



TUGAS AKHIR

**PERENCANAAN ULANG GEOMETRIK DAN PERKERASAN LENTUR PADA
PAKET LOT 4 PROYEK PEMBANGUNAN JALAN BARU PLANJAN-LEGUNDI
KABUPATEN GUNUNG KIDUL DAERAH ISTIMEWA YOGYAKARTA STA 3+350
SAMPAI 4+700**

Oleh:

GALIH TRI HANGGONO

40030117060139

Diajukan Sebagai

Salah Satu Syarat Menyelesaikan Studi Program Studi Diploma III Teknik Sipil
Sekolah Vokasi Universitas Diponegoro

**PROGRAM STUDI DIPLOMA III TEKNIK SIPIL SEKOLAH VOKASI
UNIVERSITAS DIPONEGORO 2022**

HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS

Tugas Akhir ini adalah karya saya sendiri,
dan semua sumber baik yang dikutip maupun dirujuk
telah saya nyatakan dengan benar.

NAMA : GALIH TRI HANGGONO

NIM : 40030117060139

Tanda Tangan :

Tanggal :

HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI TUGAS AKHIR UNTUK KEPERLUAN AKADEMIS

Sebagai sivitas akademika Universitas Diponegoro, saya yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : GALIH TRI HANGGONO
NIM : 40030117060139
Jurusan/Program Studi : Diploma III Teknik Sipil
Departemen : Pendidikan Nasional
Fakultas : Sekolah Vokasi
Jenis Karya : Tugas Akhir

Demi pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada Universitas Diponegoro **Hak Bebas Royalti Noneksekutif** (*Non-Executive Royalty Free Right*) atas karya ilmiah saya yang berjudul:

**PERENCANAAN ULANG GEOMETRIK DAN PERKERASAN LENTUR PADA
PAKET LOT 4 PROYEK PEMBANGUNAN JALAN BARU PLANJAN-LEGUNDI
KABUPATEN GUNUNG KIDUL DAERAH ISTIMEWA YOGYAKARTA STA 3+350
SAMPAI 4+700**

Beserta perangkat yang ada (jika diperlukan). Dengan Hak Bebas Royalti/noneksekutif ini Universitas Diponegoro berhak menyimpan, mengalihmedia/memformat, mengelola dalam bentuk pangkalan data (*database*), merawat dan mempublikasikan tugas akhir saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan sebagai pemilik hak cipta.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Dibuat di :

Pada Tanggal :

Yang menyatakan

Galih Tri Hanggono

40030117060139

HALAMAN PENGESAHAN



TUGAS AKHIR

**PERENCANAAN ULANG GEOMETRIK DAN PERKERASAN LENTUR PADA
PAKET LOT 4 PROYEK PEMBANGUNAN JALAN BARU PLANJAN-LEGUNDI
KABUPATEN GUNUNG KIDUL DAERAH ISTIMEWA YOGYAKARTA STA 3+350
SAMPAI 4+700**

Tugas Akhir ini telah diperiksa dan disahkan pada,

Hari :

Tanggal :

Disusun oleh :

Galih Tri Hanggono

40030117060139

Dosen Pembimbing,

Asri Nurdiana, ST, MT.
NIP. 198512092012122001

Mengetahui,

Ketua Program Studi Diploma III Teknik Sipil SV UNDIP

Asri Nurdiana, ST, MT.
NIP. 198512092012122001

KATA PENGANTAR

Puji syukur, penulis ucapkan kepada Tuhan Yang Maha Esa atas segala berkat dan hikmat-Nya dalam penyusunan Tugas Akhir, sehingga dapat terselesaikan.

Tugas Akhir dengan judul **“PERENCANAAN ULANG GEOMETRIK DAN PERKERASAN LENTUR PADA PAKET LOT 4 PROYEK PEMBANGUNAN JALAN BARU PLANJAN-LEGUNDI KABUPATEN GUNUNG KIDUL DAERAH ISTIMEWA YOGYAKARTA STA 3+350 SAMPAI 4+700 ”** disusun guna melengkapi dan memenuhi persyaratan kelulusan pendidikan pada Program Studi Diploma III Teknik Sipil Sekolah Vokasi Universitas Diponegoro Semarang.

Penulis menyadari sepenuhnya bahwa tugas akhir ini tidak akan selesai tanpa bantuan dan dorongan dari berbagai pihak. Pada kesempatan ini penyusun menyampaikan terima kasih atas bantuannya kepada:

1. Tuhan Yang Maha Esa. yang telah memberikan rahmat dan hidayah-Nya serta kelancaran kepada penulis, sehingga penulis dapat menyelesaikan tugas akhir ini.
2. Kedua orang tua, yang selama ini telah membiayai juga memenuhi semua kebutuhan penulis dan memberikan dorongan serta doanya kepada penulis, sehingga penyusunan tugas akhir ini dapat selesai.
3. Ibu Dr. Ida Hayu Dwimawanti, M. M, selaku Wakil Dekan I Sekolah Vokasi Universitas Diponegoro.
4. Ibu Asri Nurdiana, S.T, M.T., selaku Ketua Program Studi Diploma III Teknik Sipil Sekolah Vokasi Universitas Diponegoro.
5. Bapak Sutanto S.T, M.T., Selaku Dosen Wali.

6. Ibu Asri Nurdiana, S.T. M.T., selaku Dosen Pembimbing laporan magang pada Program Studi Diploma III Teknik Sipil Sekolah Vokasi Universitas Diponegoro.
7. Semua Dosen yang ada pada Program Studi Diploma III Teknik Sipil Sekolah Vokasi Universitas Diponegoro.
8. Teman – teman D III Teknik Sipil angkatan 2017, terima kasih banyak atas do’a dan dukungannya selama ini.
9. Serta semua pihak yang secara langsung maupun tidak langsung telah membantu penulis dalam menyusun tugas akhir ini.

Penulis menyadari akan ketidaksempurnaan maupun kekurangan dalam penyusunan Tugas Akhir ini. Oleh karena itu, penulis mengharapkan saran dan kritik yang membangun guna kesempurnaan tugas akhir ini. Penulis berharap semoga Tugas Akhir ini dapat bermanfaat bagi insan teknik sipil khususnya dan semua pihak pada umumnya.

Semarang, 22 September 2022

Penyusun

HALAMAN MOTTO

Ad maiorem Dei gloriam

“Untuk Keagungan Allah Yang Lebih Besar”

QS Al Baqarah Ayat 286

“Allah tidak membebani seseorang itu melainkan sesuai dengan kesanggupannya,”

QS Ath-Thalaq Ayat 2-3

“Barang siapa bertakwa kepada Allah maka Dia akan menjadikan jalan keluar baginya, dan memberinya rezeki dari jalan yang tidak ia sangka, dan barang siapa yang bertawakal kepada Allah maka cukuplah Allah baginya, Sesungguhnya Allah melaksanakan kehendak-Nya, Dia telah menjadikan untuk setiap sesuatu kadarnya,”

QS Al Insyirah 5

"Maka sesungguhnya bersama kesulitan itu ada kemudahan."

"Allah bersama orang yang sabar"

HALAMAN PERSEMBAHAN

Tugas Akhir ini kupersembahkan untuk:

- Allah SWT yang telah memberikan kehidupan untuk saya. Puji dan syukur atas segala rahmat dan karunia-Nya, serta jawaban atas doa-doa dan usaha saya selama ini.
- Allah SWT, sebagai Guru terbaik dan atas berkat dan pimpinan-Nya selama proses pembuatan Tugas Akhir ini.
- Ibu Asri Nurdiana, S.T. M.T., selaku Dosen Pembimbing laporan magang yang telah membantu saya dalam mengerjakan Tugas Akhir ini.
- Bapak Sutanto S.T, M.T., selaku Dosen wali yang telah membantu saya dalam mengerjakan Tugas Akhir ini.
- Seluruh Dosen pengampu dan staf Administrasi DIII Teknik Sipil.
- Terimakasih kepada Bapak Suharto dan Ibu Sugiyati selaku orang tua saya, Atein Ramadiana, Hady Ary Wibowo, Dwi Suryani, Deddy Tri Setiawan, Wahyu Catur Nugroho selaku saudara saya serta semua keluarga besar saya yang selalu mendukung secara moral, spiritual dan materi, dan selalu memberikan dukungan semangat setiap saat kepada penyusun.
- Terimakasih kepada Wegig Hasan R, Bayu Prakoso, Muhammad Rian S, Risa Ayu A, Renata Sanda H yang telah membantu dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini, serta menemani pengerjaan Tugas Akhir ini. Dan selalu memberikan dukungan semangat setiap saat kepada penyusun.

- Terimakasih kepada yang telah memberi semangat dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini.
- Teman – teman D III Teknik Sipil angkatan 2017. Terima kasih atas do'a dan dukungannya selama ini.
- Terima kasih untuk para senior yang telah memberikan saran masukannya dan referensi.
- Semua pihak yang telah banyak membantu, baik secara moral maupun materi, yang tidak dapat disebutkan satu persatu.
- Almamaterku tercinta Universitas Diponegoro.

DAFTAR ISI

TUGAS AKHIR.....	i
HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS	ii
HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI.....	iii
TUGAS AKHIR UNTUK KEPERLUAN AKADEMIS.....	iii
HALAMAN PENGESAHAN	iv
KATA PENGANTAR	v
HALAMAN MOTTO.....	vii
HALAMAN PERSEMBAHAN	viii
DAFTAR ISI.....	x
DAFTAR GAMBAR	xiv
DAFTAR TABEL.....	xv
BAB I.....	1
PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Tujuan	2
1.3 Pembatasan Masalah	2

BAB II.....	3
DASAR TEORI	3
2.1 Klasifikasi Jalan (Martakim, 1997)	3
2.2 Kecepatan Rencana (Martakim, 1997)	4
2.3 Bagian-Bagian Jalan (DAMAJA) (Martakim, 1997)	4
2.4 Alinemen Horisontal (Martakim, 1997)	5
2.4.1 Panjang Bagian Lurus (Martakim, 1997)	5
2.4.2 Tikungan (Martakim, 1997)	5
2.4.3 Diagram Superelevasi (Martakim, 1997)	13
2.4.4 Jarak Pandang (Martakim, 1997)	17
2.4.5 Daerah Bebas Samping di Tikungan	21
2.4.6 Pelebaran Perkerasan (Martakim, 1997)	23
2.4.7 Kontrol Overlapping (Martakim, 1997)	24
2.4.8 Perhitungan Stationing (Martakim, 1997)	25
2.5 Alinemen Vertikal (Martakim, 1997)	27
2.6 Perencanaan Pekerjaan Lentur (Departemen Pekerjaan Umum, 1987)	31
2.6.1 Lalu Lintas (Departemen Pekerjaan Umum, 1987)	31
2.6.2 Koefisien Distribusi Kendaraan (Departemen Pekerjaan Umum, 1987)	33
2.6.3 Angka Ekuivalen (E) Beban Sumbu Kendaraan	33
2.6.4 Daya Dukung Tanah Dasar (DDT dan CBR) (Departemen Pekerjaan Umum, 1987)	35
2.6.5 Faktor Regional (FR) (Departemen Pekerjaan Umum, 1987)	35
2.6.6 Indeks Permukaan (IP) (Departemen Pekerjaan Umum, 1987)	36
2.6.7 Koefisien kekuatan relative (a) (Departemen Pekerjaan Umum, 1987)	38
2.6.8 Batas-Batas minimum tebal perkerasan (Departemen Pekerjaan Umum, 1987)	40
2.6.9 Analisa Komponen Perkerasan (Departemen Pekerjaan Umum, 1987)	43
2.7 Rencana Anggaran Biaya (RAB) (Martakim, 1997)	44

BAB III	47
METODE PENULISAN.....	47
3.1 Sistematika Penulisan	47
3.2 Dasar dan Diagram Alir Peninjauan Ulang.....	48
3.3 Langkah – Langkah Perencanaan Ulang	50
3.3.1 Metode Pengumpulan Data.....	50
3.3.2 Sumber Data.....	51
3.4 Metode Penyusunan dan Analisa Data.....	51
BAB IV	53
PERHITUNGAN GEOMETRI JALAN DAN TEBAL PERKERASAN	53
4.1 Penetapan Trace Jalan.....	53
4.1.1 Gambar Koordinat Jalan	53
4.1.2 Perhitungan Azimuth	54
4.1.3 Pehitungan Jarak PI	55
4.2 Pehitungan Alinyemen vertikal.....	59
4.2.1 Pehitungan Kelandaian Memanjang.....	60
4.2.2 Perhitungan Lengkung Cekung.....	61
4.2.3 Perhitungan Lengkung Cembung.....	61
4.2.4 Stationing Alinyemen Vertikal.....	62
4.3 Pehitungan Alinemen Horisontal	64
4.3.1 Tikungan PI_1.....	64
4.3.2 Tikungan PI_2.....	69
4.3.3 Tikungan PI_3.....	73
4.3.4 Tikungan PI_4.....	77
4.3.5 Pehitungan Stationing.....	82

4.4 Perhitungan Tebal Perkerasan Lentur	86
4.4.1 Analisa Hasil Data Volume Lalu Lintas Rencana	86
4.5 Data Perencanaan Tebal Perkerasan	88
4.6 CBR Desain Tanah Dasar	89
4.7 Penetapan Tebal Perkerasan.....	94
4.7.1 Perhitungan ITP (Indeks Tebal Perkerasan.....	94
4.7.2 Penentuan Indeks Permukaan (IP).....	96
4.7.3 Mencari Harga Indeks Tebal Perkerasan (ITP)	97
BAB V	99
PENUTUP.....	99
5.1 Kesimpulan	99
5.2 Saran.....	99
DAFTAR PUSTAKA	100
LAMPIRAN.....	101

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2 1 Lengkung Full Circle	9
Gambar 2 2 Lengkung Spiral-Circle-Spiral	11
Gambar 2 3 Lengkung Spiral-Spiral	13
Gambar 2 4 Superelevasi	14
Gambar 2 5 Diagram Super Elevasi Full Circle	14
Gambar 2 6 Diagram super elevasi Spiral-Circle-Spiral	16
Gambar 2 7 Diagram Superelevasi Spiral-Spiral.....	17
Gambar 2 8 Jarak pandangan pada lengkung horizontal untuk J_h	21
Gambar 2 9 Jarak pandangan pada lengkung horizontal	22
Gambar 2 10 Pelebaran Perkerasan Pada Tikungan	23
Gambar 2 11 Kontrol Over Lapping	25
Gambar 2 12 Stationing	26
Gambar 2 13 Lengkung Vertikal Cembung.....	28
Gambar 2 14 Lengkung Vertikal Cekung.....	29
Gambar 2 15 Susunan Lapis Konstruksi Perkerasan Lentur	31
Gambar 2 16 Korelasi DDT dan CBR	35
Gambar 4 1 Peta Topografi.....	53
Gambar 4 2 Potongan Memanjang	59
Gambar 4 3 Penentuan CBR Desain 90%.....	90
Gambar 4 4 Korelasi DDT dan CBR	94
Gambar 4 5 Mencari Harga Indeks Tebal Perkerasan (ITP).....	97
Gambar 4 6 CBR Tanah Dasar 7%	98

