 \\
 &= -4,94\%
 \end{aligned}$$

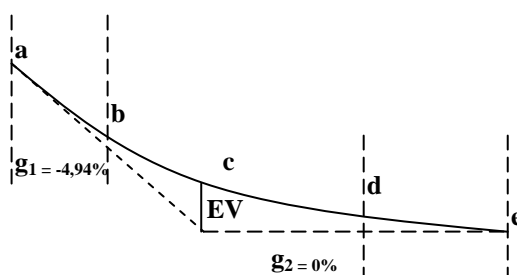
Untuk perhitungan selanjutnya ditampilkan dalam tabel 4.3 sebagai berikut :

Tabel 4.3 Kelandaian Memanjang

No.	Titik	STA	Elevasi	Δh (m)	Jarak Datar (m)	Kelandaian Memanjang(%)
1.	A	0+000	149,25	-22,25	450	$g_1 = -4,94$
2.	PVI ₁	0+450	127,00			
3.	PVI ₂	0+650	127,00	0	200	$g_2 = 0,00$
4.	PVI ₃	1+000	142,00	15	350	$g_3 = 4,29$
5.	B	1+602,464	142,00	0	602,464	$g_4 = 0,00$

4.1.4.2 Perhitungan Alinemen Vertikal

1. Lengkung Vertikal PVI₁



Gambar 4.7 Lengkung PVI₁

Data :

STA : 0+450

Elevasi PVI₁ : 127 m

V_r : 80 km/jam

g₁ : -4,94 %

g₂ : 0 %

$$\begin{aligned}
 A &: |g_2 - g_1| & J_h &= 0,694 \cdot V_r + 0,004 \times \frac{V_r^2}{f} \\
 &: |0\% - (-4,94\%)| & &= 0,694 \times 80 + 0,004 \times \frac{80^2}{0,35} \\
 &: 4,94\% \text{ (Lv Cekung)} & &= 128,66 \text{ m} \sim 129 \text{ m}
 \end{aligned}$$

a. Mencari panjang lengkung vertikal

1.) Berdasarkan syarat kenyamanan pengemudi

$$\begin{aligned}
 L_v &= \frac{A \times V_r^2}{380} \\
 &= \frac{4,94 \times 80^2}{380} \\
 &= 83,2 \text{ m}
 \end{aligned}$$

2.) Berdasarkan syarat drainase

$$\begin{aligned}
 L_v &= 40 \times A \\
 &= 40 \times 4,94 \\
 &= 197,6 \text{ m}
 \end{aligned}$$

3.) Berdasarkan syarat keluwesan bentuk

$$\begin{aligned}
 L_v &= 0,6 \times V_r \\
 &= 0,6 \times 80 \\
 &= 48 \text{ m}
 \end{aligned}$$

4.) Berdasarkan pengurangan goncangan

$$\begin{aligned} L_v &= Vr^2 \times \frac{A}{360} \\ &= 80^2 \times \frac{4,94}{360} \\ &= 87,82 \text{ m} \end{aligned}$$

Diambil nilai L_v : 87,82 m ~88 m

Cek Syarat \longrightarrow $J_h > L_v$, maka dipakai rumus :

$$\begin{aligned} L_v &= 2 \cdot J_h - \frac{405}{A} \\ &= 2 \times 129 - \frac{405}{4,94} \\ &= 176 \text{ m} \end{aligned}$$

Sehingga dipakai $L_v = 176 \text{ m}$

b. Perhitungan E_v

$$\begin{aligned} E_v &= \frac{A \times L_v}{800} \\ &= \frac{4,94 \times 176}{800} \\ &= 1,09 \text{ m} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} Y &= \frac{A}{200 \times L_v} \times x^2 \\ &= \frac{4,94}{200 \times 176} \times 44^2 \\ &= 0,2717 \text{ m} \end{aligned}$$

c. Perhitungan Stationing

$$\begin{aligned} \text{STA a} &= \text{STA PVI}_1 - \frac{1}{2} L_v \\ &= (0+450) - \frac{1}{2} \times 176 = 0+362 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{STA b} &= \text{STA PVI}_1 - \frac{1}{4} L_v \\ &= (0+450) - \frac{1}{4} \times 176 = 0+406 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{STA c} &= \text{STA PVI}_1 \\ &= 0+450\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{STA d} &= \text{STA PVI}_1 + \frac{1}{4} L_v \\ &= (0+450) + \frac{1}{4} \times 176 = 0+494\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{STA e} &= \text{STA PVI}_1 + \frac{1}{2} L_v \\ &= (0+450) + \frac{1}{2} \times 176 = 0+528\end{aligned}$$

d. Perhitungan Elevasi

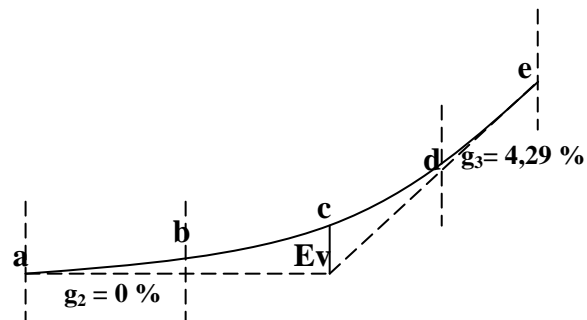
$$\begin{aligned}\text{Elevasi a} &= \text{Elevasi PVI}_1 + \frac{1}{2} \times L_v \times g_1 \\ &= 127 + \frac{1}{2} \times 176 \times 0,0494 \\ &= 131,35 \text{ m}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Elevasi b} &= \text{Elevasi PVI}_1 + \frac{1}{4} \times L_v \times g_1 + Y \\ &= 127 + \frac{1}{4} \times 176 \times 0,0494 + 0,2717 \\ &= 129,44 \text{ m}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Elevasi c} &= \text{Elevasi PVI}_1 + E_v \\ &= 127 + 1,09 \\ &= 128,09 \text{ m}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Elevasi d} &= \text{Elevasi PVI}_1 + \frac{1}{4} \times L_v \times g_2 + Y \\ &= 127 + \frac{1}{4} \times 176 \times 0 + 0,2717 \\ &= 127,27 \text{ m}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Elevasi e} &= \text{Elevasi PVI}_1 + \frac{1}{2} \times L_v \times g_2 \\ &= 127 + \frac{1}{2} \times 176 \times 0 \\ &= 127 \text{ m}\end{aligned}$$

2. Lengkung Vertikal PVI₂Gambar 4.8 Lengkung PVI₂

Data :

STA : 0+650

Elevasi PVI₂ : 127 mV_r : 80 km/jamg₂ : 0 %g₃ : 4,29 %
$$A : |g_3 - g_2|$$

$$: |4,29 \% - (0 \%)|$$

$$: 4,29 \% \text{ (Lv Cekung)}$$
J_h : 129 m

a. Mencari panjang lengkung vertikal

1.) Berdasarkan syarat kenyamanan pengemudi

$$L_v = \frac{A \times V_r^2}{380}$$

$$= \frac{4,29 \times 80^2}{380}$$

$$= 72,25 \text{ m}$$

2.) Berdasarkan syarat drainase

$$\begin{aligned} L_v &= 40 \times A \\ &= 40 \times 4,29 \\ &= 171,6 \text{ m} \end{aligned}$$

3.) Berdasarkan syarat keluwesan bentuk

$$\begin{aligned} L_v &= 0,6 \times V_r \\ &= 0,6 \times 80 \\ &= 48 \text{ m} \end{aligned}$$

4.) Berdasarkan pengurangan guncangan

$$\begin{aligned} L_v &= V_r^2 \times \frac{A}{360} \\ &= 80^2 \times \frac{4,29}{360} \\ &= 76,27 \text{ m} \end{aligned}$$

Diambil nilai L_v : 76,27 m ~80 m

Cek Syarat \longrightarrow $J_h > L_v$, maka dipakai rumus :

$$\begin{aligned} L_v &= 2 \cdot J_h - \frac{405}{A} \\ &= 2 \times 129 - \frac{405}{4,29} \\ &= 163,59 \text{ m} \end{aligned}$$

Sehingga dipakai $L_v = 163,59 \sim 164 \text{ m}$

b. Perhitungan E_v

$$\begin{aligned} E_v &= \frac{A \times L_v}{800} \\ &= \frac{4,29 \times 164}{800} \\ &= 0,88 \text{ m} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 Y &= \frac{A}{200 \times Lv} \times x^2 \\
 &= \frac{4,29}{200 \times 164} \times 41^2 \\
 &= 0,2199 \text{ m}
 \end{aligned}$$

c. Perhitungan Stationing

$$\begin{aligned}
 \text{STA a} &= \text{STA PVI}_2 - \frac{1}{2} Lv \\
 &= (0+650) - \frac{1}{2} \times 164 = 0+578
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{STA b} &= \text{STA PVI}_2 - \frac{1}{4} Lv \\
 &= (0+650) - \frac{1}{4} \times 164 = 0+609
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{STA c} &= \text{STA PVI}_2 \\
 &= 0+650
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{STA d} &= \text{STA PVI}_2 + \frac{1}{4} Lv \\
 &= (0+650) + \frac{1}{4} \times 164 = 0+691
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{STA e} &= \text{STA PVI}_2 + \frac{1}{2} Lv \\
 &= (0+650) + \frac{1}{2} \times 164 = 0+732
 \end{aligned}$$

d. Perhitungan Elevasi

$$\begin{aligned}
 \text{Elevasi a} &= \text{Elevasi PVI}_2 + \frac{1}{2} \times Lv \times g_2 \\
 &= 127 + \frac{1}{2} \times 164 \times 0 \\
 &= 127 \text{ m}
 \end{aligned}$$

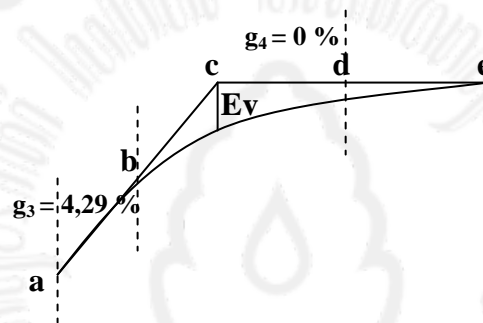
$$\begin{aligned}
 \text{Elevasi b} &= \text{Elevasi PVI}_2 + \frac{1}{4} \times Lv \times g_2 + Y \\
 &= 127 + \frac{1}{4} \times 164 \times 0 + 0,2199 \\
 &= 127,22 \text{ m}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Elevasi c} &= \text{Elevasi PVI}_2 + Ev \\
 &= 127 + 0,88 \\
 &= 127,88 \text{ m}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Elevasi d} &= \text{Elevasi PVI}_2 + \frac{1}{4} \times L_v \times g_3 + Y \\ &= 127 + \frac{1}{4} \times 164 \times 0,0429 + 0,2199 \\ &= 128,98 \text{ m}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Elevasi e} &= \text{Elevasi PVI}_2 + \frac{1}{2} \times L_v \times g_3 \\ &= 127 + \frac{1}{2} \times 164 \times 0,0429 \\ &= 1130,52 \text{ m}\end{aligned}$$