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Ketentuan Klasifikasi Fungsi , Kelas Beban, Medan	3
Tabel 2. 2 Kecepatan Rencana (V_r)	4
Tabel 2. 3 Panjang Bagian Lurus Maksimum	5
Tabel 2. 4 Panjang jari-jari minimum (dibulatkan) untuk $e_{maks} = 10\%$	7
Tabel 2. 5 Jari-jari tikungan yang tidak memerlukan lengkung peralihan	10
Tabel 2. 6 Jarak Pandang Mendahului	20
Tabel 2. 7 Panjang Jarak pandang mendahului berdasarkan V_r	21
Tabel 2. 8 Kelandaian Maksimum yang diijinkan	30
Tabel 2. 9 Panjang Kritis (m)	31
Tabel 2. 10 Koefisien Distribusi Kendaraan	33
Tabel 2. 11 Angka Ekuivalen (E) Sumbu Kendaraan	34
Tabel 2. 12 Prosentase kendaraan berat dan yang berhenti serta iklim	36
Tabel 2. 13 Indeks permukaan Pada Akhir Umur Rencana (IPT)	37
Tabel 2. 14 Indeks Permukaan Pada Awal Umur Rencana (IPo)	37
Tabel 2. 15 Koefisien Kekuatan Relatif	38
Tabel 2. 16 Lapis permukaan	40
Tabel 2. 17 Lapis Pondasi atas	41
Tabel 2. 18 Penentuan lebar jalur dan bahu	45
Tabel 4 1 Rekapitulasi Panjang Jarak Trase	58
Tabel 4 2 Alinyemen Vertikal	59
Tabel 4 3 Tabel Perhitungan Kelandaian Memanjang	60
Tabel 4 4 Perhitungan Lengkung Cekung	61
Tabel 4 5 Perhitungan Lengkung Cembung	61
Tabel 4 6 Stationing Alinyemen Vertikal	62

Tabel 4 7 Jumlah Kendaraan Di Daerah Istimewa Yogyakarta.....	86
Tabel 4 8 Jumlah Sumbu Kendaraan Niaga Harian (JSKNH).....	87
Tabel 4 9 CBR Tanah Dasar	89
Tabel 4 10 Penentuan CBR Desain.....	89
Tabel 4 11 Nilai LHR_s , LHR_p , $LHRA$	90
Tabel 4 12 Angka Ekvivalen pada masing-masing jenis kendaraan.....	91
Tabel 4 13 Koefisien Distribusi Kendaraan (c)	92
Tabel 4 14 Nilai LEP , LEA , LET , LER	93
Tabel 4 15 Nilai Faktor Regional (FR)	95
Tabel 4 16 Indeks Permukaan Pada Awal Umur Rencana (IP_o)	96
Tabel 4 17 Indeks Permukaan Pada Akhir Umur Rencana (IP_t)	96

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Pertumbuhan perekonomian wilayah Daerah Istimewa Yogyakarta yang semakin tinggi harus dibarengi dengan ketersediaan akses penunjang yang memadai. Untuk itu pemerintah membuat program pembangunan Paket Lot 4 Jalan Baru Nasional Legundi – Planjan Kabupaten Gunung Kidul Daerah Istimewa Yogyakarta. Pembangunan jalan baru nasional memiliki total panjang 4,7 km.

Paket Lot 4 Legundi - Planjan merupakan Proyek Strategis Nasional (PSN) yang berada di Kabupaten Gunung Kidul, Propinsi Daerah Istimewa Yogyakarta. Proyek ini akan mendukung percepatan pembangunan di Wilayah Kab. Gunung Kidul pada Khususnya dan Wilayah D.I. Yogyakarta pada Umumnya serta memperlancar distribusi barang dan jasa di kawasan potensial Daerah Istimewa Yogyakarta sebagai Pusat Kawasan Strategis Nasional (PKSN) dan Wilayah Pengembangan Strategis (WPS).

Jalan merupakan salah satu prasarana transportasi darat yang berfungsi untuk melayani pergerakan/perpindahan/distribusi barang dan jasa. Jalan dikatakan baik jika direncanakan sedemikian rupa sehingga unsur keselamatan dan kenyamanan pemakai jalan dapat terjamin dengan baik. Setiap daerah memiliki kondisi wilayah dan karakteristik masing-masing yang dapat membedakan kebutuhan pembangunan jalan antara daerah yang satu dengan daerah yang lain. Oleh sebab itu setiap akan melakukan pembangunan jalan perlu terlebih dahulu dilakukan studi yang berkaitan dengan rencana pembangunan jalan serta memperhatikan dasar-dasar pertimbangan yang mempengaruhi perencanaan jalan agar dapat mengantisipasi dampak yang timbul

akibat adanya pembangunan jalan. Hal ini yang melandasi penulis membuat judul
“Perencanaan Geometrik dan Perkerasan Lentur Proyek Paket Lot 4 Jalan Baru Nasional Legundi Planjan Kabupaten Gunung Kidul Daerah Istimewa Yogyakarta STA 3+350 sampai STA 4+700.”

1.2 Tujuan

Tujuan penulisan tugas akhir ini :

1. Meninjau ulang perencanaan Alinyemen Horizontal pada Proyek Paket Lot 4 Jalan Baru Nasional Legundi Planjan Kabupaten Gunung Kidul Daerah Istimewa Yogyakarta STA 3+350 sampai STA 4+700.
2. Meninjau ulang perencanaan Alinyemen Vertikal pada Proyek Paket Lot 4 Jalan Baru Nasional Legundi Planjan Kabupaten Gunung Kidul Daerah Istimewa Yogyakarta STA 3+350 sampai STA 4+700.
3. Meninjau ulang perencanaan Lapis Perkerasan pada Proyek Paket Lot 4 Jalan Baru Nasional Legundi Planjan Kabupaten Gunung Kidul Daerah Istimewa Yogyakarta STA 3+350 sampai STA 4+700.

1.3 Pembatasan Masalah

Permasalahan yang akan dibahas dalam Tugas Akhir ini meliputi perencanaan ulang *Main Road* STA sampai pada Paket Lot 4 Jalan Baru Nasional Jerukwudel – Baran – Duwet Kabupaten Gunung Kidul Daerah Istimewa Yogyakarta:

1. Perencanaan Geometrik Jalan
2. Perhitungan Lapis Perkerasan Lentur

BAB II

DASAR TEORI

2.1 Klasifikasi Jalan (Martakim, 1997)

Klasifikasi menurut fungsi jalan terbagi atas :

- 1) Jalan Arteri
- 2) Jalan Kolektor
- 3) Jalan Lokal

Klasifikasi jalan di Indonesia menurut Bina Marga dalam Tata Cara Perencanaan Geometrik Jalan Antar Kota (TPGJAK) No 038/T/BM/1997, disusun pada tabel berikut:

Tabel 2. 1 Ketentuan Klasifikasi Fungsi , Kelas Beban, Medan

Sumber : (Martakim, 1997)

FUNGSI JALAN	ARTERI			KOLEKTOR			LOKAL		
KELAS JALAN	I	II	IIIA	IIIA	IIIB		IIIC		
Muatan Sumbu Terberat , (ton)	>10	10	8	8	8		Tisak ditentukan		
TIPE MEDAN	D	B	G	D	B	G	D	B	G
Kemiringan Medan (%)	<3	3-25	>25	<3	3-25	<25	<3	3-25	>25

Klasifikasi menurut wewenang pembinaan jalan (Administratif) sesuai PP. No. 26 / 198:

Jalan Nasional, Jalan Propinsi, Jalan Kabupaten/Kotamadya, Jalan Desa dan Jalan Khusus

Keterangan : Datar (D), Perbukitan (B) dan Pegunungan (G)

2.2 Kecepatan Rencana (Martakim, 1997)

Kecepatan rencana (V_r) sesuai klasifikasi fungsi dan klasifikasi medan

Tabel 2. 2 Kecepatan Rencana (V_r)

Sumber : (Martakim, 1997)

Fungsi	Kecepatan Rencana, V_r , km/jam		
	Datar	Bukit	pegunungan
Arteri	70-120	60-80	40-70
Kolektor	60-90	50-60	30-50
Lokal	40-70	30-50	20-30

2.3 Bagian-Bagian Jalan (DAMAJA) (Martakim, 1997)

1. Daerah Manfaat Jalan

- Lebar antara batas ambang pengaman konstruksi jalan di kedua sisi jalan
- Tinggi 5 meter diatas permukaan perkerasan pada sumbu jalan
- Kedalaman ruang bebas 1,5 m di bawah muka jalan

2. Daerah Milik Jalan (DAMIJA)

Ruang daerah milik jalan (DAMIJA) dibatasi oleh lebar yang sama dengan DAMAJA ditambah ambang pengaman konstruksi jalan dengan tinggi 5 m dan kedalaman 1,5 m.

3. Daerah pengawasan Jalan (DAWASJA)

Ruang sepanjang jalan di luar DAMIJA yang dibatasi oleh tinggi dan lebar tertentu, diukur dari sumbu sesuai dengan fungsi jalan:

- Jalan Arteri minimum 20 meter
- Jalan Kolektor minimum 15 meter
- Jalan Lokal minimum 10 meter

2.4 Alinemen Horisontal (Martakim, 1997)

Pada perencanaan alinemen horisontal akan ditemui dua bagian jalan yaitu bagian lurus dan bagian lengkung atau umum atau biasa disebut tikungan yang terdiri dari 3 jenis tikungan yang dapat digunakan yaitu :

- Lingkaran (Full Circle=F-C)
- Spiral-Lingkaran-Spiral (Spiral-Circle-Spiral=S-C-S)
- Spiral-Spiral (S-S)

2.4.1 Panjang Bagian Lurus (Martakim, 1997)

Panjang maksimum bagian lurus harus dapat ditempuh dalam waktu $\leq 2,5$ menit (Sesuai V_r), dengan pertimbangan keselamatan pengemudi akibat dari kelelahan.

Tabel 2. 3 Panjang Bagian Lurus Maksimum

Sumber : (Martakim, 1997)

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

2.4.2 Tikungan (Martakim, 1997)

a) Jari-Jari Tikungan Maksimum

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).

Rumus perhitungan lengkung horisontal dari buku TPGJAK:

$$R_{min} = \frac{V_r^2}{127 \times (e+f)} \dots\dots\dots (1)$$

$$R_{min} = \frac{1432,4}{R_d} \dots\dots\dots (2)$$

Keterangan :

Rd : Jari-jari lengkung (m)

Dd : Derajat lengkung (o)

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

$$f_{mak} = 0,192 - (0.00065 \times V_r) \dots\dots\dots (3)$$

$$R_{min} = \frac{V_r^2}{127 \times (e_{maks} + f_{maks})} \dots\dots\dots (4)$$

$$D_{maks} = \frac{181913,53(e_{maks} + f_{maks})}{V_r^2} \dots\dots\dots (5)$$

Keterangan :

Rmin : Jari-jari tikungan minimum, (m)

Vr : Kecepatan kendaraan rencana, (km/jam)

emaks : Superelevasi maksimum, (%)

fmaks : Koefisien gesekan melintang maksimum

Dd : Derajat lengkung (°)

Tabel 2. 4 Panjang jari-jari minimum (dibulatkan) untuk $e_{maks} = 10\%$

Sumber : (Martakim, 1997)

VR(km/jam)	1	1	9	8	6	5	4	3	2
	2	0	0	0	0	0	0	0	0
	0	0							
Rmin (m)	6	3	2	2	1	8	5	3	1
	0	7	8	1	1	0	0	0	5
	0	0	0	0	5				

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

80 – 112 km/jam berlaku $f_{maks} = - 0,00125 V + 0,24$

b) Lengkung Peralihan (LS)

Dengan adanya lengkung peralihan, maka tikungan menggunakan jenis S-C-S. panjang lengkung peralihan (Ls), 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 :

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

2. Berdasarkan antisipasi gaya sentrifugal, digunakan rumus Modifikasi

Shortt:

$$L_s = 0,022 \times \frac{V_r^3}{R_d \times c} - 2,727 \times \frac{V_r \times e_d}{c} \dots \dots \dots (7)$$

3. Berdasarkan tingkat pencapaian perubahan kelandaian

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

4. Sedangkan Rumus Bina Marga

$$L_s = \frac{w}{2} \times (e_n + e_{tjd}) \times m \dots \dots \dots (9)$$

Keterangan:

T = Waktu tempuh = 3 detik

R_d = Jari-jari busur lingkaran (m)

C = Perubahan percepatan 0,3-1,0 disarankan 0,4 m/det²

r_e = Tingkat pencapaian perubahan kelandaian melintang jalan, sebagai berikut:

Untuk $V_r \leq 70$ km/jam Untuk $V_r \geq 80$ km/jam

r_{e mak} = 0,035 m/m/det

r_{e mak} = 0,025 m/m/det

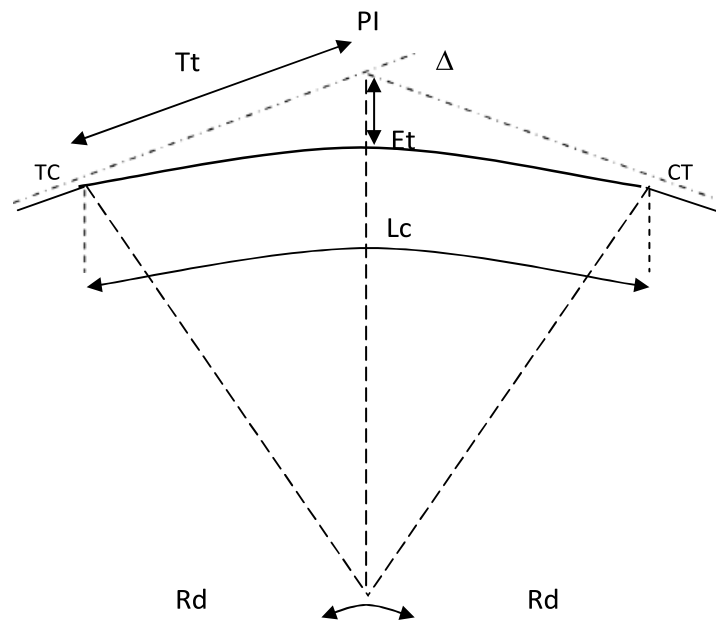
e = Superelevasi

e_m = Superelevasi Maksimum

e_n = Superelevasi Normal

- c) Jenis Tikungan dan Diagram Superelevasi

1. Bentuk busur lingkaran Full Circle (F-C)



Gambar 2 1 Lengkung Full Circle

Sumber : (Martakim, 1997)

Keterangan :

Δ = Sudut Tikungan

O = Titik Pusat Tikungan

TC = Tangen to Circle

CT = Circle to Tangen

R_d = Jari-jari busur lingkaran

T_t = Panjang tangen (jarak dari TC ke PI atau PI ke TC)

L_c = Panjang Busur Lingkaran

E_c = 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. 5 Jari-jari tikungan yang tidak memerlukan lengkung peralihan