3. Lengkung Vertikal PVI₃



Gambar 4.9 Lengkung PVI₃

Data :

STA : 1+000

Elevasi PVI₃ : 142 m

V_r : 80 km/jam

g₃ : 4,29 %

g₄ : 0 %

A : $|g_4 - g_3|$
 : $|0 \% - (4,29 \%)|$
 : 4,29 % (Lv Cembung)

Jh : 129 m

a. Mencari panjang lengkung vertikal

1.) Berdasarkan syarat kenyamanan pengemudi

$$\begin{aligned} L_v &= \frac{A \times V_r^2}{380} \\ &= \frac{4,29 \times 80^2}{380} \\ &= 72,25 \text{ m} \end{aligned}$$

2.) Berdasarkan syarat drainase

$$\begin{aligned} L_v &= 40 \times A \\ &= 40 \times 4,29 \\ &= 171,6 \text{ m} \end{aligned}$$

3.) Berdasarkan syarat keluwesan bentuk

$$\begin{aligned} L_v &= 0,6 \times V_r \\ &= 0,6 \times 80 \\ &= 48 \text{ m} \end{aligned}$$

4.) Berdasarkan pengurangan goncangan

$$\begin{aligned} L_v &= V_r^2 \times \frac{A}{360} \\ &= 80^2 \times \frac{4,29}{360} \\ &= 76,27 \text{ m} \end{aligned}$$

Diambil nilai L_v yang sesuai yaitu 76,27 m ~80 m

Cek syarat $\longrightarrow J_h > L_v$, OK

b. Perhitungan E_v

$$\begin{aligned} E_v &= \frac{A \times L_v}{800} \\ &= \frac{4,29 \times 80}{800} \\ &= 0,43 \text{ m} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 Y &= \frac{A}{200 \times L_v} \times x^2 \\
 &= \frac{4,29}{200 \times 80} \times 20 \\
 &= 0,1072 \text{ m}
 \end{aligned}$$

c. Perhitungan Stationing

$$\begin{aligned}
 \text{STA a} &= \text{STA PVI}_3 - \frac{1}{2} L_v \\
 &= (1+000) - \frac{1}{2} \times 80 = 0+960
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{STA b} &= \text{STA PVI}_3 - \frac{1}{4} L_v \\
 &= (1+000) - \frac{1}{4} \times 80 = 0+980
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{STA c} &= \text{STA PVI}_3 \\
 &= 1+000
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{STA d} &= \text{STA PVI}_3 + \frac{1}{4} L_v \\
 &= (1+000) + \frac{1}{4} \times 80 = 1+020
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{STA e} &= \text{STA PVI}_3 + \frac{1}{2} L_v \\
 &= (1+000) + \frac{1}{2} \times 80 = 1+040
 \end{aligned}$$

d. Perhitungan Elevasi

$$\begin{aligned}
 \text{Elevasi a} &= \text{Elevasi PVI}_3 - \frac{1}{2} \times L_v \times g_3 \\
 &= 142 - \frac{1}{2} \times 80 \times 0,0429 \\
 &= 140,28 \text{ m}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Elevasi b} &= \text{Elevasi PVI}_3 - \frac{1}{4} \times L_v \times g_3 - Y \\
 &= 142 - \frac{1}{4} \times 80 \times 0,0429 - 0,1072 \\
 &= 141,03 \text{ m}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Elevasi c} &= \text{Elevasi PVI}_3 - E_v \\
 &= 142 - 0,43 \\
 &= 141,57 \text{ m}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Elevasi d} &= \text{Elevasi PVI}_3 + \frac{1}{4} \times L_v \times g_4 - Y \\ &= 142 + \frac{1}{4} \times 80 \times 0 - 0,1072 \\ &= 141,89 \text{ m} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Elevasi e} &= \text{Elevasi PVI}_3 + \frac{1}{2} \times L_v \times g_4 \\ &= 142 + \frac{1}{2} \times 80 \times 0 \\ &= 142 \text{ m} \end{aligned}$$

Tabel 4.4 Hasil Perhitungan Alinemen Vertikal

	PVI₁	PVI₂	PVI₃
A (%)	4,94 (Lv Cekung)	4,29 (Lv Cekung)	4,29 (Lv Cembung)
Lv (m)	176	164	80
Ev (m)	1,09	0,88	0,43
Y (m)	0,2717	0,2199	0,1072
Stationing (m)			
a =	0+362	0+578	0+960
b =	0+406	0+609	0+980
c =	0+450	0+650	1+000
d =	0+494	0+691	1+020
e =	0+528	0+732	1+040
Elevasi (m)			
a =	131,25	127,00	140,28
b =	129,44	127,22	141,03
c =	128,09	127,88	141,57
d =	127,27	128,98	141,89
e =	127,00	130,52	142,00

4.2 Perencanaan Tebal Perkerasan Jalan

4.2.1 Data Perencanaan Tebal Perkerasan Jalan

1. Data lalu lintas tahun 2009 :

a. Kendaraan ringan 2 ton (1+1) = 568 kendaraan

b. Truk 2 as 13 ton (5+8) = 104 kendaraan

$$\frac{\quad}{\quad} + \text{LHR}_{2009} = 672 \text{ kendaraan}$$

2. Pelaksanaan konstruksi jalan dimulai tahun = 2010

3. Pertumbuhan lalu lintas (i_1) selama pelaksanaan = 2%

4. Pertumbuhan lalu lintas (i_2) selama umur rencana = 6%

5. Umur Rencana (UR) = 10 Tahun

6. Tebal perkerasan untuk 2 jalur 2 arah

7. Jalan dibuka tahun 2011

8. Jalan yang direncanakan adalah jalan kelas III (kolektor)

4.2.2 Perhitungan Volume Lalu Lintas

1. LHR_{2011} (awal umur rencana), $i_1 = 2\%$

$$\text{Rumus : } \text{LHR}_{2009} \times (1+i_1)^n$$

$$\text{Kendaraan ringan 2 ton (1+1)} = 568 \times (1+0,02)^1 = 579,36 \text{ kendaraan}$$

$$\text{Truk 2 as 13 ton (5+8)} = 104 \times (1+0,02)^1 = 106,08 \text{ kendaraan}$$

2. LHR_{2021} (akhir umur rencana), $i_2 = 6\%$

$$\text{Rumus : } \text{LHR}_{2011} \times (1+i_1)^n$$

$$\text{Kendaraan ringan 2 ton (1+1)} = 579,36 \times (1+0,06)^{10} = 1037,54 \text{ kendaraan}$$

$$\text{Truk 2 as 13 ton (5+8)} = 106,08 \times (1+0,06)^{10} = 189,97 \text{ kendaraan}$$

4.2.3 Perhitungan Angka Ekuivalen (E) Masing-masing Kendaraan

$$\text{Kendaraan ringan 2 ton (1+1)} = 0,0002 + 0,0002 = 0,0004$$

$$\text{Truk 2 as 13 ton (5+8)} = 0,1410 + 0,9238 = 1,0648$$

1. Perhitungan LEP

$$\text{Rumus : } \text{LEP} = C \times E \times \text{LHR}_{2011}$$

$$\text{Kendaraan ringan 2 ton (1+1)} = 0,5 \times 0,0004 \times 579,36 = 0,1159$$

$$\begin{array}{r} \text{Truk 2 as 13 ton (5+8)} = 0,5 \times 1,0648 \times 106,08 = 56,477 \\ \hline \text{LEP} = 56,5929 \end{array} +$$

2. Perhitungan LEA

$$\text{Rumus : } \text{LEA} = C \times E \times \text{LHR}_{2021}$$

$$\text{Kendaraan ringan 2 ton (1+1)} = 0,5 \times 0,0004 \times 1037,54 = 0,2075$$

$$\begin{array}{r} \text{Truk 2 as 13 ton (5+8)} = 0,5 \times 1,0648 \times 189,97 = 101,1400 \\ \hline \text{LEA} = 101,3475 \end{array} +$$

3. Perhitungan Lintas Ekuivalen Tengah (LET)

$$\begin{aligned} \text{LET} &= \frac{1}{2} (\text{LEP} + \text{LEA}) \\ &= \frac{1}{2} (56,5929 + 101,3475) \\ &= 78,9702 \end{aligned}$$

4. Perhitungan Lintas Ekuivalen Rencana (LER)

$$\begin{aligned} \text{LER} &= \text{LET} \times \frac{UR}{10} \\ &= 78,9702 \times \frac{10}{10} \\ &= 78,9702 \end{aligned}$$

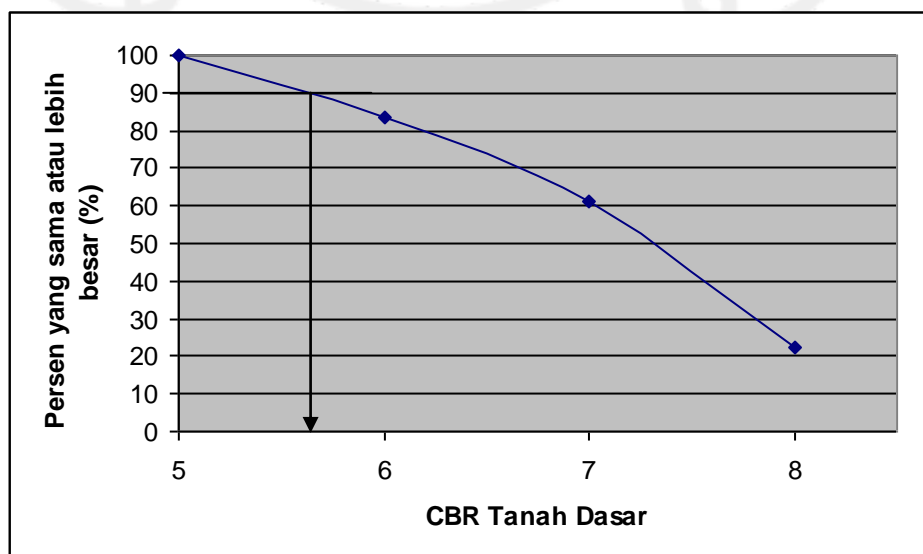
4.2.4 Penentuan CBR Desain Tanah Dasar

Tabel 4.5 Data CBR Tanah Dasar

STA	0+000	0+100	0+200	0+300	0+400	0+500
CBR(%)	8	7	6	7	7	6
STA	0+600	0+700	0+800	0+900	1+000	1+100
CBR(%)	7	8	7	7	6	5
STA	1+200	1+300	1+400	1+500	1+600	1+602,464
CBR(%)	5	5	6	7	8	8