Sumber : (Martakim, 1997)

Vr (km/jam)	120	100	80	60	50	40	30	20
Rmin	2500	1500	900	500	350	250	130	60

$$T_c = R_c \tan \frac{1}{2} \Delta \dots\dots\dots$$

(10)

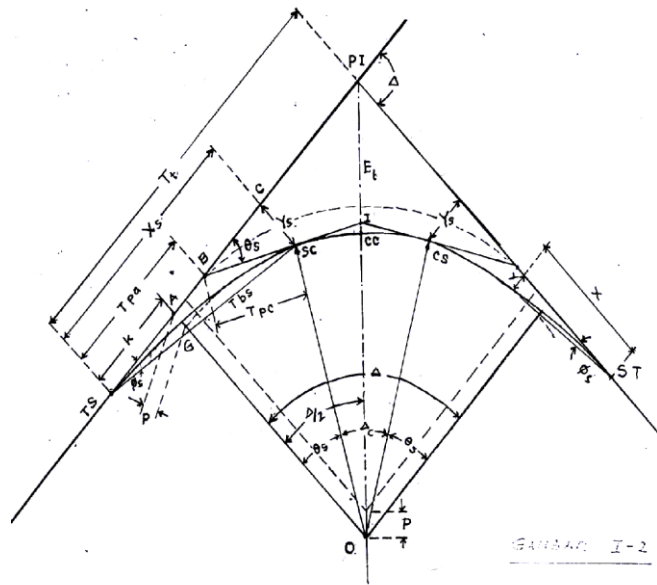
$$E_c = T_c \tan \frac{1}{4} \Delta \dots\dots\dots$$

(11)

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

(12)

2. Tikungan Spiral-Circle-Spiral (S-C-S)



Gambar 2 2 Lengkung Spiral-Circle-Spiral

Sumber : (Martakim, 1997)

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_s = Panjang tangen dari titik PI ke titik TS atau ke titik ST

TS = Titik dari tangen ke spiral

SC = Titik dari spiral ke lingkaran

E_s = Jarak dari PI ke busur lingkaran

θ_s = Sudut lengkung spiral

R_d = Jari-jari lingkaran

p = Pergeseran tangen terhadap spiral

k = Absis dari p pada garis tangen spiral

Rumus-rumus yang digunakan :

$$- \theta_s = \frac{L_s \times 360}{2 \times R_d \times 2\pi} \dots\dots\dots (13)$$

$$- \Delta c = \Delta PI - (2 \times \theta_s) \dots\dots\dots (14)$$

$$- X_s = L_s \times (1 - \frac{L_s^2}{40 \times R_d^2}) \dots\dots\dots (15)$$

$$- Y_s = \frac{L_s^2}{6 \times R_d} \dots\dots\dots (16)$$

$$- P = Y_s - R_d \times (1 - \cos \theta_s) \dots\dots\dots (17)$$

$$- K = X_s - R_d \times \sin \theta_s \dots\dots\dots (18)$$

$$- E_t = \frac{R_d + p}{\cos(\frac{1}{2}\Delta)} - R_r \dots\dots\dots (19)$$

$$- T_t = (R_d + p) \times \tan(\frac{1}{2} \Delta PI) + K \dots\dots\dots (20)$$

$$- L_c = \frac{\Delta c \times \pi \times R_d}{180} \dots\dots\dots (21)$$

$$- L_{tot} = L_c + (2 \times L_s) \dots\dots\dots (22)$$

Jika P yang dihitung dengan rumus di bawah, maka ketentuan tikungan yang digunakan bentuk S-C-S.

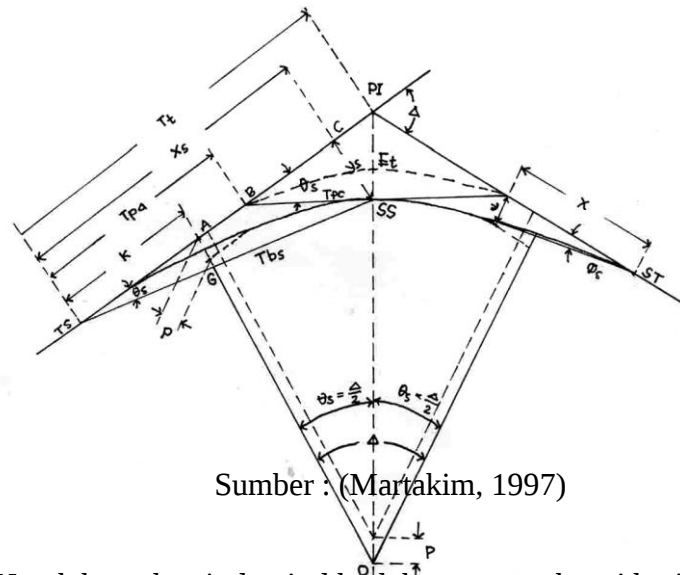
$$P = \frac{L_s^2}{24 R_d} < 0,25 \text{ m} \dots\dots\dots (23)$$

Untuk $L_s = 1,0 \text{ m}$ maka $p = p'$ dan $k = k'$

Untuk $L_s = L_s$ maka $P = p' \times L_s$ dan $k = k' \times L_s$

3. Tikungan Spiral-Spiral (S-S)

Tikungan yang disertai lengkung peralihan.



Sumber : (Martakim, 1997)

Untuk bentuk spiral-spiral berlaku rumus sebagai berikut:

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

Gambar 2 3 Lengkung Spiral-Spiral

(24)

$$L_{tot} = 2 \times L_s \dots\dots\dots$$

(25)

Untuk menentukan θ_s rumus sama dengan lengkung peralihan.

$$L_c = \frac{\Delta c \times \pi \times R_d}{90} \dots\dots\dots$$

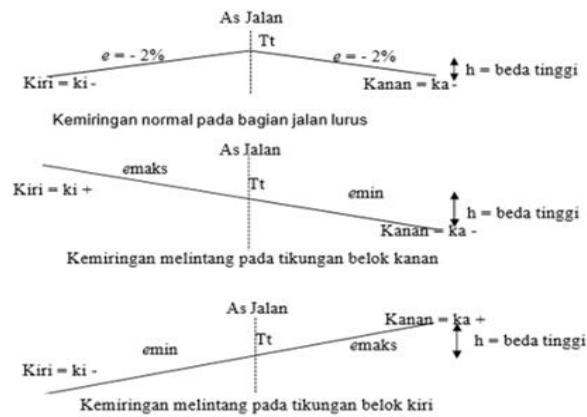
(26)

P, K, Ts, dan Es rumus sama dengan lengkung peralihan.

2.4.3 Diagram Superelevasi (Martakim, 1997)

Super elevasi adalah kemiringan melintang jalan pada daerah tikungan. Untuk bagian jalan lurus, jalan mempunyai kemiringan melintang yang biasa disebut lereng normal atau Normal Trawn yaitu diambil minimum 2 % baik sebelah kiri maupun sebelah kanan AS jalan. Hal ini dipergunakan untuk system drainase aktif. Harga elevasi (e) yang menyebabkan kenaikan elevasi terhadap

sumbu jalan di beri tanda (+) dan yang menyebabkan penurunan elevasi terhadap jalan di beri tanda (-).

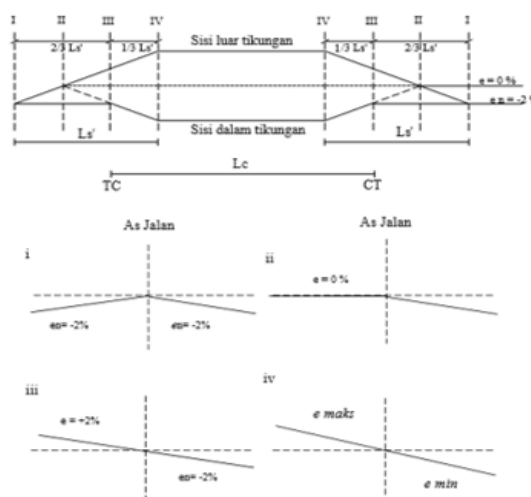


Gambar 2 4 Superelevasi

Sumber : (Martakim, 1997)

Sedangkan yang dimaksud diagram super elevasi adalah suatu cara untuk menggambarkan pencapaian super elevasi dan lereng normal ke kemiringan melintang (Super Elevasi). Diagram super elevasi pada ketinggian bentuknya tergantung dari bentuk lengkung yang bersangkutan.

a) Diagram super elevasi Full-Circle menurut Bina Marga



Gambar 2 5 Diagram Super Elevasi Full Circle

Sumber : (Martakim, 1997)

Ls pada tikungan Full-Circle ini sebagai Ls bayangan yaitu untuk perubahan kemiringan secara berangsur-angsur dari kemiringan normal ke maksimum atau minimum.

$$L_s = \frac{W}{2} \times m \times (e_n + e_d) \dots\dots\dots (27)$$

Keterangan : Ls = Lengkung peralihan.

W = Lebar perkerasan.

m = Jarak pandang.

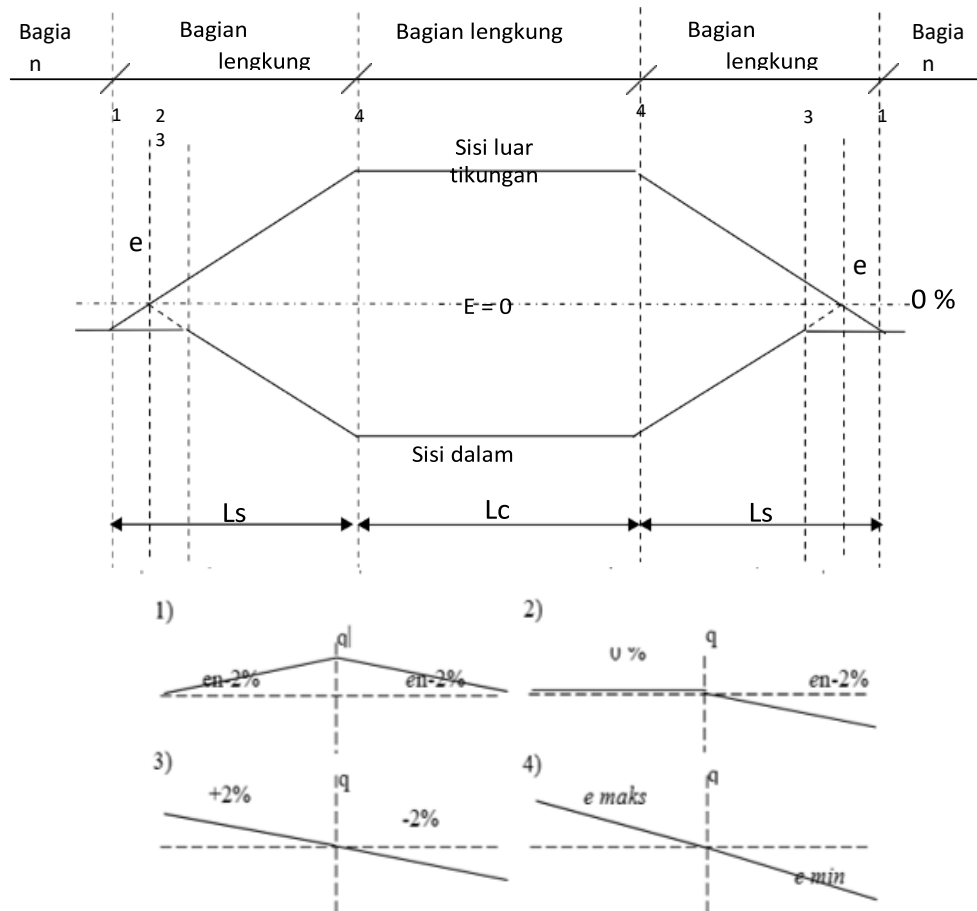
e_n = Kemiringan normal.

e_d = Kemiringan maksimum.

Kemiringan lengkung di role, pada daerah tangen tidak mengalami kemiringan

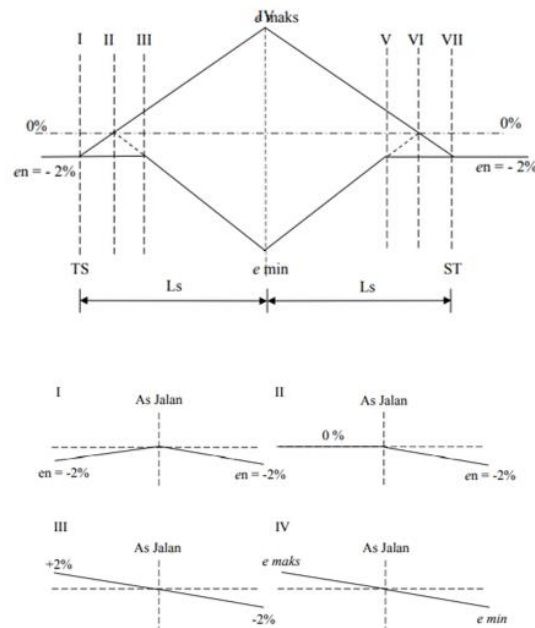
- Jarak $\frac{TC}{CT}$ kemiringan $\frac{maks}{min} = 2/3 L_s$
- Jarak $\frac{TC}{CT}$ kemiringan awal perubahan = $1/3 L_s$

b) Diagram super elevasi pada Spiral-Circle-Spiral



Gambar 2 6 Diagram super elevasi Spiral-Circle-Spiral

Sumber : (Martakim, 1997)



Gambar 2 7 Diagram Superelevasi Spiral-Spiral

Sumber : (Martakim, 1997)

2.4.4 Jarak Pandang (Martakim, 1997)

Jarak pandang adalah suatu jarak yang diperlukan oleh seorang pengemudi pada saat mengemudi sedemikian rupa, sehingga jika pengemudi melihat suatu halangan yang membahayakan, pengemudi dapat melakukan sesuatu (antisipasi) untuk menghindari bahaya tersebut dengan aman.

Jarak pandang terdiri dari :

- o Jarak pandang henti (Jh)
- o Jarak pandang mendahului (Jd)

Menurut ketentuan Bina Marga, adalah sebagai berikut :

A. Jarak Pandang Henti (Jh)

- 1) Jarak minimum Jh adalah jarak minimum yang diperlukan oleh setiap pengemudi untuk menghentikan kendaraannya dengan aman begitu

melihat adanya halangan didepan. Setiap titik disepanjang jalan harus memenuhi ketentuan Jh.

2) Asumsi tinggi Jh diukur berdasarkan asumsi bahwa tinggi mata pengemudi adalah 105 cm dan tinggi halangan 15 cm, yang diukur dari permukaan jalan.

3) Rumus yang digunakan.