Tabel 4.6 Penentuan Nilai CBR Desain

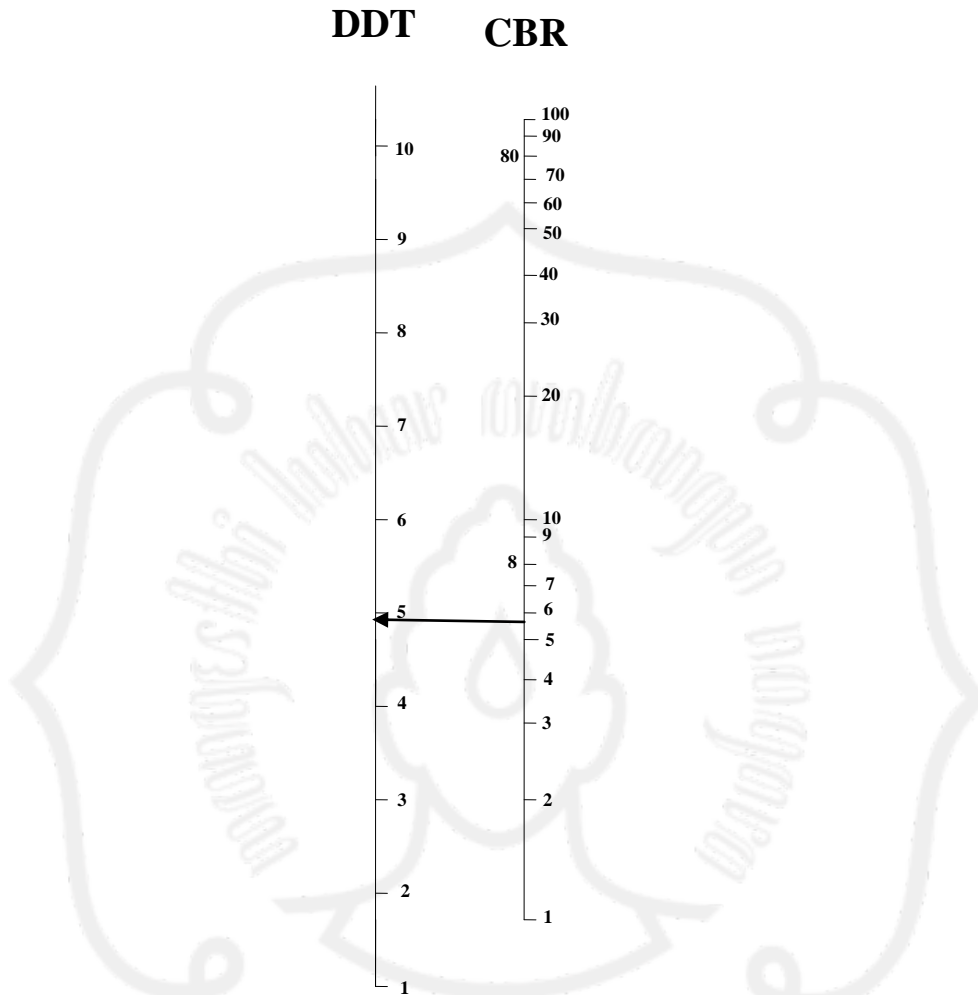
CBR	Jumlah yang sama atau lebih besar	Persen (%) yang sama atau lebih besar
5	18	$18/18 \times 100\% = 100\%$
6	15	$15/18 \times 100\% = 83,33\%$
7	11	$11/18 \times 100\% = 66,67\%$
8	4	$4/18 \times 100\% = 22,22\%$



Grafik 4.1 Penentuan CBR Desain 90%

- Dari grafik 4.1 didapat nilai CBR 90% adalah 5,7 %

4.2.5 Penentuan Daya Dukung Tanah (DDT)



Gambar 4.11 Korelasi DDT dan CBR

Dari gambar korelasi hubungan nilai CBR dengan garis mendatar ke sebelah kiri diperoleh nilai DDT = 4,9

Sumber : Petunjuk Perencanaan Tebal Perkerasan Lentur Jalan Raya dengan

Metode Analisa Komponen SKBI 2.3.26.1987. Gambar korelasi DDT dan

CBR halaman 13

4.2.6 Mencari ITP (Indeks Tebal Perkerasan)

1. Berdasarkan grafik korelasi DDT dan CBR diperoleh nilai DDT = 4,9

2. Penentuan nilai Faktor Regional (FR)

$$\begin{aligned} \text{➤ \% kelandaian berat} &= \frac{\text{Jumlah kend. berat}}{\text{LHR 2009}} \times 100\% \\ &= \frac{104}{672} \times 100\% \\ &= 15,48 \% \leq 30 \% \end{aligned}$$

➤ Curah hujan berkisar 100 - 400 mm / tahun

Sehingga dikategorikan < 900 mm/ tahun, termasuk pada iklim I

$$\begin{aligned} \text{➤ Kelandaian} &= \text{Kelandaian memanjang rata-rata} \\ &= 2,152 \% < 6 \% \end{aligned}$$

Sehingga dikategorikan Kelandaian I

Dengan mencocokkan hasil perhitungan tersebut pada SKBI 2.3.26.1987 maka diperoleh nilai FR = 0,5

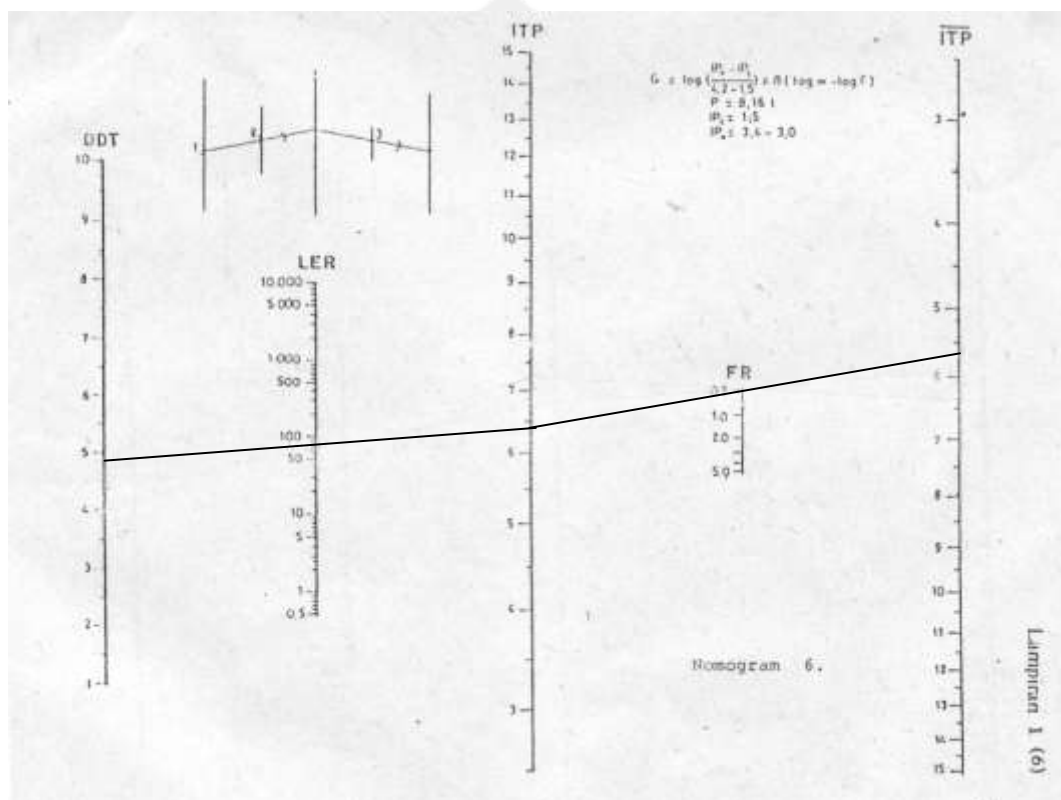
Sumber : Petunjuk Perencanaan Tebal Perkerasan Lentur Jalan Raya Dengan Metode Analisa Komponen SKBI 2.3.26.1987. Daftar IV Faktor Regional (FR) hal. 14

3. Indeks Permukaan Awal (IPo)

Direncanakan jenis lapisan LAPEN dengan Roughness ≤ 3000 mm / tahun, Maka berdasarkan Buku Petunjuk Perencanaan Tebal perkerasan lentur jalan raya dengan Metode Analisa Komponen SKBI 2.3.26.1987. Daftar VI Indeks Permukaan Pada Awal Umur Rencana (IPo) maka diperoleh IPo = 3,4 – 3,0

4. Indeks Permukaan Akhir (IPt)

Dari data klasifikasi manfaat Jalan Kolektor dan hasil perhitungan LER yaitu didapat nilai $LER = 78,9702 \sim 79$ maka berdasarkan Buku Petunjuk Perencanaan Tebal perkerasan lentur jalan raya dengan Metode Analisa Komponen SKBI 2.3.26.1987. Daftar V Indeks Permukaan Pada Akhir Umur Rencana (IPt) maka diperoleh $IPt = 1,5 - 2,0$



Gambar 4.12 Nomogram Penentuan Nilai Indeks Tebal Perkerasan (ITP)

Dengan nomogram no.6 didapat nilai $ITP = 6,4$. $\overline{ITP} = 5,6$

Sumber : Petunjuk Perencanaan Tebal Perkerasan Lentur Jalan Raya Dengan Metode Analisa Komponen SKBI 2.3.26.1987. Gambar Nomogram Lampiran 1 (6).

Direncanakan susunan lapisan perkerasan sebagai berikut :

- Lapisan permukaan (Surface Course), $D_1 = 5 \text{ cm}$; $a_1 = 0,25$ LAPEN MEKANIS
- Lapisan pondasi atas (Base Course), $D_2 = 20 \text{ cm}$; $a_2 = 0,13$ (Batu pecah kelas B CBR 80 %)
- Lapisan pondasi bawah (Sub Base Course), $D_3 = \dots$; $a_3 = 0,12$ (Sirtu CBR 50%)

Dimana :

a_1, a_2, a_3 = Koefisien kekuatan relatif bahan perkerasan (SKBI 2.3.26.1987)

D_1, D_2, D_3 = Tebal masing-masing lapis permukaan

$$ITP = (a_1 \times D_1) + (a_2 \times D_2) + (a_3 \times D_3)$$

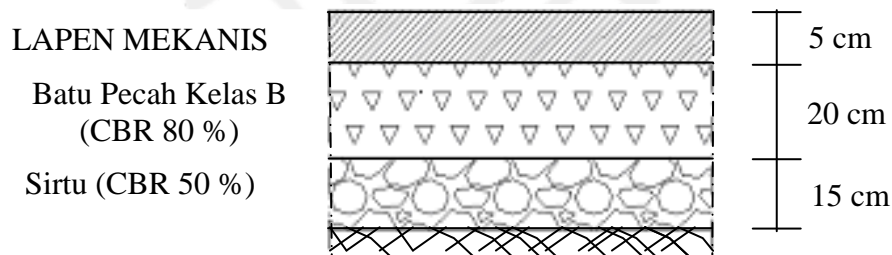
$$5,6 = (0,25 \times 5) + (0,13 \times 20) + (0,12 \times D_3)$$

$$5,6 = 1,25 + 2,6 + 0,12 D_3$$

$$D_3 = \frac{5,6 - (1,25 + 2,6)}{0,12}$$

$$D_3 = 14,58 \text{ cm} \sim 15 \text{ cm}$$

Susunan Perkerasan :