Jh dalam satuan meter, dapat dihitung dengan rumus :

$$Jh = Jht + Jhr \dots\dots\dots$$

(28)

$$Jh = \frac{Vr}{3,6} \times T + \frac{\left(\frac{Vr}{3,6}\right)^2}{2 \times g \times fp} \dots\dots\dots$$

(29)

Dimana :

Vr = Kecepatan rencana (km/jam)

T = Waktu tanggap, ditetapkan 2.5 detik

g = Percepatan gravitasi, ditetapkan 9.8 m/det²

fp =Koefisien gesek memanjang antara ban kendaraan dengan perkerasan jalan aspal, ditetapkan 0.28–0.45 (menurut AASHTO),

fp akan semakin kecil jika kecepatan (Vr) semakin tinggi dan sebaliknya.

(Menurut Bina Marga, fp = 0.35–0.55)

Persamaan (29) dapat disederhanakan menjadi:

o Untuk jalan datar :

$$J_h = 0.278 \times V_r \times T + \frac{V_r^2}{254 \times fp} \dots\dots\dots (30)$$

o Untuk jalan dengan kelandaian tertentu :

$$J_h = 0.278 \times V_r \times T + \frac{V_r^2}{254 \times (fp \pm L)} \dots\dots\dots (31)$$

Dimana : L = landai jalan dalam (%) dibagi 100

Tabel 2.7 Jarak pandang henti (Jh) minimum

Sumber : (Martakim, 1997)

V _r , km/jam	120	100	80	60	50	40	30	20
J _h minimum (m)	250	175	120	75	55	40	27	16

B. Jarak Pandang Mendahului (Jd)

1) Jarak adalah jarak yang memungkinkan suatu kendaraan mendahului kendaraan lain didepannya dengan aman sampai kendaraan tersebut kembali kelajur semula.

2) Asumsi tinggi J_h diukur berdasarkan asumsi bahwa tinggi mata pengemudi adalah 105 cm dan tinggi halangan 105 cm.

3) Rumus yang digunakan. J_d, dalam satuan meter ditentukan sebagai berikut :

$$J_d = d_1 + d_2 + d_3 + d_4$$

Dimana : d₁ = Jarak yang ditempuh selama waktu tanggap (m)

d_2 = Jarak yang ditempuh selama mendahului sampai dengan kembali kelajur semula (m)

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

d_4 = Jarak yang ditempuh oleh kendaraan yang datang dari arah berlawanan.

Rumus yang digunakan :

$$d_1 = 0.278 \times T_1 \times \left(v_r - m + \frac{a \times T_1}{2} \right) \dots\dots\dots(32)$$

$$d_2 = 0.2787 \times V_r \times T_2 \dots\dots\dots(33)$$

$$d_3 = \text{antara } 30 - 100 \text{ m} \dots\dots\dots(34)$$

$$d_4 = \frac{2}{3} \times d_2 \dots\dots\dots(35)$$

Tabel 2. 6 Jarak Pandang Mendahului

Sumber : (Martakim, 1997)

V _r , km/jam	60-65	65-80	80-95	95-110
d ₃ (m)	30	55	75	90

Dimana :

T_1 = Waktu dalam (detik), $\propto 2.12 + 0.026 \times V_r$

T_2 = Waktu kendaraan berada dijalur lawan, (detik) $\propto 6.56 + 0.048 \times V_r$

a = Percepatan rata-rata km/jm/dtk, (km/jm/dtk), $\propto 2.052 + 0.0036 \times V_r$

m = Perbedaan kecepatan dari kendaraan yang menyiap dan kendaraan yang disiap, (biasanya diambil 10-15 km/jam)

Tabel 2. 7 Panjang Jarak pandang mendahului berdasarkan V_r

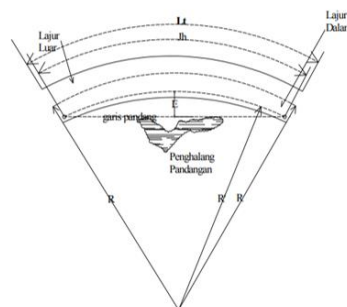
Sumber : (Martakim, 1997)

V_r , km/jam	120	100	80	60	50	40	30	20
Jd (m)	800	670	550	350	250	200	150	100

2.4.5 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

Sumber : Sumber : (Martakim, 1997)

Keterangan :

Jh = Jarak pandang henti (m)

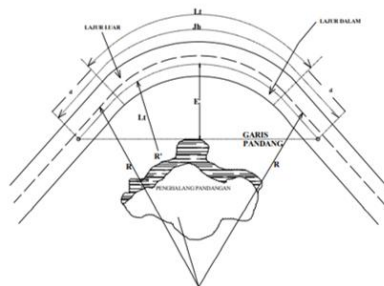
Lt = Panjang tikungan (m)

E = Daerah kebebasan samping (m)

R = Jari-jari lingkaran (m)

$$\text{Maka: } E = R' \left(1 - \cos \frac{28.65 \times Jh}{R'} \right) \dots\dots\dots (36)$$

2. Jarak pandangan lebih besar dari panjang tikungan ($Jh > Lt$)



Gambar 2 9 Jarak pandangan pada lengkung horizontal

Sumber : Sumber : (Martakim, 1997)

$$m = R' \left(1 - \cos \frac{28.65 \times Jh}{R'} \right) + \left(\frac{Jh - Lt}{2} \times \sin \frac{28.65 \times Jh}{R'} \right) \dots\dots\dots (37)$$

Keterangan:

Jh = Jarak pandang henti

Lt = Panjang lengkung total

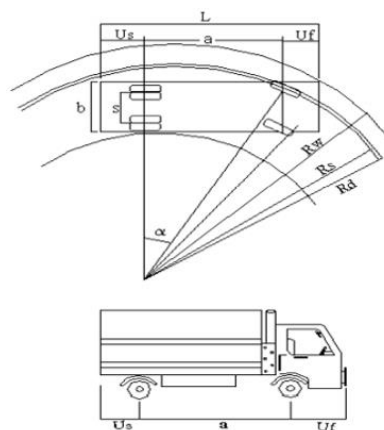
R = Jari-jari tikungan

R' = Jari-jari sumbu lajur

2.4.6 Pelebaran Perkerasan (Martakim, 1997)

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

Sumber : (Martakim, 1997)

Rumus yang digunakan:

$$B = n(b' + c) + (n + 1) Td + Z \dots\dots\dots (38)$$

$$b' = b + b'' \dots\dots\dots (39)$$

$$b'' = Rd^2 - \sqrt{Rd^2 - p^2} \dots\dots\dots (40)$$

$$Td = \sqrt{Rd^2 + A(2p + A)} - Rd \dots\dots\dots (41)$$

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

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

c = Kebebasan samping

ε = Pelebaran perkerasan

Rd = Jari-jari rencana

2.4.7 Kontrol Overlapping (Martakim, 1997)

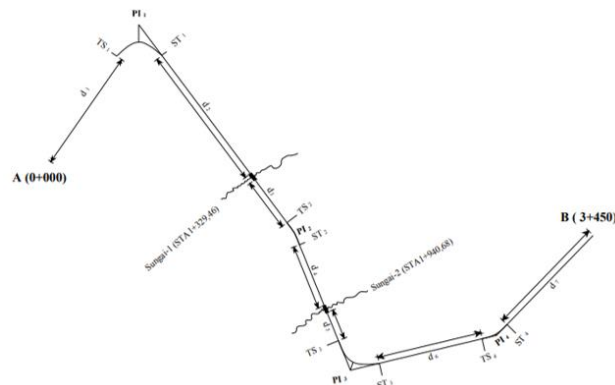
Pada setiap tikungan yang sudah direncanakan, maka jangan sampai terjadi Over Lapping. Karena kalau hal ini terjadi maka tikungan tersebut menjadi tidak aman untuk digunakan sesuai kecepatan rencana. Syarat supaya tidak terjadi Over Lapping : $\lambda_n > 3 \text{detik} \times V_r$.

Dimana :

λ_n = Daerah tangen (meter)

V_r = Kecepatan rencana

Contoh :



Gambar 2 11 Kontrol Over Lapping

Sumber : (Martakim, 1997)

$$V_r = 40 \text{ km/jam} = 11,11 \text{ m/det.}$$

Syarat over lapping $a' \geq a$,

dimana $a = 3 \times V$ detik

$$= 3 \times 11,11 = 33,33 \text{ m}$$

$$\text{Bila : } d_1 = d_{A-1} - TS_1 \geq 33,33 \text{ m (aman)}$$

$$d_2 = ST_1 - \text{Jembatan 1} \geq 33,33 \text{ m (aman)}$$

$$d_3 = \text{Jembatan 1} - TS_2 \geq 33,33 \text{ m (aman)}$$

$$d_4 = ST_2 - \text{Jembatan 2} \geq 33,33 \text{ m (aman)}$$

$$d_5 = \text{Jembatan 2} - TS_3 \geq 33,33 \text{ m (aman)}$$

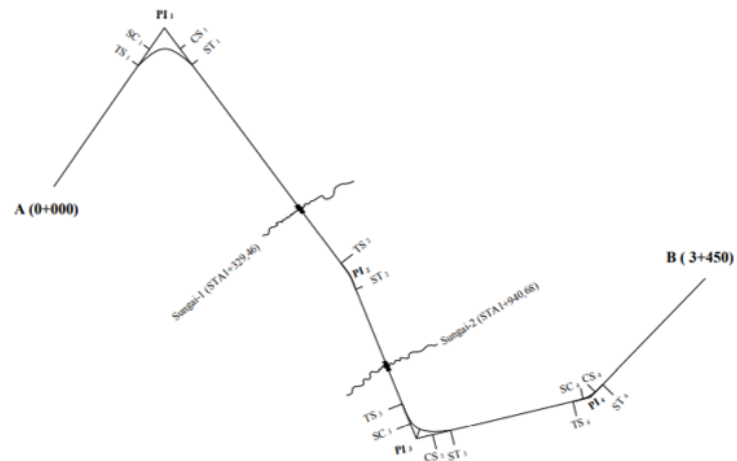
$$d_6 = ST_3 - TS_4 \geq 33,33 \text{ m (aman)}$$

$$d_7 = ST_4 - B \geq 33,33 \text{ m (aman)}$$

2.4.8 Perhitungan Stationing (Martakim, 1997)

Stasioning adalah dimulai dari awal proyek dengan nomor station angka sebelah kiri tanda (+) menunjukkan (meter). Angka stasioning bergerak kekanan dari titik awal proyek menuju titik akhir proyek.

Contoh :



Gambar 2 12 Stationing

Sumber : (Martakim, 1997)

Contoh perhitungan stationing :

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

$$\text{STA PI1} = \text{Sta A} + d_A - 1$$

$$\text{STA TS1} = \text{Sta PI1} - T_{t1}$$

$$\text{STA SC1} = \text{Sta TS1} + L_{s1}$$

$$\text{STA Cs1} = \text{Sta SC1} + L_{c1}$$

$$\text{STA ST1} = \text{Sta CS} + L_{s1}$$

$$\text{STA PI2} = \text{Sta ST1} + d_{1-2} - T_{t1}$$

$$\text{STA TS2} = \text{Sta PI2} - T_{s2}$$

$$\text{STA SS2} = \text{Sta TS2} + L_{s2}$$

$$\text{STA ST2} = \text{Sta SS2} + L_{s2}$$

$$\text{STA PI3} = \text{Sta ST2} + d_{2-3} - T_{s2}$$

$$\text{STA TS3} = \text{Sta PI3} - T_{t3}$$

$$\text{STA SC3} = \text{Sta TS3} + L_{s3}$$

$$\text{STA CS3} = \text{Sta SC3} + L_{c3}$$

$$\text{STA ST3} = \text{Sta CS3} + L_{s3}$$

$$\text{STA PI4} = \text{Sta ST3} + d_{3-4} - T_{t3} S$$

$$\text{TA TS4} = \text{Sta PI4} - T_{t4}$$

$$\text{STA SC4} = \text{Sta TS4} - L_{s4}$$

$$\text{STA CS4} = \text{Sta SC4} - L_{c4}$$

$$\text{STA ST4} = \text{Sta CS4} - L_{s4}$$

$$\text{STA B} = \text{Sta ST4} + d_{4-B} - T_{t4}$$

2.5 Alinemen Vertikal (Martakim, 1997)

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).

Rumus-rumus yang digunakan untuk alinemen vertikal :

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

$$A = g_2 - g_1 \dots\dots\dots (44)$$

$$E_v = \frac{A \times L_v}{800} \dots\dots\dots (45)$$

y

$$= \frac{A \times x^2}{200 \times L_v} \dots\dots\dots (46)$$

Panjang Lengkung Vertikal (PLV)

1. Berdasarkan syarat keluwesan

$$L_v = 6,0 \times V_r \dots\dots\dots (47)$$

2. Berdasarkan syarat drainase

$$L_v = 40 \times A \dots\dots\dots (48)$$

3. Berdasarkan syarat kenyamanan

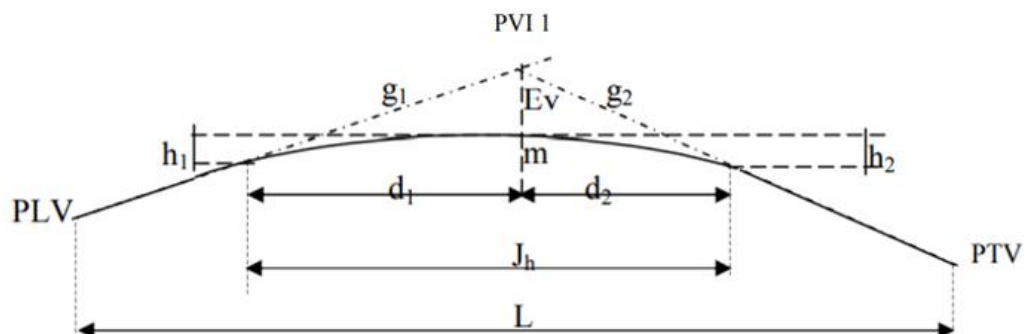
$$L_v = V_r \times t \dots\dots\dots (49)$$

4. Berdasarkan syarat guncangan

$$L_v = \left(\frac{V_r^2 \times A}{360} \right) \dots\dots\dots (50)$$

1) Lengkung Vertikal Cembung

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



Gambar 2 13 Lengkung Vertikal Cembung

Sumber : (Martakim, 1997)

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 besar lingkaran (PV1 – m) meter

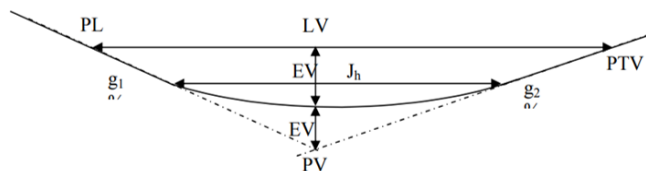
J_h = Jarak pandang

h_1 = Tinggi mata pengaruh

h_2 = Tinggi halangan

2) Lengkung Vertikal Cekung

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



Gambar 2 14 Lengkung Vertikal Cekung

Sumber : (Martakim, 1997)

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 besar lingkaran (PV1 – m) meter

L_v = Panjang lengkung vertikal

V = Kecepatan rencana (km/jam)

Rumus-rumus yang digunakan pada lengkung parabola cekung sama dengan rumus-rumus yang digunakan pada lengkung vertikal cembung.