CBR tanah dasar = 5,7 %

Gambar 4.13 Potongan A-A, Susunan Perkerasan

4.3 Rencana Anggaran Biaya

4.3.1 Analisa Perhitungan Pekerjaan

4.3.1.1 Perhitungan Volume Pekerjaan Tanah

1. Luas Pekerjaan Galian Tanah

Gambar 4.14 Typical Potongan Melintang STA 0+850

Elevasi Tanah Asli : 135,83 m

Elevasi Tanah Rencana : 135,57 m

H ₁	= 0,860 m	H ₈	= 0,200 m
H ₂	= 0,823 m	H ₉	= 0,200 m
H ₃	= 0,786 m	H ₁₀	= 0,180 m
H ₄	= 0,749 m	H ₁₁	= 0,160 m
H ₅	= 0,712 m	H ₁₂	= 0,140 m
H ₆	= 0,542 m	H ₁₃	= 0,120 m
H ₇	= 0,260 m		

a. Perhitungan Luas

$$\begin{aligned}\text{Luas 1} &= \frac{1}{2} \times (\text{alas} \times H1) \\ &= \frac{1}{2} \times (0,43 \times 0,86) \\ &= 0,185 \text{ m}^2\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Luas 2} &= \left(\frac{H1 + H2}{2} \right) \times 0,5 \\ &= \left(\frac{0,86 + 0,823}{2} \right) \times 0,5 \\ &= 0,421 \text{ m}^2\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Luas 3} &= \left(\frac{H2 + H3}{2} \right) \times 0,5 \\ &= \left(\frac{0,823 + 0,786}{2} \right) \times 0,5 \\ &= 0,402 \text{ m}^2\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Luas 4} &= \left(\frac{H3 + H4}{2} \right) \times 0,9 \\ &= \left(\frac{0,786 + 0,749}{2} \right) \times 0,9 \\ &= 0,69 \text{ m}^2\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Luas 5} &= \left(\frac{H4 + H5}{2} \right) \times 0,5 \\ &= \left(\frac{0,749 + 0,712}{2} \right) \times 0,5 \\ &= 0,365 \text{ m}^2\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Luas 6} &= \left(\frac{H5 + H6}{2} \right) \times 1,5 \\ &= \left(\frac{0,712 + 0,542}{2} \right) \times 1,5 \\ &= 0,940 \text{ m}^2\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Luas 7} &= \left(\frac{H6 + H7}{2} \right) \times 3 \\ &= \left(\frac{0,542 + 0,26}{2} \right) \times 3 \\ &= 1,203 \text{ m}^2\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Luas 8} &= \left(\frac{H7 + H8}{2} \right) \times 3 \\ &= \left(\frac{0,26 + 0,2}{2} \right) \times 3 \\ &= 0,69 \text{ m}^2\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Luas 9} &= \left(\frac{H8 + H9}{2} \right) \times 1,5 \\ &= \left(\frac{0,2 + 0,2}{2} \right) \times 1,5 \\ &= 0,3 \text{ m}^2\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Luas 10} &= \left(\frac{H9 + H10}{2} \right) \times 0,5 \\ &= \left(\frac{0,2 + 0,18}{2} \right) \times 0,5 \\ &= 0,095 \text{ m}^2\end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Luas11} &= \left(\frac{H10 + H11}{2} \right) \times 0,9 \\ &= \left(\frac{0,18 + 0,16}{2} \right) \times 0,9 \\ &= 0,153 \text{ m}^2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Luas13} &= \left(\frac{H12 + H13}{2} \right) \times 0,5 \\ &= \left(\frac{0,14 + 0,12}{2} \right) \times 0,5 \\ &= 0,065 \text{ m}^2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Luas12} &= \left(\frac{H11 + H12}{2} \right) \times 0,5 \\ &= \left(\frac{0,16 + 0,14}{2} \right) \times 0,5 \\ &= 0,075 \text{ m}^2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Luas14} &= \frac{1}{2} \times (\text{alas} \times H13) \\ &= \frac{1}{2} \times (0,06 \times 0,12) \\ &= 0,004 \text{ m}^2 \end{aligned}$$

b. Perhitungan Galian

$$\text{Luas Total Galian STA 0+850} = 5,59 \text{ m}^2$$

$$\text{Luas Total Galian STA 0+900} = 32,76 \text{ m}^2$$

Volume Galian pada STA 0+850 sampai 0+900 adalah

$$\begin{aligned} \text{Volume Galian} &= \frac{(\text{Luas Galian STA 0+850} + \text{Luas Galian STA 0+900})}{2} \times (0+900 - 0+850) \\ &= \left(\frac{5,59 + 32,76}{2} \right) \times 50 \\ &= 958,75 \text{ m}^3 \end{aligned}$$

2. Luas Pekerjaan Timbunan Tanah

Gambar 4.15 Typical Potongan Melintang STA 0+450

Elevasi Tanah Asli = 125,83 m
Elevasi Tanah Rencana = 127,00 m

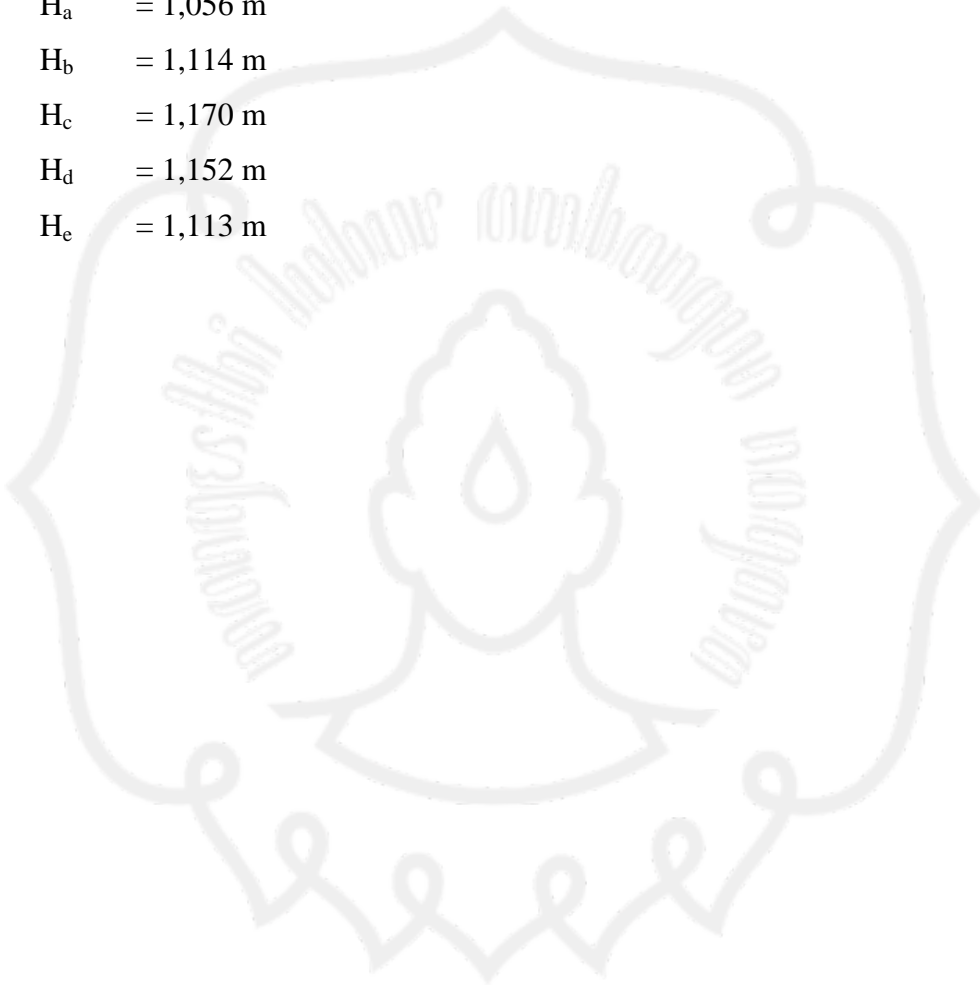
H_a = 1,056 m

H_b = 1,114 m

H_c = 1,170 m

H_d = 1,152 m

H_e = 1,113 m



e. Perhitungan Luas

$$\begin{aligned} \text{Luas a} &= \frac{1}{2} \times (\text{alas} \times H_a) \\ &= \frac{1}{2} \times (0,528 \times 1,056) \\ &= 0,279 \text{ m}^2 \end{aligned} \qquad \begin{aligned} \text{Luas d} &= \left(\frac{H_c + H_d}{2} \right) \times 3 \\ &= \left(\frac{1,17 + 1,152}{2} \right) \times 3 \\ &= 3,483 \text{ m}^2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Luas b} &= \left(\frac{H_a + H_b}{2} \right) \times 1,5 \\ &= \left(\frac{1,056 + 1,114}{2} \right) \times 1,5 \\ &= 1,628 \text{ m}^2 \end{aligned} \qquad \begin{aligned} \text{Luas e} &= \left(\frac{H_d + H_e}{2} \right) \times 1,5 \\ &= \left(\frac{1,152 + 1,113}{2} \right) \times 1,5 \\ &= 1,699 \text{ m}^2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Luas c} &= \left(\frac{H_b + H_c}{2} \right) \times 3 \\ &= \left(\frac{1,114 + 1,17}{2} \right) \times 3 \\ &= 3,426 \text{ m}^2 \end{aligned} \qquad \begin{aligned} \text{Luas f} &= \frac{1}{2} \times (\text{alas} \times H_e) \\ &= \frac{1}{2} \times (0,5565 \times 1,113) \\ &= 0,31 \text{ m}^2 \end{aligned}$$

$$\text{Luas Total Timbunan STA 0+450} = 10,82 \text{ m}^2$$

b. Perhitungan Timbunan

$$\text{Luas Total Timbunan STA 0+450} = 10,82 \text{ m}^2$$

$$\text{Luas Total Timbunan STA 0+500} = 73,22 \text{ m}^2$$

Volume Timbunan pada STA 0+450 sampai 0+500 adalah

$$\begin{aligned} &= \left(\frac{(\text{luas galian STA 0 + 450}) + (\text{Luas galian STA 0 + 500})}{2} \right) \times (500 - 450) \\ &= \left(\frac{10,82 + 73,22}{2} \right) \times 50 \\ &= 2101 \text{ m}^3 \end{aligned}$$

Hasil Perhitungan selanjutnya dapat dilihat dalam tabel sebagai berikut :

Tabel 4.7 Hasil Perhitungan Volume Galian dan Timbunan

STA	LUAS (m ²)		VOLUME (m ³)	
	GALIAN	TIMBUNAN	GALIAN	TIMBUNAN
0+000	0,87			
			21,75	83,25
0+050		3,33		
				168,5
0+100		3,41		
				740,5
0+150		26,21		
				448,83
0+169,472		19,89		
				404,59
0+189,079		21,38		
				421,3
0+208,688		21,59		
				681,3
0+249,472		11,82		
				859,22
0+344,782		6,21		
				430,48
0+385,566		14,9		
				319,71
0+405,174		17,71		
				347,16
0+424,782		14,7		
				321,78
0+450		11,12		
				2101
0+500		73,22		
				-
0+600		78,59		
				2249
0+650		11,37		
				89,95
0+658,884		8,88		
				101,58
0+673,333		5,18		
				49,19
0+687,779		1,63		
			130,28	40,68
0+737,694	5,22			