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. 8 Kelandaian Maksimum yang diijinkan

Sumber : (Martakim, 1997)

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

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) Panjang kritis suatu kelandaian

Panjang kritis ini diperlukan sebagai batasan panjang kelandaian maksimum agar pengurangan kecepatan kendaraan tidak lebih dari separuh V_r

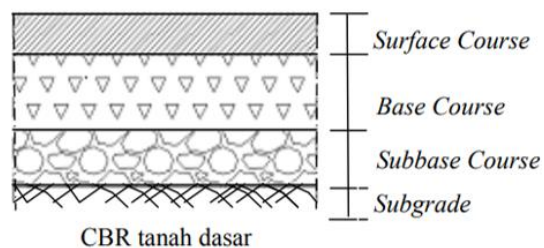
Tabel 2. 9 Panjang Kritis (m)

Sumber : (Martakim, 1997)

Kecepatan pada awal tanjakan (km/jam)	Kelandaian (%)						
	4	5	6	7	8	9	10
80	630	460	360	270	230	230	200
60	320	210	160	120	110	90	80

2.6 Perencanaan Pekerjaan Lentur (Departemen Pekerjaan Umum, 1987)

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 15 Susunan Lapis Konstruksi Perkerasan Lentur

Sumber : (Departemen Pekerjaan Umum, 1987)

Adapun untuk perhitungannya perlu pemahaman Istilah-istilah sebagai berikut :

2.6.1 Lalu Lintas (Departemen Pekerjaan Umum, 1987)

1. 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 masingmasing arah pada jalan dengan median.

- Lalu lintas harian rata-rata permulaan (LHRP)

$$LHR_p = LHR_s \times (1 + i)^n \dots\dots\dots (51)$$

- Lalu lintas harian rata-rata akhir (LHRA)

$$LHRA = LHR_p \times (1 + i)^n \dots\dots\dots (52)$$

2. Rumus-rumus Lintas ekivalen

- Lintas Ekivalen Permulaan (LEP)

$$LEP = \sum_{j=np}^n LHR_{pj} \times C \times E \dots\dots\dots (53)$$

- Lintas Ekivalen Akhir (LEA)

$$LEA = \sum_{j=np}^n LHR_{aj} \times C \times E \dots\dots\dots (54)$$

- Lintas Ekivalen Tengah (LET)

$$LET = \frac{LEP + LEA}{2} \dots\dots\dots (55)$$

- Lintas Ekivalen Rencana (LER)

$$LER = LET \times F_p \dots\dots\dots (56)$$

$$F_p = \frac{n_2}{10} \dots\dots\dots (57)$$

Dimana:

i1 = Pertumbuhan lalu lintas masa konstruksi

i2 = Pertumbuhan lalu lintas masa layanan

J = jenis kendaraan

n1 = masa konstruksi

n2 = umur rencana

C = koefisien distribusi kendaraan

E = angka ekivalen beban sumbu kendaraan

2.6.2 Koefisien Distribusi Kendaraan (Departemen Pekerjaan Umum, 1987)

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

Tabel 2. 10 Koefisien Distribusi Kendaraan

Sumber: (Departemen Pekerjaan Umum, 1987)

Jumlah Lajur	Kendaraan Ringan *)		Kendaraan Berat **)	
	1 arah	2 arah	1 arah	2 arah
1 Lajur	1,00	1,00	1,00	1,00
2.6.1 Lajur	0,60	0,50	0,70	0,50
2.6.2 Lajur	0,40	0,40	0,50	0,475
2.6.3 Lajur	-	0,30	-	0,45
2.6.4 Lajur	-	0,25	-	0,425
2.6.5 Lajur	-	0,20	-	0,40

*) Berat total < 5 ton, misalnya : Mobil Penumpang, Pick Up, Mobil Hantaran.

**) Berat total $\geq$ 5 ton, misalnya : Bus, Truk, Traktor, Semi Trailer, Trailer

2.6.3 Angka Ekuivalen (E) Beban Sumbu Kendaraan

Angka Ekuivalen (E) masing-masing golongan beban umum (Setiap kendaraan) ditentukan menurut rumus daftar sebagai berikut:

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

(58)

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

(59)

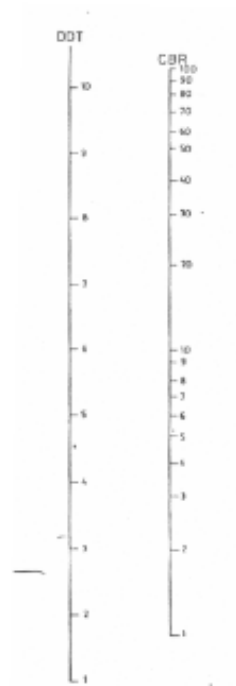
Tabel 2. 11 Angka Ekuivalen (E) Sumbu Kendaraan

Sumber : (Departemen Pekerjaan Umum, 1987)

Beban Sumbu		Angka Ekuivalen	
Kg	Lb	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	0.5415	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	11.4184	0.9820
16000	35276	14.7815	1.2712

2.6.4 Daya Dukung Tanah Dasar (DDT dan CBR) (Departemen Pekerjaan Umum, 1987)

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



Gambar 2 16 Korelasi DDT dan CBR

Sumber : (Departemen Pekerjaan Umum, 1987)

2.6.5 Faktor Regional (FR) (Departemen Pekerjaan Umum, 1987)

Faktor regional bisa juga 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. 12 Prosentase kendaraan berat dan yang berhenti serta iklim

Sumber : (Departemen Pekerjaan Umum, 1987)

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

2.6.6 Indeks Permukaan (IP) (Departemen Pekerjaan Umum, 1987)

Indeks Permukaan ini menyatakan nilai dari pada kerataan / kehalusan serta kekokohan permukaan yang bertalian dengan tingkat pelayanan bagi lalu – lintas yang lewat. Adapun beberapa nilai IP beserta artinya adalah sebagai berikut :

IP = 1,0 : adalah menyatakan permukaan jalan dalam keadaan rusak berat sehingga sangat mengganggu lalu lintas kendaraan.

IP = 1,5 : adalah tingkat pelayanan rendah yang masih mungkin (jalan tidak terputus).

IP = 2,0 : adalah tingkat pelayanan rendah bagi jalan yang mantap

IP = 2,5 : adalah menyatakan permukaan jalan masih cukup stabil dan baik.

Tabel 2. 13 Indeks permukaan Pada Akhir Umur Rencana (IPt)

Sumber : (Departemen Pekerjaan Umum, 1987)

LER= Lintas Ekivalen Rencana *)	Klasifikasi Jalan			
	Lokal	Kolektor	Arteri	Tol
< 10	1,0 – 1,5	1,5	1,5 – 2,0	-
10 – 100	1,5	1,5-2,0	2,0	-
100 – 1000	1,5-2,0	2,0	2,0-2,5	-
> 1000	-	20-2,5	2,5	2,5

*) LER dalam satuan angka ekivalen 8,16 ton beban sumbu tunggal

Dalam menentukan indeks permukaan pada awal umur rencana (IPo) perlu diperhatikan jenis lapis permukaan jalan (kerataan / kehalusan serta kekokohan) pada awal umur rencana menurut daftar di bawah ini:

Tabel 2. 14 Indeks Permukaan Pada Awal Umur Rencana (IPo)

Sumber : (Departemen Pekerjaan Umum, 1987)

Jenis Lapis Perkerasan	IPo	Rouges *) mm/km
LASTON	≥ 4	≤ 1000
	3,9-3,5	> 1000
LASBUTAG	3,9 – 3,5	≤ 2000
	3,4 – 3,0	> 2000

HRA	3,9 – 3,5	≤ 2000
	3,4 – 3,0	< 2000
BURDA	3,9 – 3,5	< 2000
BURTU	3,4 – 3,0	< 2000
LAPEN	3,4 – 3,0	≤ 3000
	2,9 – 2,5	> 3000
LATASBUM	2,9 – 2,5	
BURAS	2,9 – 2,5	
LATASIR	2,9 – 2,5	
JALAN TANAH	$\leq 2,4$	
JALAN KERIKIL	2,4	

2.6.7 Koefisien kekuatan relative (a) (Departemen Pekerjaan Umum, 1987)

Koefisien kekuatan relative (a) masing-masing bahan dan kegunaan sebagai lapis permukaan 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. 15 Koefisien Kekuatan Relatif

Sumber : (Departemen Pekerjaan Umum, 1987)

Koefisien Kekuatan Relatif			Kekuatan Bahan			Jenis Bahan
A1	A2	A3	Ms (kg)	Kt kg/cm2	CBR %	
0,4	-	-	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)
-	0,19	-	-	-	-	LAPEN (manual)
-	0,15	-	-	22	-	Stab. Tanah dengan semen
-	0,13	-	-	18	-	
-	0,15	-	-	22	-	

-	0,13	-	-	18	-	Stab. Tanah dengan kapur
-	0,14	-	-	-	100	Pondasi Macadam (basah)
-	0,12	-	-	-	60	Pondasi Macadam
-	0,14	-	-	-	100	Batu pecah (A)
-	0,13	-	-	-	80	Batu pecah (B)
-	0,12	-	-	-	60	Batu pecah (C)
-	-	0,13	-	-	70	Sirtu/pitrun (A)
-	-	0,12	-	-	50	Sirtu/pitrun (B)
-	-	0,11	-	-	30	Sirtu/pitrun (C)
-	-	0,10	-	-	20	Tanah / lempung kepasiran

2.6.8 Batas-Batas minimum tebal perkerasan (Departemen Pekerjaan

Umum, 1987)

1. Lapis permukaan :

Tabel 2. 16 Lapis permukaan

Sumber : (Departemen Pekerjaan Umum, 1987)

ITP	Tebal Minimum (cm)	Bahan
< 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
$\geq 10,00$	10	Laston

2. Lapis Pondasi Atas

Tabel 2. 17 Lapis Pondasi atas

Sumber : (Departemen Pekerjaan Umum, 1987)

ITP	Tebal Minimum (Cm)	Bahan
< 3,00	15	Batu pecah,stbilisasi tanah dengan semen, stabilisasi tanah dengan kapur

3,00 – 7,49	20	Batu pecah, stabilisasi tanah dengan semen, stabilisasi tanah dengan kapur
	10	Laston atas
7,50 – 9,99	20	Batu pecah, stabilisasi tanah dengan semen, stabilisasi tanah dengan kapur, pondasi macadam
	15	Laston Atas
10 – 12,14	20	Batu pecah, stabilisasi tanah dengan semen, stabilisasi tanah dengan kapur, pondasi macadam, Lapen, Laston atas.
$\geq 12,25$	25	Batu pecah, stabilisasi tanah dengan semen,

		stabilisasi tanah dengan kapur, pondasi macadam, Lapen, Laston atas
--	--	--

*) batas 20 cm tersebut dapat diturunkan menjadi 15 cm bila untuk pondasi bawah digunakan material berbutir kasar.

3. Lapis Pondasi Bawah :

Untuk setiap nilai ITP bila digunakan pondasi bawah, tebal minimum adalah 10 cm

2.6.9 Analisa Komponen Perkerasan (Departemen Pekerjaan Umum, 1987)

Penghitungan ini didistribusikan pada kekuatan relatif masing-masing lapisan perkerasan jangka tertentu (umur rencana) dimana penentuan tebal perkerasan dinyatakan oleh Indeks Tebal Perkerasan (ITP)

Rumus:

$$ITP = a_1D_1 + a_2D_2 + a_3D_3 \dots \dots \dots (60)$$

D1,D2,D3 = Tebal masing-masing lapis perkerasan (cm)

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

2.7 Rencana Anggaran Biaya (RAB) (Martakim, 1997)

Untuk menentukan besarnya biaya yang diperlukan terlebih dahulu harus diketahui volume dari pekerjaan yang direncanakan. Pada umumnya pembuatan jalan tidak lepas dari masalah galian maupun timbunan. Besarnya galian dan timbunan yang akan dibuat dapat dilihat pada gambar Long Profile. Sedangkan volume galian dapat dilihat melalui gambar Cross Section.

Selain mencari volume galian dan timbunan juga diperlukan untuk mencari volume dari pekerjaan lainnya yaitu:

1. Volume Pekerjaan

a. Pekerjaan persiapan

- Peninjauan lokasi
- Pengukuran dan pemasangan patok
- Pembersihan lokasi dan persiapan alat dan bahan untuk pekerjaan
- Pembuatan Bouplank

b. Pekerjaan tanah

- Galian tanah
- Timbunan tanah

c. Pekerjaan perkerasan

- Lapis permukaan (Surface Course)
- Lapis pondasi atas (Base Course)
- Lapis pondasi bawah (Sub Base Course)
- Lapis tanah dasar (Sub Grade)

d. Pekerjaan drainase

- Galian saluran
- Pembuatan talud

e. Pekerjaan pelengkap

- Pemasangan rambu-rambu
- Pengecatan marka jalan
- Penerangan

2. Analisa Harga Satuan Analisa harga satuan diambil dari Harga Satuan Dasar Upah Dan Bahan Serta Biaya Operasi Peralatan Dinas Bina Marga Surakarta Tahun anggaran 2009.

3. Kurva S Dari hasil analisis perhitungan waktu pelaksanaan, analisis harga satuan pekerjaan dan perhitungan bobot pekerjaan, maka dapat dibuat Rencana Anggaran Biaya (RAB) dan Time Schedule pelaksanaan proyek dalam bentuk Bar Chart dan Kurva S. Kurva S sendiri dibuat dengan cara membagi masing – masing bobot pekerjaan dalam (Rp) dengan jumlah bobot pekerjaan keseluruhan dikali 100% sehingga hasilnya adalah dalam (%), kemudian bobot pekerjaan (%) tersebut dibagi dengan lamanya waktu pelaksanaan tiap jenis pekerjaan setelah itu hasil perhitungan dimasukkan dalam tabel time schedule. Dari tabel tersebut dapat diketahui jumlah (%) dan % kumulatif tiap minggunya, yang selanjutnya diplotkan sehingga membentuk Kurva S.

Tabel 2. 18 Penentuan lebar jalur dan bahu

Sumber : (Departemen Pekerjaan Umum, 1987)

VLHR (smp/hari)	ARTERI				KOLEKTOR				LOKAL			
	Ideal		Minimum		Ideal		Minimum		Ideaal		Minimum	
	Lebar Jalur (m)	Lebar Bahu (m)	Lebar Jalur (m)	Lebar Bahu (m)	Lebar Jalur (m)	Lebar Bahu (m)	Lebar Jalur (m)	Lebar Bahu (m)	Lebar Jalur (m)	Lebar Bahu (m)	Lebar Jalur (m)	Lebar Bahu (m)

				u (m)				u (m)				u (m)
<3.000	6,0	1,5	4,5	1,0	6,0	1,5	4,5	1,0	6,0	1,0	4,5	1,0
3.000- 10.000	7,0	2,0	6,0	1,5	7,0	1,5	6,0	1,5	7,0	1,5	6,0	1,0
10.000- 25.000	7,0	2,0	7,0	2,0	7,0	2,0	**))	**))	-	-	-	-
>25.000	2nx3, 5*)	2,5	2x7,0 *)	2,0	2nx3, 5 *)	2,0	*	**))	-	-	-	-

BAB III

METODE PENULISAN

3.1 Sistematika Penulisan

Sistematika penulisan Tugas Akhir ini adalah sebagai berikut:

KATA PENGANTAR

Berisi pesan-pesan penulis tentang bagaimana tersusunnya Tugas Akhir ini.