Bersambung ke Halaman Selanjutnya

STA	LUAS (m ²)		VOLUME (m ³)	
	GALIAN	TIMBUNAN	GALIAN	TIMBUNAN
			321,2	
0+787,609	7,65			
			116,96	
0+802,057	8,54			
			116,3	
0+816,504	7,56			
			220,24	
0+850	5,59			
			958,75	
0+900	32,76			
			2472,75	
0+950	66,15			
			2126	
1+000	18,89			
			838,5	
1+050	14,65			
			50,94	
1+053,6	13,65			
			201,92	7,33
1+080,267	1,494	0,55		
			19,92	91,73
1+106,934		6,33		
				548,92
1+133,6		34,84		
				3575,18
1+227,907		40,98		
				889,61
1+254,574		25,74		
				363,47
1+281,241		1,52		
			355,19	20,27
1+307,907	26,64			
			1816,94	
1+350	59,69			
			3614	
1+400	84,87			
			4213,75	
1+450	83,68			
			4190,5	
1+500	83,94			
			3925,5	
1+550	73,08			

Bersambung ke Halaman Selanjutnya

STA	LUAS (m ²)		VOLUME (m ³)	
	GALIAN	TIMBUNAN	GALIAN	TIMBUNAN
			1862,5	
1+600	1,42			
			5,68	
1+602,464	3,19			
			27.541,12	15.354,53

3. Pekerjaan Persiapan Badan Jalan Baru

Luas = (Lebar lapis pondasi bawah x panjang jalan)

$$= 6,75 \times 1602,464$$

$$= 10.816,63 \text{ m}^2$$

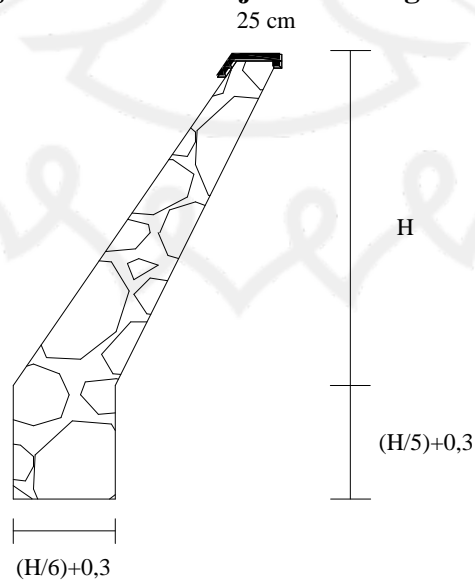
4. Pekerjaan Pembersihan Semak dan Pengupasan Tanah

Luas = (10 m x panjang jalan)

$$= 10 \times 1602,464$$

$$= 16.024,64 \text{ m}^2$$

4.3.1.2. Perhitungan Volume Pekerjaan Dinding Penahan



Gambar 4.16. Sket Dinding Penahan

1. Galian Pondasi untuk Dinding Penahan

a. Ruas Kiri

Sta 0+000 s/d 0+050

- Sta 0+550

$$H \text{ Sta } 0+050 = 0,531 \text{ m}$$

$$(H/5)+0,3 = 0,406 \text{ m}$$

$$(H/6)+0,3 = 0,388 \text{ m}$$

$$\begin{aligned} \text{Luas pondasi} &= 0,406 \times 0,388 \\ &= 0,158 \text{ m}^2 \end{aligned}$$

$$\text{Volume} = \left(\frac{0+0,158}{2} \right) \times 50 = 3,95 \text{ m}^3$$

b. Ruas Kanan

Sta 0+000 s/d 0+050

- Sta 0+050

$$H \text{ Sta } 0+050 = 0,106 \text{ m}$$

$$(H/5)+0,3 = 0,321 \text{ m}$$

$$(H/6)+0,3 = 0,318 \text{ m}$$

$$\begin{aligned} \text{Luas galian pondasi} &= 0,321 \times 0,318 \\ &= 0,102 \text{ m}^2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Volume} &= \left(\frac{0+0,102}{2} \right) \times 50 \\ &= 2,55 \text{ m}^3 \end{aligned}$$

Untuk hasil perhitungan selanjutnya bisa dilihat pada tabel 4.8

Tabel 4.8 Perhitungan Volume Galian Pondasi pada Dinding Penahan

DIBAWAH!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!1



2. Pasangan Batu untuk Dinding Penahan

a. Ruas Kiri

Sta 0+000 s/d 0+050

- Sta 0+050

$$\text{Lebar atas} = 0,250 \text{ m}$$

$$H \text{ Sta 0+550} = 0,531 \text{ m}$$

$$(H/5)+0,3 = 0,406 \text{ m}$$

$$(H/6)+0,3 = 0,388 \text{ m}$$

$$\begin{aligned} \text{Luas pasangan batu} &= \left\{ \left(\frac{0,25 + 0,388}{2} \right) \times 0,531 \right\} + (0,406 \times 0,388) \\ &= 0,327 \text{ m}^2 \end{aligned}$$

b. Ruas Kanan

Sta 0+000 s/d 0+050

- Sta 0+550

$$\text{Lebar atas} = 0,25 \text{ m}$$

$$H \text{ Sta 0+550} = 0,106 \text{ m}$$

$$(H/5)+0,3 = 0,321 \text{ m}$$

$$(H/6)+0,3 = 0,318 \text{ m}$$

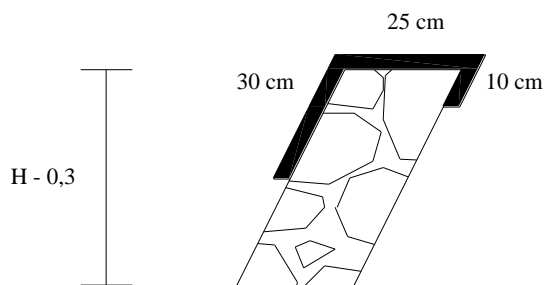
$$\begin{aligned} \text{Luas pasangan batu} &= \left\{ \left(\frac{0,25 + 0,318}{2} \right) \times 0,106 \right\} + (0,321 \times 0,318) \\ &= 0,132 \text{ m}^2 \end{aligned}$$

Untuk hasil perhitungan selanjutnya bisa dilihat pada tabel 4.9

Tabel 4.9 Perhitungan Volume Pasangan Batu pada Dinding Penahan

DIBAWAH!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!



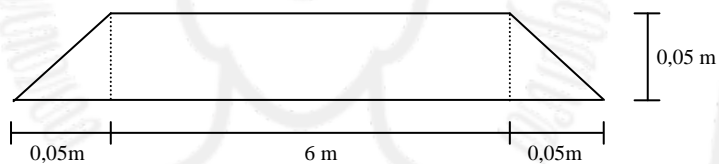


Gambar 4.17 Sket Plesteran pada dinding Penahan

$$\begin{aligned} \text{Luas} &= (0,25+0,3+0,1) \times 2 \times 735,419 \\ &= 478,022 \text{ m}^2 \end{aligned}$$

4.3.1.3 Perhitungan Pekerjaan Perkerasan

1. Volume Lapis Permukaan

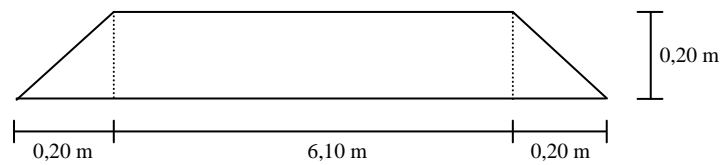


Gambar 4.18 Sket Lapis Permukaan

$$\begin{aligned} L &= \left(\frac{6 + 6,1}{2} \right) \times 0,05 \\ &= 0,302 \text{ m}^2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} V &= 0,302 \times 1602,464 \\ &= 483,94 \text{ m}^3 \end{aligned}$$

2. Volume Lapis Pondasi Atas



Gambar 4.19 Sket Lapis Pondasi Atas

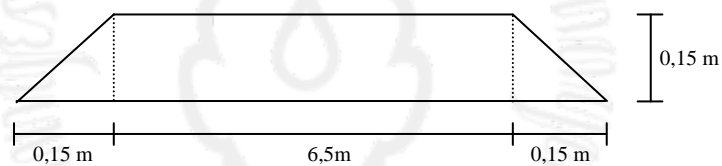
$$L = \left(\frac{6,1 + 6,5}{2} \right) \times 0,2$$

$$= 1,26 \text{ m}^2$$

$$V = 1,26 \times 1602,464$$

$$= 2019,1 \text{ m}^3$$

3. Volume Lapis Pondasi Bawah



Gambar 4.20 Sket Lapis Pondasi Bawah

$$L = \left(\frac{6,5 + 6,8}{2} \right) \times 0,15$$

$$= 0,9975 \text{ m}^2$$

$$V = 0,9975 \times 1602,464$$

$$= 1598,46 \text{ m}^3$$

4. Lapis Resap Pengikat (*prime coat*)

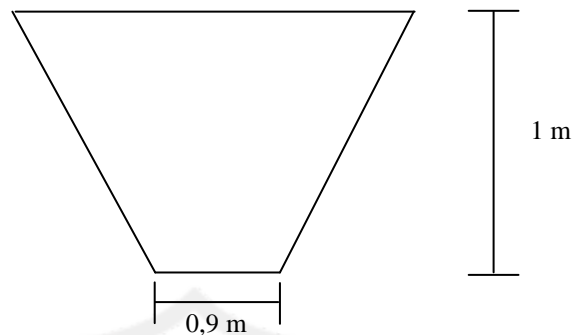
$$\text{Luas} = (\text{Lebar Lapis Permukaan} \times \text{Panjang Jalan})$$

$$= 6,1 \times 1602,464$$

$$= 9775,03 \text{ m}^2$$

4.3.1.4. Perhitungan Pekerjaan Drainase

1. Volume Galian Saluran



Gambar 4.21 Sket volume galian saluran

$$Luas = \left[\left(\frac{1,9 + 0,9}{2} \right) \times 1 \right]$$

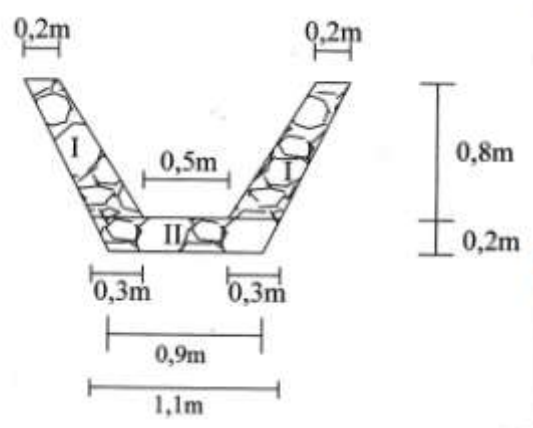
$$= 1,4 \text{ m}^2$$

$$V = [(Luas \times (Panjang \text{ jalan} - p.jemba \text{ tan}))] \times 2$$

$$= [1,4 \times (1602,464 - 60)] \times 2$$

$$= 4318,899 \text{ m}^3$$

2. Volume pasangan batu



Gambar 4.22 Sketsa volume pasangan batu saluran

$$\begin{aligned} \text{Luas I} &= \left(0,8 \times \left(\frac{0,2 + 0,2}{2} \right) \right) \\ &= 0,16 \text{ m}^2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Luas II} &= \left(\frac{0,9 + 1,1}{2} \right) \times 0,2 \\ &= 0,2 \text{ m}^2 \end{aligned}$$