BAB I PENDAHULUAN

Menguraikan latar belakang, maksud dan tujuan, pembatasan masalah, metode penyusunan dan analisa data, dan sistematika penulisan.

BAB II DASAR TEORI

Berisikan dasar teori perencanaan jalan.

BAB III METODE PENULISAN

Berisikan metode penulisan tugas akhir.

BAB IV PERHITUNGAN

Berisikan analisa dan perhitungan.

BAB VI PENUTUP

Berisikan kesimpulan dan saran.

DAFTAR PUSTAKA

Berisi referensi atau sumber data yang dipakai dalam penyusunan Tugas Akhir.

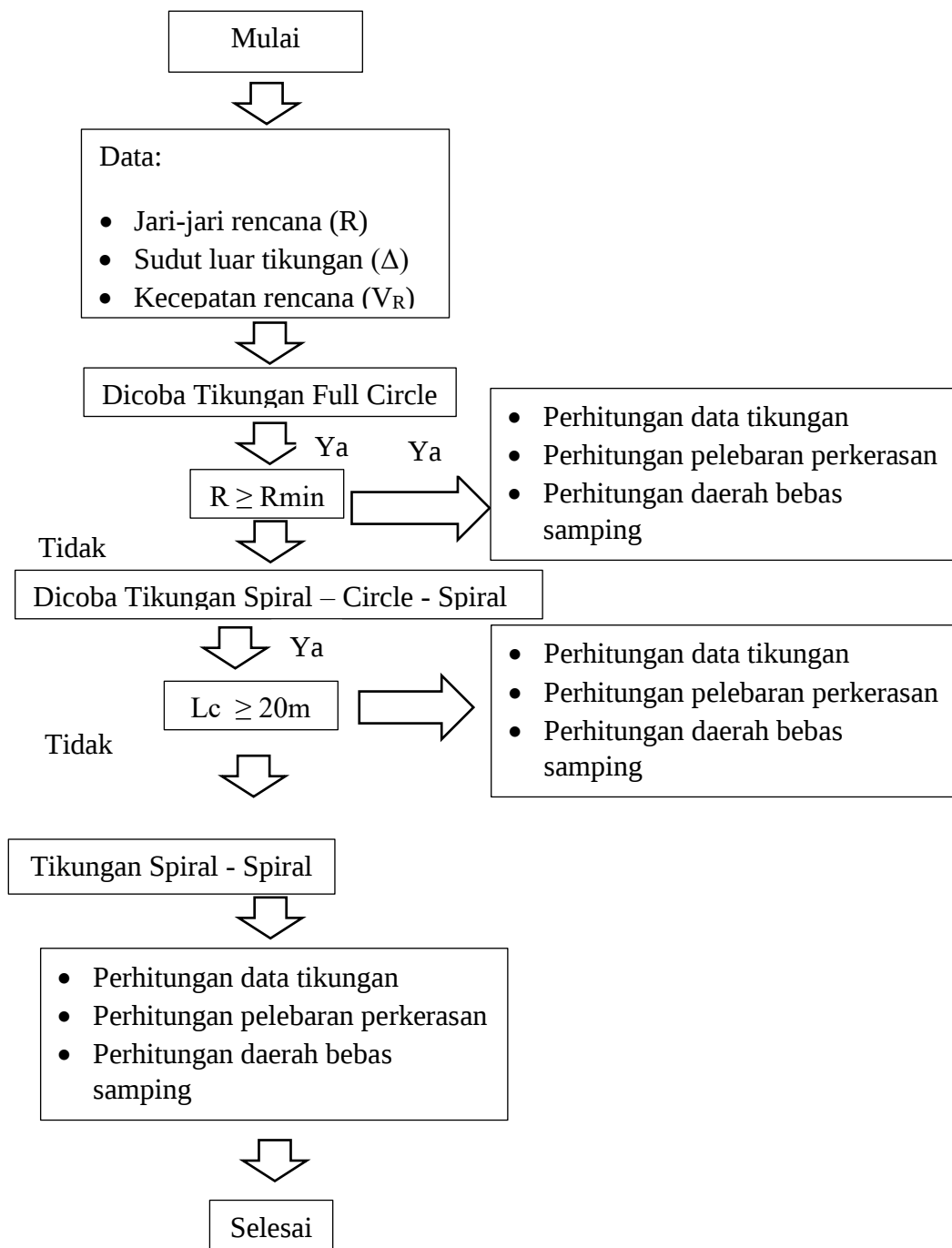
LAMPIRAN

Berisi lampiran-lampiran penunjang penyusunan Tugas Akhir.

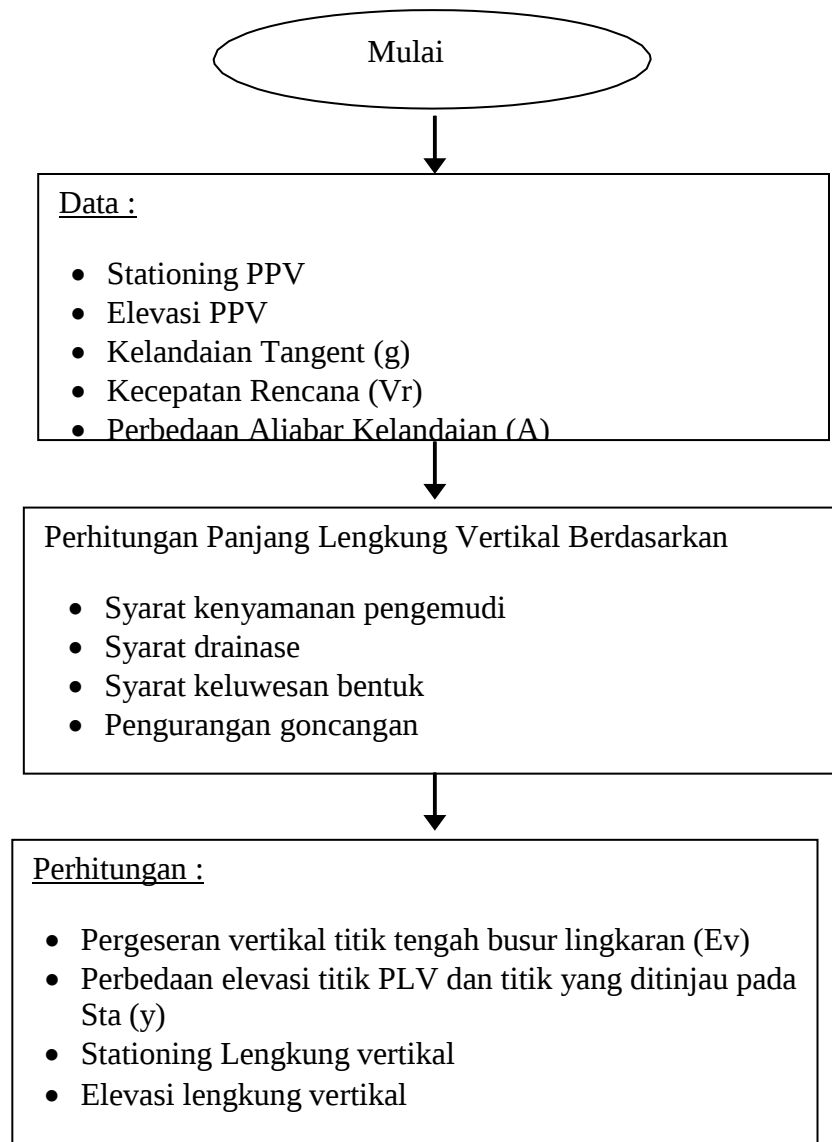
3.2 Dasar dan Diagram Alir Peninjauan Ulang

Sebagai dasar penyusunan Tugas Akhir ini adalah sebagai berikut:

- Perencanaan Perkerasan Jalan Lentur Sumber (Martakim, 1997)
- Perencanaan jalan ini mebgikuti alur bagan alir berikut:
- Alinyemen Horisontal



- Alinyemen Vertikal



3.3 Langkah – Langkah Perencanaan Ulang

Untuk memperjelas metodologi dalam pengerjaan Tugas Akhir dijelaskan dalam pembahasan berikut.

3.3.1 Metode Pengumpulan Data

Metode pengumpulan data berupa suatu permintaan tentang sifat, keadaan, kegiatan tertentu dan sejenisnya. Pengumpulan data dilakukan untuk mendapatkan suatu informasi yang dibutuhkan dalam mencapai tujuan penelitian.

Dalam penyusunan tugas akhir ini penulis mengambil objek pada kegiatan magang di Proyek Paket Lot 4 Pembangunan Jalan Baru Nasional Legundi - Planjan Daerah Istimewa Yogyakarta. Pengumpulan Proyek Paket Lot 4 Pembangunan Jalan Baru Nasional Legundi - Planjan Daerah Istimewa Yogyakarta ini menggunakan tiga cara berikut merupakan uraian yang digunakan

1. Observasi

Suatu metode pengumpulan data yang dilakukan dengan mengamati langsung, melihat dan mengambil suatu data yang dibutuhkan di tempat magang itu dilakukan. Observasi juga bisa diartikan sebagai proses yang kompleks dalam pengumpulan data di Proyek Paket Lot 4 Pembangunan Jalan Baru Nasional Legundi – Planjan Daerah Istimewa Yogyakarta.

Wawancara merupakan salah satu teknik pengumpulan data yang dilakukan melalui tatap muka langsung dengan narasumber dengan cara tanya jawab langsung. Wawancara dilakukan dengan narasumber yang telah ditentukan sebelumnya.

2. Dokumentasi

Suatu pengumpulan data dengan cara melihat langsung sumber-sumber dokumen yang terkait. Dengan arti lain bahwa dokumentasi sebagai pengambilan data melalui dokumen tertulis maupun elektronik. Digunakan sebagai pendukung kelengkapan data yang lain.

3.3.2 Sumber Data

Sumber data yang digunakan antara lain :

1. Data Primer

Data yang diperoleh melalui peninjauan dan pengamatan secara langsung mengenai kondisi di lapangan pada proyek dimana kegiatan magang dilaksanakan

2. Data Sekunder

Data sekunder adalah data yang diperoleh secara tidak langsung namun terkait dengan pelaksanaan yang dapat diperoleh melalui pustaka, buku, literasi, serta data-data tak langsung lainnya yang proporsional pada pelaksanaan proyek, meliputi:

- 1) Gambar Kerja (*Shop Drawing*)
- 2) Jadwal Kerja (*Time Schedule*)
- 3) Spesifikasi Bahan
- 4) Dokumentasi Proyek

3.4 Metode Penyusunan dan Analisa Data

Dalam penulisan ini metode penyusunan data, berdasarkan:

1. Metode Observasi (Pengamatan)

Dalam metode ini digunakan untuk memperoleh data yang berhubungan dengan analisa yang dibahas.

2. Metode Diskriptif (Literatur)

Didapatkan dari buku-buku yang mempelajari tentang contoh-contoh analisa yang digunakan dalam perhitungan struktur. Metode literatur digunakan dalam pemecahan-pemecahan permasalahan yang dihadapi dalam pembuatan Tugas Akhir ini.

3. Metode *Interview* (Wawancara Langsung)

Digunakan untuk mendapatkan rujukan yang sekiranya tidak terdapat dalam data.

4. Metode Bimbingan

Dilakukan dengan dosen mengenai masalah yang dibahas untuk mendapatkan petunjuk dalam pembuatan Tugas Akhir.

5. Analisa Data

Dilakukan menggunakan data yang dikumpulkan dan didapat dari lapangan.

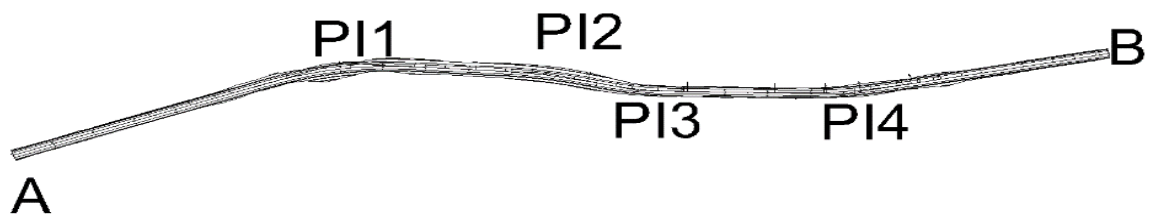
BAB IV

PERHITUNGAN GEOMETRI JALAN DAN TEBAL PERKERASAN

4.1 Penetapan Trace Jalan

4.1.1 Gambar Koordinat Jalan

Peta pada topografi perbesar yang akan dibuat azimuth. Pada titik awal jalan, tikungan dan akhir jalan yang direncanakan dengan umur rencana 10 tahun, dicari titik koordinat. Kemudian pada koordinat digunakan untuk menghitung Azimut.



Gambar 4 1 Peta Topografi

Sumber : PT Istaka Karya

4.1.2 Perhitungan Azimuth

Diketahui Koordinat:

$$A = (2273;1730)$$

$$PI1 = (2652;1859)$$

$$PI3 = (2998;1820)$$

$$PI2 = (2891;1845)$$

$$PI4 = (3238;1816)$$

$$B = (3547;1872)$$

$$\alpha_{A-1} = \text{ArcTg} \left(\frac{X_1 - X_A}{Y_1 - Y_A} \right) + 360^\circ$$

$$= \text{ArcTg} \left(\frac{2652 - 2273}{1895 - 1730} \right) + 360^\circ$$

$$= 362^\circ 56' 16,44''$$

$$\alpha_{1-2} = \text{ArcTg} \left(\frac{X_2 - X_1}{Y_2 - Y_1} \right) + 360^\circ$$

$$= \text{ArcTg} \left(\frac{2891 - 2652}{1845 - 1859} \right) + 360^\circ$$

$$= 342^\circ 55' 42,86''$$

$$\alpha_{2-3} = \text{ArcTg} \left(\frac{X_3 - X_2}{Y_3 - Y_2} \right) + 360^\circ$$

$$= \text{ArcTg} \left(\frac{2998 - 2891}{1820 - 1845} \right) + 360^\circ$$

$$= 355^\circ 43' 12''$$

$$\alpha_{3-4} = \text{ArcTg} \left(\frac{X_4 - X_3}{Y_4 - Y_3} \right) + 360^\circ$$

$$= \text{ArcTg} \left(\frac{3238 - 2998}{1816 - 1820} \right) + 360^\circ$$

$$= 300^\circ 0' 0''$$

$$\begin{aligned}
\alpha_{4-B} &= \text{ArcTg} \left(\frac{X_B - X_4}{Y_B - Y_4} \right) + 360^\circ \\
&= \text{ArcTg} \left(\frac{3547 - 3238}{1871 - 1816} \right) + 360^\circ \\
&= 365^\circ 31' 4,29''
\end{aligned}$$

4.1.3 Pehitungan Jarak PI

1. Menggunakan rumus Phytagoras

$$\begin{aligned}
d_{A-1} &= \sqrt{(X_1 - X_A)^2 + (Y_1 - Y_A)^2} \\
&= \sqrt{(2652 - 2273)^2 + (1859 - 1730)^2} \\
&= 400,35 \text{ m}
\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
d_{1-2} &= \sqrt{(X_2 - X_1)^2 + (Y_2 - Y_1)^2} \\
&= \sqrt{(2891 - 2652)^2 + (1845 - 1859)^2} \\
&= 239,41 \text{ m}
\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
d_{2-3} &= \sqrt{(X_3 - X_2)^2 + (Y_3 - Y_2)^2} \\
&= \sqrt{(2998 - 2891)^2 + (1820 - 1845)^2} \\
&= 109,88 \text{ m}
\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
d_{3-4} &= \sqrt{(X_4 - X_3)^2 + (Y_4 - Y_3)^2} \\
&= \sqrt{(3238 - 2998)^2 + (1816 - 1820)^2} \\
&= 240,03 \text{ m}
\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
d_{4-B} &= \sqrt{(X_B - X_4)^2 + (Y_B - Y_4)^2} \\
&= \sqrt{(3547 - 3238)^2 + (1872 - 1816)^2} \\
&= 314,03 \text{ m}
\end{aligned}$$

2. Menggunakan Rumus Sinus

$$\begin{aligned}
d_{A-1} &= \left(\frac{X_1 - X_A}{\sin \alpha_{A-1}} \right) \\
&= \left(\frac{2652 - 2373}{\sin 362^\circ 56' 16,74''} \right) \\
&= 7393,679 \text{ m}
\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
d_{1-2} &= \left(\frac{X_2 - X_1}{\sin \alpha_{1-2}} \right) \\
&= \left(\frac{2891 - 2652}{\sin 342^\circ 55' 42,86''} \right) \\
&= 814,144 \text{ m}
\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
d_{2-3} &= \left(\frac{X_3 - X_2}{\sin \alpha_{2-3}} \right) \\
&= \left(\frac{2998 - 2891}{\sin 355^\circ 43' 12''} \right) \\
&= 1433,739 \text{ m}
\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
d_{3-4} &= \left(\frac{X_4 - X_3}{\sin \alpha_{3-4}} \right) \\
&= \left(\frac{3238 - 2998}{\sin 300^\circ 0' 0''} \right) \\
&= 277,127 \text{ m}
\end{aligned}$$

$$d_{4-B} = \left(\frac{X_B - X_4}{\sin \alpha_{4-B}} \right)$$

$$= \left(\frac{3547-3238}{\sin 365^\circ 31' 4,29''} \right)$$

$$= 3213,729 \text{ m}$$

3. Menggunakan Cosinus

$$d_{A-1} = \left(\frac{Y_1 - Y_A}{\cos \alpha_{A-1}} \right)$$

$$= \left(\frac{1859-1730}{\cos 362^\circ 56' 16,74''} \right)$$

$$= 129,169 \text{ m}$$

$$d_{1-2} = \left(\frac{Y_2 - Y_1}{\cos \alpha_{A-1}} \right)$$

$$= \left(\frac{1845-1859}{\cos 342^\circ 55' 42,86''} \right)$$

$$= 146,4527 \text{ m}$$

$$d_{2-3} = \left(\frac{Y_3 - Y_2}{\cos \alpha_{2-3}} \right)$$

$$= \left(\frac{1820-1845}{\cos 355^\circ 43' 12''} \right)$$

$$= 250,69945 \text{ m}$$

$$d_{3-4} = \left(\frac{Y_4 - Y_3}{\cos \alpha_{3-4}} \right)$$

$$= \left(\frac{1816-1820}{\cos 300^\circ 0' 0''} \right)$$

$$= 80 \text{ m}$$

$$d_{4-B} = \left(\frac{Y_B - Y_4}{\cos \alpha_{4-B}} \right)$$

$$= \left(\frac{1872 - 1816}{\cos 365^\circ 31' 4,29''} \right)$$

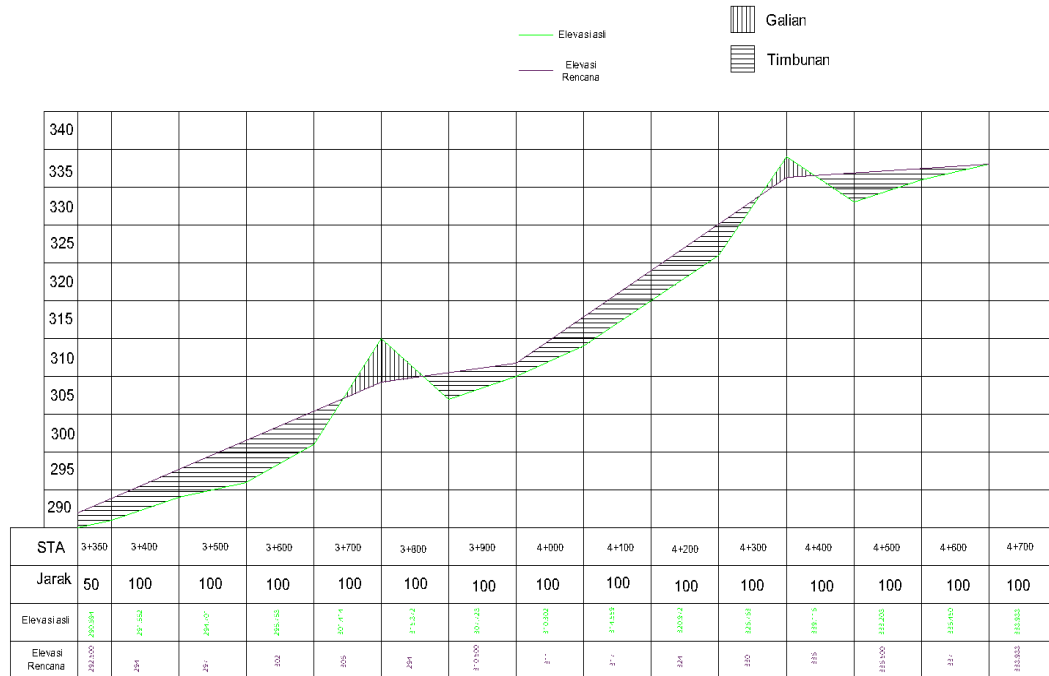
$$= 562,60486 \text{ m}$$

Tabel 4 1 Rekapitulasi Panjang Jarak Trase

Sumber : (Analisis 2021)

No	Rumus	d (m)					$\sum d$ (m)
		A-1	1-2	2-3	3-4	4-B	
1	Phytagoras	400,75	239,41	109,88	240,03	314,03	1303,7

4.2 Pehitungan Alinyemen vertikal



Gambar 4 2 Potongan Memanjang

Sumber : (Analisis, 2021)

Tabel 4 2 Alinyemen Vertikal

Sumber : (Analisis, 2021)

STA	Elevasi Jalan Rencana (m)	Elevasi Tanah Asli
3+350	292.500	292.500
3+400	294	291.662
3+500	297	294.701
3+600	302	296.768
3+700	306	301.414
3+800	294	315.872
3+900	310.500	307.728
4+000	311	310.302
4+100	317	314.559
4+200	324	320.972

4+300	330	326.763
4+400	336	339.116
4+500	336.500	333.208
4+600	337	336.450
4+700	338.988	338.988

4.2.1 Pehitungan Kelandaian Memanjang

Dengan menggunakan rumus:

$$g = \frac{Elevasi PV_1 - Elevasi A}{STAP_1 - STA A} \times 100$$

Didapat hasil seperti pada tabel 4.3

Tabel 4 3 Tabel Perhitungan Kelandaian Memanjang

Sumber : (Analisis, 2021)

Titik	STA	Elevasi	Jarak	Kelandaian
A	3+350	292.500		
			450	0,3334%
PV1	3+800	294		
			200	8,5 %
PV2	4+000	311		
			400	6,25%
PV3	4+400	336		
			300	3,7085%
B	4+700	338.988		

4.2.2 Perhitungan Lengkung Cekung

$$\begin{aligned} A &= |g_2 - g_1| \\ &= |6,25 - (-8,5)| \\ &= 2,25 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} L_v &= \frac{As^2}{360} \\ &= \frac{2,25 \times 43,933^2}{360} \\ &= 12,063 \text{ m} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} E_v &= \frac{A \times L_v}{800} \\ &= \frac{2,25 \times 12,063}{800} \\ &= 0,034 \text{ m} \end{aligned}$$

Dengan rumus perhitungan yang sama diterapkan pada setiap lengkung cekung maka didapat hasil berikut:

Tabel 4 4 Perhitungan Lengkung Cekung

Sumber : (Analisis, 2021)

Stationing	A(%)	Lv(m)	Ev(m)
4+000	5	12,063	0,034

4.2.3 Perhitungan Lengkung Cembung

Rumus yang digunakan untuk menghitung lengkung cembung sama dengan rumus cekung, maka didapat hasil:

Tabel 4 5 Perhitungan Lengkung Cembung

Sumber : (Analisis, 2021)

Stationing	A (%)	Lv (m)	Ev(m)

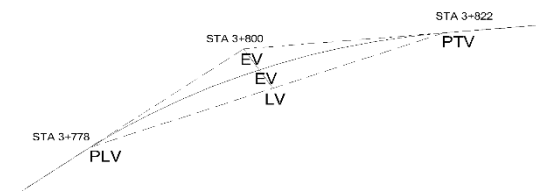
3+800	8,166	43,781	0,447
4+400	2,542	13,629	0,0433

4.2.4 Stationing Alinyemen Vertikal

Tabel 4 6 Stationing Alinyemen Vertikal

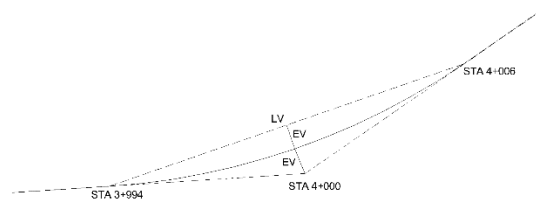
Sumber : (Analisis, 2021)

PPV	PLV (PPV-1/2LV)	PTV (PPV+1/2LV)
3+800	3+778	3+822
4+000	3+994	4+006
4+400	4+393	4+407



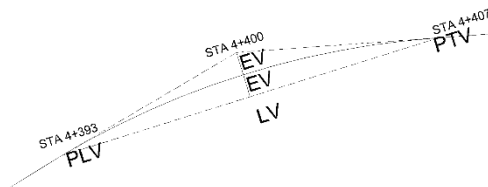
Gambar 4 3 Alinyemen vertical Cembung STA 3+800

Sumber : (Analisis, 2021)



Gambar 4 4 Alinyemen vertical Cekung STA 4+000

Sumber : (Analisis, 2021)



Gambar 4 5 Alinyemen vertical STA 4+400

Sumber : (Analisis, 2021)

4.3 Pehitungan Alinemen Horisontal

Data dan klasifikasi desain jalan :

Jalan rencana kelas kolektor dengan muatan sumbu terberat lebih dari 8 ton.

Lebar lajur 3,40 m dengan jumlah lajur 2/2 D

Klasifikasi medan :

VR = 60 km/jam (Martakim, 1997)

emax = 10% (Martakim, 1997)

en = 2% (Martakim, 1997)

Untuk emax = 10%, maka fmax=0,153 dari rumus $f_{max} = -0,0065 V + 0,195$

(Martakim, 1997)

$$R_{min} = \frac{VR^2}{127(emax + fmax)}$$

$$= \frac{60^2}{127(0,1 + 0,153)}$$

$$= 112 \text{ m}$$

$$D_{min} = \frac{181913,53 (emax + fmax)}{VR^2}$$

$$= \frac{181913,53 (0,1 + 0,153)}{60^2}$$

$$= 13^\circ$$

4.3.1 Tikungan PI₁

Diketahui $\Delta 1 = 22^\circ 7' 19,4''$. Direncanakan radius tikungan (R) sepanjang 400 m dengan melihat syarat $R > R_{min}$. Direncanakan tikungan menggunakan perhitungan Spiral-Cicle-Spiral terlebih dahulu.

a) Pehitungan lengkung peralihan

- 1) Berdasarkan waktu perjalanan maksimum (2 detik) atau T melintasi lengkung peralihan:

$$\begin{aligned}
 L_s &= \frac{V_R}{3,6} T \\
 &= \frac{60}{3,6} \times 2 \\
 &= 33,34 \text{ m}
 \end{aligned}$$

- 2) Berdasarkan tingkat perunahan kelandaian melintas ($r_{\max} = 0,035 \text{ m/det}$)
(Martakim, 1997)

$$\begin{aligned}
 L_s &= \frac{\left(\frac{e_m - e_n}{100}\right) \times V_R}{3,6 r_e} \\
 &= \frac{\left(\frac{10 - 2}{100}\right) \times 60}{3,6 \times 0,035} \\
 &= 38 \text{ m}
 \end{aligned}$$

- 3) Berdasarkan gaya sentrifugal yang bekerja pada kendaraan, dengan perubahan percepatan arah radial (C) sebesar $0,4 \text{ m/det}$ (Martakim, 1997)

:

$$\begin{aligned}
 L_s &= \frac{0,0214 V_R^3}{RC} \\
 &= \frac{0,0214 \times 60^3}{400 \times 0,4} \\
 &= 28,89 \text{ m}
 \end{aligned}$$

- 4) Berdasarkan tingkat kelandaian relatif dengan syarat $e < \Delta$ sumber dari
(Martakim, 1997), dengan $\Delta = 1/263$, $b_w = 0,75$ dan $n_1 = 2$ (Martakim, 1997)

$$\begin{aligned}
 L_s &= \frac{(w n_1) e_d}{\Delta} \times B_w \\
 &= \frac{(3,6 \times 2) \times 6}{1/263} \times 0,75 \\
 &= 85,21 \text{ m}
 \end{aligned}$$

Dengan memperhatikan

$$\text{a. } L_{s\min} = \sqrt{24 \times P_{\min} \times R}$$

$$= \sqrt{24 \times 0,015 \times 400}$$

$$= 12 \text{ m}$$

$$\text{b. } L_{\text{max}} = \sqrt{24 \times P_{\text{max}} \times R}$$

$$= \sqrt{24 \times 0,795 \times 400}$$

$$= 81,361 \text{ m}$$

Maka dengan syarat $L_{\text{min}} < L_s < L_{\text{max}}$ diambil panjang $L_s = 80 \text{ m}$

b) Perhitungan θ_s , Δ_c , dan L_c

$$\bullet \theta_s = \frac{L_s}{2R} \times \frac{360}{2\pi}$$

$$= \frac{80}{2 \times 400} \times \frac{360}{2\pi}$$

$$= 5^\circ 43' 46,48''$$

$$\bullet \Delta_c = \Delta - 2 \theta_s$$

$$= 22^\circ 7' 19,4'' - (2 \times 5^\circ 43' 46,48'')$$

$$= 10^\circ 39' 46,44''$$

$$\bullet L_c = \frac{\Delta_c}{360^\circ} \times 2\pi R$$

$$= \frac{10^\circ 39' 46,44''}{360^\circ} \times 2\pi \times 400$$

$$= 74,441 \text{ m}$$

Karena besar L_c tidak memenuhi syarat $L_c < 15 \text{ m}$ maka tikungan Spiral-Aspiral tidak dapat digunakan dan perhitungan dilanjutkan dengan rumus tikungan Spiral-Circle-Spiral.