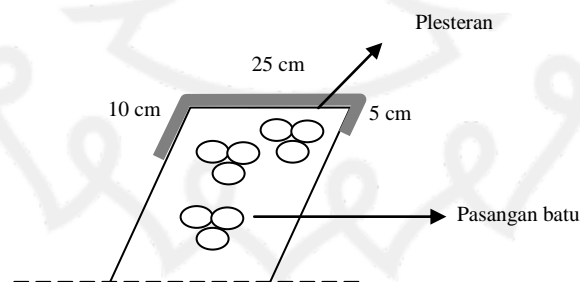
$$\begin{aligned} \text{Luas total} &= 0,16 + 0,16 + 0,2 \\ &= 0,52 \text{ m}^2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Volume} &= 2 \times \text{luas} \times \text{panjang drainase} \\ &= (2 \times 0,52) \times (1602,46 - 60) \\ &= 1604,16 \text{ m}^3 \end{aligned}$$

3. Luas Siaran pada drainase

$$\begin{aligned} \text{Luas} &= 2 \times (1,9 \times \text{Panjang drainase}) \\ &= 2 \times (1,9 \times (1602,464 - 60)) \\ &= 5861,36 \text{ m}^2 \end{aligned}$$

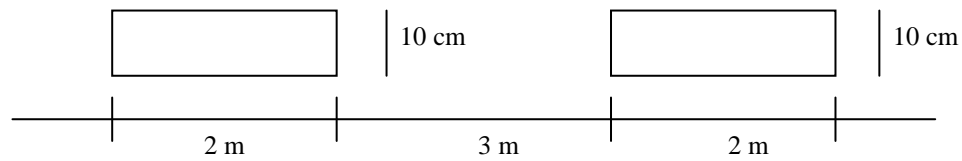
4. Luas Plesteran



Gambar 4.19 Detail Pot A – A Plesteran Saluran

$$\begin{aligned} \text{Luas} &= (0,25 + 0,1 + 0,05) \times 2 \times \text{panjang drainase} \\ &= 1233,97 \text{ m}^2 \end{aligned}$$

Perhitungan Pekerjaan Marka Jalan



Gambar 4.24 Sket marka jalan

1. Marka di tengah (putus-putus)

$$\begin{aligned}
 \text{Panjang} &= \left(\frac{2}{5} \times (1602,464 - \text{panjangmarkamenerus}) \right) \\
 &= \left(\frac{2}{10} \times (1602,464 - 727,237) \right) \\
 &= 350,0908 \text{ m} \\
 \text{Luas} &= (350,0908 \times 0,1) \\
 &= 35,009 \text{ m}^2
 \end{aligned}$$

2. Marka di tengah (menerus)

$$\begin{aligned}
 \text{Panjang} &= 727,237 \text{ m} \\
 \text{Luas} &= 727,237 \times 0,1 \\
 &= 72,724 \text{ m}^2
 \end{aligned}$$

3. Luas Total Marka Jalan

$$\begin{aligned}
 \text{Luas total} &= (35,009 + 72,724) \\
 &= 107,733 \text{ m}^2
 \end{aligned}$$

4.3.1.6. Pekerjaan Rambu Jalan

Perkiraan digunakan 12 buah dengan perincian sebagai berikut :

- Rambu kelas jalan 2 buah
- Rambu batas kecepatan 2 buah
- Rambu dilarang menyiap 6 buah
- Rambu melewati jembatan 2 buah

☞ Patok Jalan

- Dalam 1,602464 km digunakan 1 buah patok kilometer

4.3.2 Analisa Perhitungan Waktu Pelaksanaan Proyek

Pekerjaan Umum

- a. Pekerjaan pengukuran diperkirakan dikerjakan selama 2 minggu
- b. Pekerjaan mobilisasi dan demobilisasi diperkirakan dikerjakan selama 2 minggu
- c. Pembuatan papan nama proyek diperkirakan selama 1 minggu
- d. Pembuatan Direksi Keet diperkirakan selama 1 minggu
- e. Pembuatan dokumentasi selama masa proyek berlangsung

Analisa Perkiraan Waktu Pekerjaan selanjutnya dapat dilihat dalam tabel 4.10 sebagai berikut :

Tabel 4.10. Rekapitulasi Perkiraan Waktu Pekerja

No.	Uraian Pekerjaan	Volume Pekerjaan	Kemampuan Kerja per hari	Kemampuan Kerja per minggu	Waktu Pekerjaan (minggu)
1	Umum :				
	a). Pengukuran	Ls	-	-	2
	b). Mobilisasi dan Demobilisasi	Ls	-	-	2
	c). Pembuatan papan nama proyek	Ls	-	-	1
	d). Pekerjaan Direksi Keet	Ls	-	-	1
	e). Administrasi dan Dokumentasi	Ls	-	-	6
2	Pekerjaan Tanah :				
	a). Pembersihan semak dan pengupasan tanah	16.024,64 m ²	900 m ²	5400 m ²	3
	b). Persiapan badan jalan	10.816,63 m ²	1743 m ²	10.458 m ²	1
	c). Galian tanah (biasa)	27.541,95 m ³	130,76 m ³	784,56 m ³ /2alt	6
	d). Timbunan tanah (biasa)	15.354,53 m ³	392,21 m ³	4.706,52 m ³	5
3	Drainase :				
	a). Galian saluran	4.318,899 m ³	130,76 m ³	784,56 m ³	3
	b). Pasangan batu dengan mortar	1.604,16 m ³	150 m ³	900 m ³	2
	c). Plesteran	1.233,97 m ²	150 m ²	900 m ²	2
	c). Siaran	5.861,36 m ²	150 m ²	900 m ²	3
5.	Dinding penahan				
	a). Galian pondasi	706,244 m ³	130,76 m ³	784,56 m ³	1
	b). Pasangan batu dengan mortar	2.141,903 m ³	150 m ³	900 m ³	2
	c). Plesteran	478,022 m ²	150 m ²	900 m ²	1
4	Perkerasan :				
	a). Lapis Pondasi Bawah (LPB)	1.598,46 m ³	392,21 m ³	2.353,26 m ³	1
	b). Lapis Pondasi Atas (LPA)	2.019,10 m ³	392,21 m ³	2.353,26 m ³	1
	c). Prime Coat	9.775,03 m ²	2.324 m ²	7.944 m ²	2
	d). Lapen	483,94 m ³	14,43 m ³	86,58 m ³	4
5	Pelengkap				
	a). Marka jalan	107,752 m ²	93,33 m ²	559,98 m ²	1
	b). Rambu jalan	Ls	-	-	1
	c). Patok kilometer	Ls	-	-	1

4.3.3 RENCANA ANGGARAN BIAYA

PROYEK : PEMBANGUNAN JALAN RAYA WONOBOYO - PELEM

PROPINSI : JAWA TENGAH

TAHUN ANGGARAN : 2009

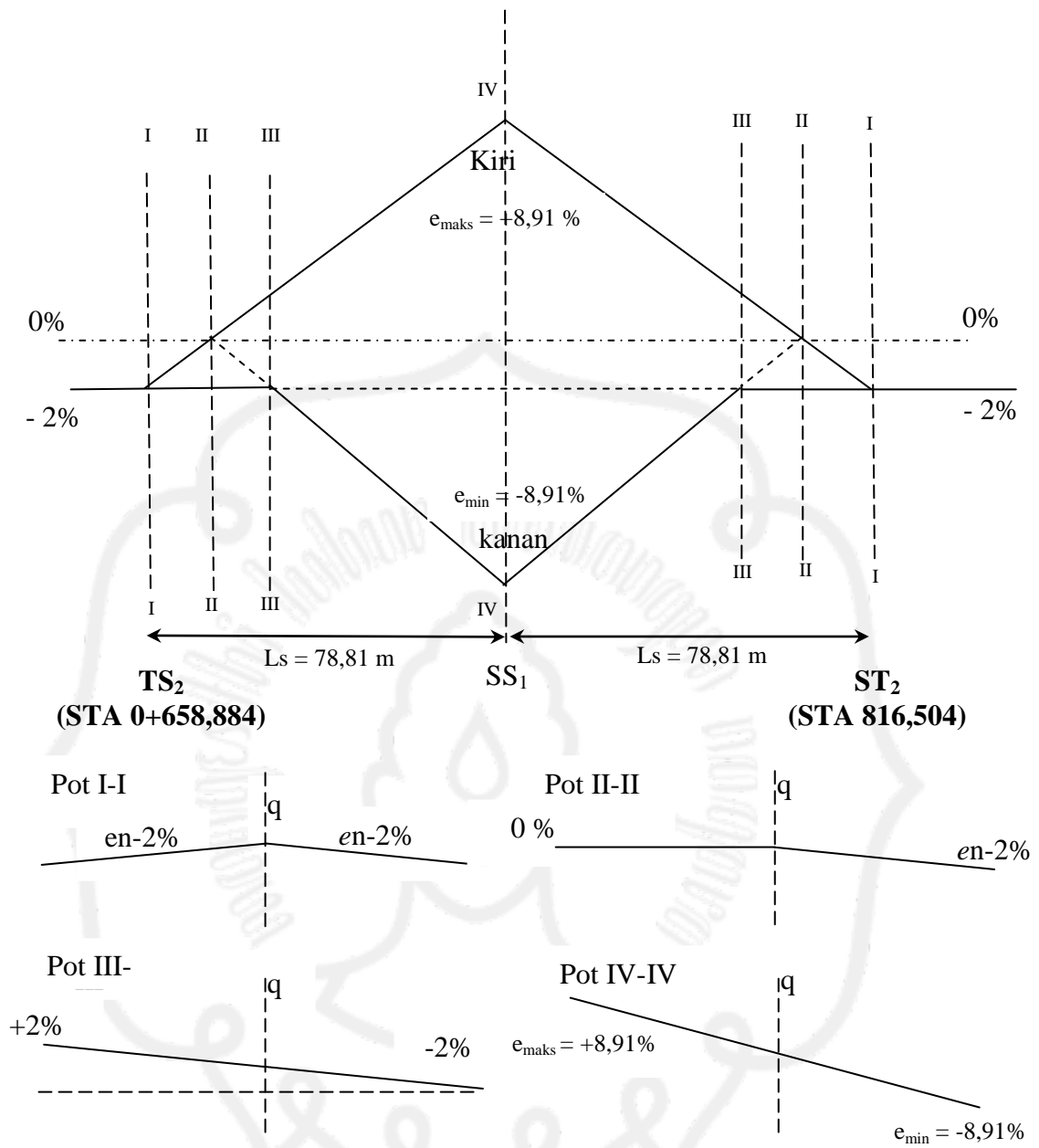
PANJANG PROYEK : 1,602464 Km

Tabel 4.11. Rekapitulasi Rencana Anggaran Biaya

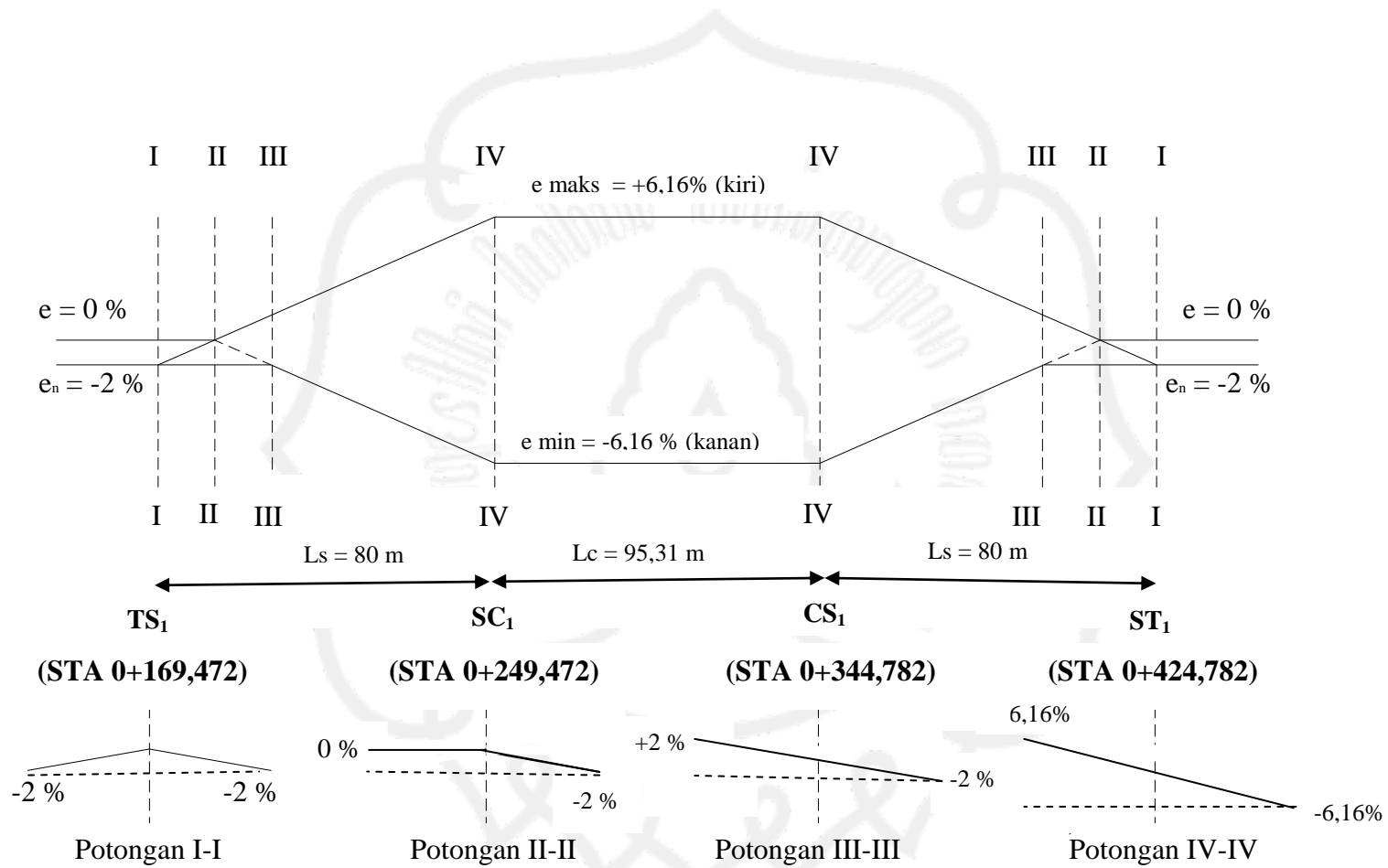
NO.	URAIAN PEKERJAAN	KODE ANALISA	VOLUME	SATUAN	HARGA SATUAN (Rp.)	JUMLAH HARGA (Rp.)	BOBOT
1	2	3	4	5	6	7 = 4 x 6	
BAB I : UMUM							
1	Pengukuran	-	1	Ls	5.000.000,00	5.000.000,00	
2	Mobilisasi dan demobilisasi	-	1	Ls	20.000.000,00	20.000.000,00	
3	Papan nama proyek	-	1	Ls	500.000,00	500.000,00	
4	Direksi Keet	-	1	Ls	1.000.000,00	1.000.000,00	
5	Administrasi dan dokumentasi	-	1	Ls	1.000.000,00	1.000.000,00	
JUMLAH BAB 1 : UMUM						27.500.000,00	
BAB II : PEKERJAAN TANAH							
1	Pembersihan semak dan pengupasan tanah	K-210	16.024,64	M2	378,889	6.071.559,825	
2	Persiapan badan jalan	EI-33	10.816,63	M2	1.878,00	20.313.631,14	
3	Galian tanah (biasa)	EI-331	27.541,95	M3	2.876,66	79.228.825,89	
4	Timbunan tanah (biasa)	EI-321	15.354,53	M3	10.603,07	162.805.156,4	
JUMLAH BAB 2 : PEKERJAAN TANAH						268.419.173,3	
BAB III : PEKERJAAN DRAINASE							
1	Galian Saluran	EI-21	4.318,899	M3	3.833,91	16.558.270,07	
2	Pasangan batu dengan mortar	EI-22	1.604,16	M3	333.400,87	534.828.339,6	
3	Plesteran	G-501	1.233,97	M2	12.931,55	15.957.144,75	
4	Siaran	EI-23	5.861,36	M2	6.552,84	38.408.554,26	
JUMLAH BAB 3 : PEKERJAAN DRAINASE						605.752.308,7	
BAB IV : PEKERJAAN DINDING PENAHAN							
1	Galian Pondasi	EI-21	706,244	M3	3.833,91	2.707.675,934	
2	Pasangan batu dengan mortar	EI-22	2.141,903	M3	333.400,87	714.112.323,7	
3	Plesteran	G-501	478,022	M2	12.931,55	6.181.565,394	
JUMLAH BAB 4 : PEKERJAAN DINDING PENAHAN						723.001.565	
BAB V : PEKERJAAN PERKERASAN							
1	Konstruksi LPB	EI-521	1.065,64	M3	131.193,23	139.804.753,6	
2	Konstruksi LPA	EI-512	2.035,13	M3	228.379,57	464.782.114,3	
3	Pekerjaan Prime Coat	EI-611	9.855,15	M2	6.754,43	64.791.993,81	
4	Pekerjaan LAPEN	EI-815	730,72	M3	866.543,644	633.200.771,5	
JUMLAH BAB 5 : PEKERJAAN PERKERASAN						1.302.579.633	
BAB VI : PEKERJAAN PELENGKAP							
1	Marka jalan	LI-841	107,752	M2	154.905,84	16.691.568,98	
2	Pekerjaan rambu jalan	LI-842	12	Buah	256.928,06	3.596.992,84	
3	Patok kilometer	LI-844	1,00	Buah	225.159,55	225.159,55	
JUMLAH BAB 6 : PEKERJAAN PELENGKAP						20.513.721,37	

REKAPITULASI

BAB I : UMUM	27.500.000,00
BAB II : PEKERJAAN TANAH	268.419.173,30
BAB III : PEKERJAAN DRAINASE	605.752.308,70
BAB IV : PEKERJAAN DINDING PENAHAN	723.001.565,00
BAB V : PEKERJAAN PERKERASAN	1.302.579.633,00
BAB VI : PEKERJAAN PELENGKAP	20.513.721,37
JUMLAH	2.947.766.401,37
PPn 10%	294.776.640,137
JUMLAH TOTAL	3.242.543.041,507
Dibulatkan = (Rp.)	3.242.543.100
TIGA MILYAR DUA RATUS EMPAT PULUH DUA JUTA LIMA RATUS EMPAT PULUH TIGA RIBU SERATUS RUPIAH	

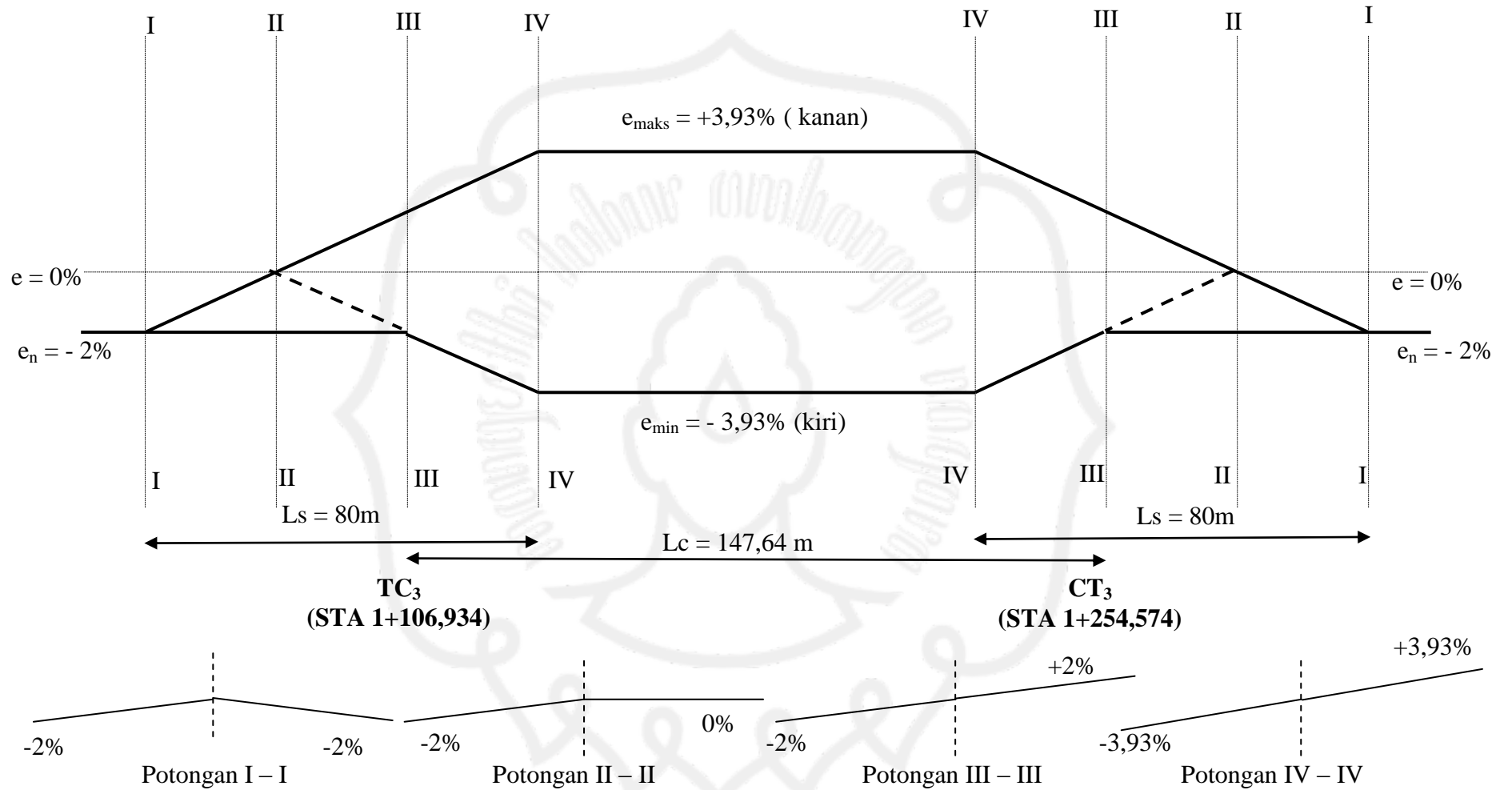


Gambar 4.4 Diagram Super Elevasi Tikungan PI_2 Jenis Tikungan Spiral - Spiral



Gambar 4.3 Diagram Superelevasi tikungan PI₁ Jenis Tikungan S-C-S





Gambar 4.5 Diagram Superelevasi Tikungan PI_3 Jenis Tikungan *Full Circle*

Tabel 4.8 Perhitungan Volume Galian Pondasi pada Dinding Penahan

Sta	jarak	KIRI					KANAN				
		H	(H/5)+0,3	(H/6)+0,3	Luas	Volume	H	(H/5)+0,3	(H/6)+0,3	Luas	Volume
0+000		0	0	0	0		0	0	0	0	
	50					3,95					2,55
0+050		0,516	0,406	0,388	0,158		0,106	0,321	0,318	0,102	
	50					7,85					5,4
0+100		0,516	0,403	0,386	0,156		0,201	0,34	0,334	0,114	
	50					18,55					16,175
0+150		2,544	0,809	0,724	0,586		2,351	0,77	0,692	0,533	
	19,472					10,048					9,142
0+169,472		2,009	0,702	0,635	0,446		1,843	0,669	0,607	0,406	
	19,607					9,078					8,078
0+189,079		2,147	0,729	0,658	0,48		1,894	0,679	0,616	0,418	
	19,609					8,579					7,187
0+208,688		1,796	0,659	0,599	0,395		1,425	0,585	0,538	0,315	
	40,784					17,843					10,767
0+249,472		1,414	0,583	0,536	0,312		0,881	0,476	0,447	0,213	
	95,31					23,78					17,251
0+344,782		0,727	0,445	0,421	0,187		0,469	0,394	0,378	0,149	
	40,784					11,134					8,605
0+385,566		1,636	0,627	0,573	0,359		1,215	0,543	0,502	0,273	
	19,608					7,471					
0+405,174		1,832	0,666	0,605	0,403		1,534	0,607	0,556	0,337	
											5,980

Bersambung ke Halaman Selanjutnya

Sta	jarak	KIRI					KANAN				
		H	(H/5)+0,3	(H/6)+0,3	Luas	Volume	H	(H/5)+0,3	(H/6)+0,3	Luas	Volume
	19,608					7,186					6,265
424,782		1,502	0,6	0,55	0,33		1,365	0,573	0,528	0,302	
	25,218					7,225					7,023
0+450		1,056	0,511	0,476	0,243		1,12	0,524	0,487	0,255	
	50					54,825					55,75
0+500		5,999	1,5	1,3	1,95		6,05	1,15	1,308	1,975	
0+600		6,342	1,568	1,357	2,128		6,494	1,599	1,382	2,21	
	50					59,25					62,7
0+650		1,050	0,51	0,475	0,242		1,345	0,569	0,524	0,298	
	8,884					1,959					2,448
0+658,884		0,798	0,46	0,433	0,199		1,111	0,522	0,485	0,253	
	14,449					2,485					3,179
0+673,333		0,446	0,389	0,374	0,145		0,726	0,445	0,421	0,187	
	14,446					1,047					2,304
0+687,779		0	0	0	0		0,344	0,369	0,357	0,132	
1+106,934		0,748	0,45	0,425	0,191		0,52	0,404	0,387	0,156	
	26,666					13,04					11,97
1+133,600		3,208	0,942	0,835	0,787		3,071	0,914	0,812	0,742	
	94,307					78,511					80,538
1+227,907		3,487	0,947	0,881	0,878		3,736	1,047	0,923	0,966	
	26,667					18,587					20,534
1+254,574		2,288	0,758	0,681	0,516		2,504	0,801	0,717	0,574	
						362,398					343,846

Volume Total Galian Pondasi pada Dinding Penahan = 362,398 + 343,846 = 406,244 m³

Tabel 4.9 Perhitungan Volume Pasangan Batu pada Dinding Penahan

Sta	jarak	l	KIRI					KANAN				
			H	(H/5)+0,3	(H/6)+0,3	Luas	Volume	H	(H/5)+0,3	(H/6)+0,3	Luas	Volume
0+000			0	0	0	0		0	0	0	0	
	50	0,25					8,175					3,3
0+050			0,516	0,406	0,388	0,327		0,106	0,321	0,318	0,132	
	50	0,25					16,175					7,625
0+100			0,516	0,403	0,386	0,32		0,201	0,34	0,334	0,173	
	50	0,25					53,625					45,325
0+150			2,544	0,809	0,724	1,825		2,351	0,77	0,692	1,64	
	19,472	0,25					30,766					27,611
0+169,472			2,009	0,702	0,635	1,335		1,843	0,669	0,607	1,196	
	19,607	0,25					27,352					23,862
0+189,079			2,147	0,729	0,658	1,455		1,894	0,679	0,616	1,238	
	19,609	0,25					25,609					20,727
0+208,688			1,796	0,659	0,599	1,157		1,425	0,585	0,538	0,876	
	40,784	0,25					41,294					28,467
0+249,472			1,414	0,583	0,536	0,868		0,881	0,476	0,447	0,52	
	95,31	0,25					61,904					38,886

Bersambung ke Halaman Selanjutnya

Sta	jarak	l	KIRI					KANAN				
			H	(H/5)+0,3	(H/6)+0,3	Luas	Volume	H	(H/5)+0,3	(H/6)+0,3	Luas	Volume
0+344,782			0,727	0,445	0,421	0,431		0,469	0,394	0,378	0,296	
	40,784	0,25					29,833					20,922
0+385,566			1,636	0,627	0,573	1,032		1,215	0,543	0,502	0,73	
	19,608	0,25					21,745					16,52
0+405,174			1,832	0,666	0,605	1,186		1,534	0,607	0,556	0,955	
	19,608	0,25					20,755					17,53
424,782			1,502	0,6	0,55	0,931		1,365	0,573	0,528	0,833	
	25,218	0,25					19,632					18,926
0+450			1,056	0,511	0,476	0,626		1,12	0,524	0,487	0,668	
	50	0,25					180,625					183,9
0+500			5,999	1,5	1,3	6,599		6,05	1,15	1,308	6,688	
0+600		0,25	6,342	1,568	1,357	7,224		6,494	1,599	1,382	7,509	
	50						196,175					208,175
0+650		0,25	1,050	0,51	0,475	0,623		1,345	0,569	0,524	0,818	
	8,884						4,864					6,57
0+658,884		0,25	0,798	0,46	0,433	0,472		1,111	0,522	0,485	0,661	
	14,449						5,462					7,889
0+673,333			0,446	0,389	0,374	0,284		0,726	0,445	0,421	0,431	

Bersambung ke Halaman Selanjutnya

Sta	jarak	l	KIRI				KANAN					
			H	(H/5)+0,3	(H/6)+0,3	Luas	Volume	H	(H/5)+0,3	(H/6)+0,3	Luas	Volume
	14,446	0,25					2,05					4,818
0+687,779			0	0	0	0		0,344	0,369	0,357	0,236	
1+106,934			0,748	0,45	0,425	0,443		0,52	0,404	0,387	0,322	
	26,666	0,25					39,599					35,932
1+133,600			3,208	0,942	0,835	2,527		3,071	0,914	0,812	2,373	
	94,307	0,25					253,544					260,759
1+227,907			3,487	0,947	0,881	2,85		3,736	1,047	0,923	3,157	
	26,667	0,25					59,081					65,894
1+254,574			2,288	0,758	0,681	1,581		2,504	0,801	0,717	1,785	
							1098,265					1043,638

Volume Total Pasangan Batu pada Dinding Penahan = $1098,265 + 1043,638 = 2141,903 \text{ m}^3$

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

1. Jenis jalan dari Wonobojo - Pelem merupakan jalan kolektor dengan spesifikasi jalan kelas III, lebar perkerasan $2 \times 3,0 \text{ m}$, dengan kecepatan rencana 80 Km/Jam , direncanakan 3 tikungan (1 tikungan Spiral - Circle - Spiral, 1 tikungan Spiral-Spiral dan 1 tikungan Circle – Circle).
 - a. Pada PI_1 dengan jari-jari lengkung rencana 250 m, sudut PI_1 sebesar $40^{\circ} 11' 55,7''$
 - b. Pada PI_2 dengan jari-jari lengkung rencana 220 m, sudut PI_2 sebesar $21^{\circ} 34' 12,2''$.
 - c. Pada PI_3 dengan jari-jari lengkung rencana 950 m, sudut PI_3 sebesar $8^{\circ} 54' 32,4''$.
2. Pada alinemen vertical jalan Wonobojo - Pelem terdapat 3 PVI .
3. Perkerasan jalan Wonobojo – Pelem menggunakan jenis perkerasan lentur berdasarkan volume LHR yang ada dengan :
 - a. Jenis bahan yang dipakai adalah :
 - 1) *Surface Course* : LAPEN (Mekanis)
 - 2) *Base Course* : Batu Pecah Kelas A (CBR 80%)
 - 3) *Sub Base Course* : Sirtu (CBR 70%)

b. Dengan perhitungan didapatkan dimensi dengan tebal dari masing-masing lapisan :

- 1) *Surface Course* : 5 cm
- 2) *Base Course* : 20 cm
- 3) *Sub Base Course* : 15 cm

4 Perencanaan jalan Wonoboyo - Pelem dengan panjang 1.602,464 m memerlukan biaya untuk pembangunan sebesar Rp. 3.081.534.500,00 dan dikerjakan selama 21 minggu.

5.2 Saran

1. Perencanaan jalan diharapkan mampu memacu pertumbuhan perekonomian di wilayah tersebut, sehingga kedepannya kesejahteraan masyarakat dapat terangkat.
2. Bagi tenaga kerja (baik tenaga ahli maupun kasar) agar memperhatikan keselamatan kerja dengan mengutamakan keselamatan jiwa mengingat medan yang begitu rumit, misal untuk pekerjaan lapangan galian dalam penggunaan alat-alat berat harus ekstra hati-hati.
3. Bagi tenaga kerja mendapat asuransi kecelakaan diri dan jaminan keselamatan dan kesehatan kerja mengingat pelaksanaan proyek adalah pekerjaan dengan resiko kecelakaan tinggi.
4. Koordinasi antar unsur-unsur proyek sebaiknya ditingkatkan agar mutu pekerjaan sesuai dengan spesifikasi yang telah ditentukan.
5. Pelaksanaan lapangan harus sesuai dengan spesifikasi teknik, gambar rencana maupun dokumen kontrak.