Sehingga model tikungan S-C-S dapat digunakan

c) Perhitungan besar-besaran tikungan

$$\bullet Y_c = \frac{L_s^2}{6R}$$

$$= \frac{80^2}{6 \times 400}$$

$$= 2,667 \text{ m}$$

$$\begin{aligned} \bullet X_c &= L_s - \frac{L_s}{40R^2} \\ &= 80 - \frac{80}{40 \times 400^2} \\ &= 79,99 \text{ m} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \bullet k &= X_c - R \sin \theta_s \\ &= 79,99 - (400 \sin 5^\circ 43' 46,48'') \\ &= 40,057 \text{ m} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \bullet p &= Y_c - R (1 - \cos \theta_s) \\ &= 2,667 - 400 (1 - \cos 5^\circ 43' 46,48'') \\ &= 0,668 \text{ m} \end{aligned}$$

Karena p tidak memenuhi syarat tikungan Full Circle ; $p < 0,2 \text{ m}$ maka tikungan Full Circle tidak dapat digunakan.

$$\begin{aligned} \bullet T_s &= (R + p) \tan \frac{\Delta}{2} + k \\ &= (400 + 0,668) \tan \frac{22^\circ 7' 19,4''}{2} + 40,057 \\ &= 118,3819 \text{ m} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \bullet E_s &= \frac{(R+p)}{\cos \frac{\Delta}{2}} - R \\ &= \frac{(400+0,668)}{\cos \frac{22^\circ 7' 19,4''}{2}} - 400 \\ &= 8,251 \text{ m} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \bullet L_{\text{total}} &= L_c + 2L_s \\ &= 74,441 + (2 \times 80) \\ &= 234,441 \text{ m} \end{aligned}$$

d) Pehitungan jarak pandang henti dan daerah bebas samping

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

$$= 0,278 \times 60 \times 2,5 + 0,039 \frac{60^2}{3,4}$$

$$= 82,994 \text{ m dibulatkan } 100 \text{ m}$$

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

$$= 400 \left[1 - \cos \left(\frac{90 \times 74,441}{\pi \times 400} \right) \right] + 0,5 (100 - 74,441) \sin \left(\frac{90 \times 74,441}{\pi \times 400} \right)$$

$$= 2,9178 \text{ m}$$

e) Hasil perhitungan

$$\Delta_1 = 22^\circ 7' 19,4''$$

$$R = 400 \text{ m}$$

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

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

$$e_n = 2\%$$

$$e = 6\%$$

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

$$\theta_s = 5^\circ 43' 46,48''$$

$$\Delta c = 10^\circ 39' 46,44''$$

$$L_c = 74,441 \text{ m}$$

$$Y_c = 2,667 \text{ m}$$

$$X_c = 79,99 \text{ m}$$

$$K = 40,057 \text{ m}$$

$$T_s = 118,3819 \text{ m}$$

$$E_s = 8,251 \text{ m}$$

$$S_s = 100 \text{ m}$$

$$M = 2,9178 \text{ m}$$

4.3.2 Tikungan PI₂

Diketahui $\Delta 2 = 9^\circ 31' 55,8''$. Direncanakan radius tikungan (R) sepanjang 600 m dengan melihat syarat $R > R_{min}$. Direncanakan tikungan menggunakan perhitungan Spiral-Cicle-Spiral terlebih dahulu.

a) Pehitungan lengkung peralihan

- 1 Berdasarkan waktu perjalanan maksimum (2 detik) melintasi lengkung peralihan:

$$\begin{aligned} L_s &= \frac{V_R}{3,6} T \\ &= \frac{60}{3,6} \times 2 \\ &= 33,33 \text{ m} \end{aligned}$$

- 2 Berdasarkan tingkat perunahan kelandaian melintas ($r_{max} = 0,035 \text{ m/det}$) (Martakim, 1997) :

$$\begin{aligned} L_s &= \frac{\left(\frac{e_m - e_n}{100}\right) \times V_R}{3,6 r_e} \\ &= \frac{\left(\frac{10 - 2}{100}\right) \times 60}{3,6 \times 0,035} \\ &= 38 \text{ m} \end{aligned}$$

- 3 Berdasarkan gaya sentrifugal yang pekerja pada kendaraan, dengan perubahan percepatan arah radial (C) sebesar $0,4 \text{ m/det}$ (Martakim, 1997) :

$$\begin{aligned} L_s &= \frac{0,0214 V_R^3}{RC} \\ &= \frac{0,0214 \times 60^3}{600 \times 0,4} \\ &= 19,26 \text{ m} \end{aligned}$$

- 4 Berdasarkan tingkat kelandaian relatif dengan syarat $e < \Delta$, dengan $\Delta = 1/263$, $b_w = 0,75$ dan $n_1 = 2$ (Martakim, 1997)

$$\begin{aligned}
 L_s &= \frac{(wn_1)e_d}{\Delta} \times B_w \\
 &= \frac{(3,6 \times 2) \times 6}{1/263} \times 0,75 \\
 &= 85,21 \text{ m}
 \end{aligned}$$

Dengan memperhatikan

$$\begin{aligned}
 \text{a. } L_{smin} &= \sqrt{24 \times P_{min} \times R} \\
 &= \sqrt{24 \times 0,015 \times 600} \\
 &= 14,696 \text{ m}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{b. } L_{smax} &= \sqrt{24 \times P_{max} \times R} \\
 &= \sqrt{24 \times 0,795 \times 600} \\
 &= 106,995 \text{ m}
 \end{aligned}$$

Maka dengan syarat $L_{smin} < L_s < L_{smax}$ diambil panjang $L_s = 70 \text{ m}$

b) Perhitungan θ_s , Δ_c , dan L_c

$$\begin{aligned}
 \bullet \quad \theta_s &= \frac{L_s}{2R} \times \frac{360}{2\pi} \\
 &= \frac{70}{2 \times 600} \times \frac{360}{2\pi} \\
 &= 3^\circ 20' 32,11''
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \bullet \quad \Delta_c &= \Delta - 2\theta_s \\
 &= 9^\circ 31' 55,8'' - (2 \times 3^\circ 20' 32,11'') \\
 &= 2^\circ 50' 51,57''
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \bullet \quad L_c &= \frac{2^\circ 50' 51,57''}{360^\circ} \times 2\pi R \\
 &= \frac{2^\circ 50' 51,57''}{360^\circ} \times 2\pi \times 600 \\
 &= 29,824 \text{ m}
 \end{aligned}$$

Karena besar L_c tidak memenuhi syarat $L_c < 15\text{m}$ maka tikungan Spiral-Aspiral tidak dapat digunakan dan perhitungan dilanjutkan dengan rumus tikungan Spral-Circle-Spiral.

Sehingga model tikungan S-C-S dapat digunakan

c) Pehitungan besar-besaran tikungan

- $$Y_c = \frac{L_s^2}{6R}$$

$$= \frac{70^2}{6 \times 600}$$

$$= 1,361 \text{ m}$$

- $$X_c = L_s - \frac{L_s^3}{40R^2}$$

$$= 70 - \frac{70^3}{40 \times 600^2}$$

$$= 67,618 \text{ m}$$

- $$k = X_c - R \sin \theta_s$$

$$= 67,618 - (600 \sin 3^\circ 20' 32,11'')$$

$$= 32,637 \text{ m}$$

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

$$= 1,361 - 300(1 - \cos 3^\circ 20' 32,11'')$$

$$= 0,850 \text{ m}$$

Karena p tidak memenuhi syarat tikungan Full Circle; $p < 0,2 \text{ m}$ maka tikungan Full Circle tidak dapat digunakan

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

$$= (600 + 0,850) \tan \frac{9^\circ 31' 55,8''}{2} + 32,637$$

$$= 82,733 \text{ m}$$

- $$Es = \frac{(R+p)}{\cos \frac{\Delta}{2}} - R$$

$$= \frac{(600+0,850)}{\cos \frac{9^{\circ}31'55,8''}{2}} - 600$$

$$= 2,934 \text{ m}$$

- $$L_{total} = L_c + 2L_s$$

$$= 29,824 + (2 \times 70)$$

$$= 169,824 \text{ m}$$

d) Pehitungan jarak pandang henti dan daerah bebas samping

- $$S_s = 0,278 \times VR \times T + 0,039 \frac{VR^2}{\alpha}$$

$$= 0,278 \times 60 \times 2,5 + (0,039 \times \frac{60^2}{3^{\circ}20'32,11''})$$

$$= 83,707 \text{ m dibulatkan } 85 \text{ m}$$
- $$M = R [1 - \cos (\frac{90L_c}{\pi R})] + 0,5 (S_s - L_c) \sin (\frac{90L_c}{\pi R})$$

$$= 600 [1 - \cos (\frac{90 \times 29,824}{\pi \times 600})] + 0,5 (85 - 29,824) \sin (\frac{90 \times 29,824}{\pi \times 600})$$

$$= 0,870 \text{ m}$$

e) Hasil perhitungan

$$\Delta_1 = 9^{\circ}31'55,8''$$

$$R = 600$$

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

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

$$e_n = 2\%$$

$$e = 6\%$$

$$L_s = 70 \text{ m}$$

$$\theta_s = 3^{\circ}20'32,11''$$

$$\Delta_c = 2^{\circ}50'51,57''$$

$$L_c = 29,824 \text{ m}$$

$$Y_c = 2,72 \text{ m}$$

$$X_c = 67,618 \text{ m}$$

$$k = 32,637 \text{ m}$$

$$T_s = 82,733 \text{ m}$$

$$E_s = 2,934 \text{ m}$$

$$S_s = 85 \text{ m}$$

$$M = 0,870 \text{ m}$$

4.3.3 Tikungan PI₃

Diketahui $\Delta 1 = 11^\circ 29' 44,88''$. Direncanakan radius tikungan (R) sepanjang 350 m dengan melihat syarat $R > R_{min}$. Direncanakan tikungan menggunakan perhitungan Spiral-Cicle-Spiral terlebih dahulu.

a) Pehitungan lengkung peralihan

1. Berdasarkan waktu perjalanan maksimum (2 detik) melintasi lengkung peralihan:

$$\begin{aligned} L_s &= \frac{V_R}{3,6} T \\ &= \frac{60}{3,6} \times 2 \\ &= 33,33 \text{ m} \end{aligned}$$

2. Berdasarkan tingkat perunahan kelandaian melintas ($r_{max} = 0,035 \text{ m/det}$)

(Martakim, 1997) :

$$\begin{aligned} L_s &= \frac{\left(\frac{e_m - e_n}{100}\right) \times V_R}{3,6 r_e} \\ &= \frac{\left(\frac{10 - 2}{100}\right) \times 60}{3,6 \times 0,035} \\ &= 38 \text{ m} \end{aligned}$$

- 5 Berdasarkan gaya sentrifugal yang bekerja pada kendaraan, dengan perubahan percepatan arah radial (C) sebesar 0,4 m/det (Martakim, 1997) :

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

$$= \frac{0,0214 \times 60^3}{350 \times 0,4}$$

$$= 33,017 \text{ m}$$

- 6 Berdasarkan tingkat kelandaian relatif dengan syarat $e < \Delta$, dengan $\Delta = 1/263$, $b_w = 0,75$ dan $n_1 = 2$ (Martakim, 1997)

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

$$= \frac{(3,6 \times 2) \times 6}{1/263} \times 0,75$$

$$= 85,21 \text{ m}$$

Dengan memperhatikan

$$\begin{aligned} \text{c. } L_{smin} &= \sqrt{24 \times P_{min} \times R} \\ &= \sqrt{24 \times 0,015 \times 350} \end{aligned}$$

$$= 11,224 \text{ m}$$

$$\begin{aligned} \text{d. } L_{smax} &= \sqrt{24 \times P_{max} \times R} \\ &= \sqrt{24 \times 0,795 \times 350} \end{aligned}$$

$$= 81,719 \text{ m}$$

Maka dengan syarat $L_{smin} < L_s < L_{smax}$ diambil panjang $L_s = 60 \text{ m}$

- b) Perhitungan θ_s , Δ_c , dan L_c

$$\begin{aligned} \bullet \quad \theta_s &= \frac{L_s}{2R} \times \frac{360}{2\pi} \\ &= \frac{60}{2 \times 350} \times \frac{360}{2\pi} \\ &= 4^\circ 54' 39,84'' \end{aligned}$$

- $$\Delta_c = \Delta - 2\theta_s$$

$$= 11^\circ 29' 44,88'' - (2 \times 4^\circ 54' 39,84'')$$

$$= 1^\circ 40' 25,20''$$
- $$L_c = \frac{1^\circ 40' 25,20''}{360^\circ} \times 2\pi R$$

$$= \frac{1^\circ 40' 25,20''}{360^\circ} \times 2\pi \times 350$$

$$= 10,223 \text{ m}$$

Karena besar L_c memenuhi syarat $L_c < 15\text{m}$ maka tikungan Spiral-Spiral dapat digunakan dan perhitungan dilanjutkan dengan rumus tikungan Spral-Spiral.

Sehingga model tikungan S-S dapat digunakan

f) Pehitungan besar-besaran tikungan

- $$Y_c = \frac{L_s^2}{6R}$$

$$= \frac{60^2}{6 \times 350}$$

$$= 1,714 \text{ m}$$
- $$X_c = L_s - \frac{L_s^3}{40R^2}$$

$$= 60 - \frac{60^3}{40 \times 350^2}$$

$$= 58,286 \text{ m}$$
- $$k = X_c - R \sin \theta_s$$

$$= 58,286 - (350 \sin 4^\circ 54' 39,84'')$$

$$= 28,322 \text{ m}$$
- $$p = Y_c - R (1 - \cos \theta_s)$$

$$= 1,714 - 350(1 - \cos 4^\circ 54' 39,84'')$$

$$= 0,429 \text{ m}$$

Karena p tidak memenuhi syarat tikungan Full Circle; $p < 0,2$ m maka tikungan Full Circle tidak dapat digunakan

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

$$= (350 + 0,429) \tan \frac{11^\circ 29' 44,88''}{2} + 28,322$$

$$= 63,595 \text{ m}$$

- $$E_s = \frac{(R+p)}{\cos \frac{\Delta}{2}} - R$$

$$= \frac{(350+0,429)}{\cos \frac{11^\circ 29' 44,88''}{2}} - 350$$

$$= 2,199 \text{ m}$$

- $$L_{\text{total}} = 2L_s$$

$$= (2 \times 60)$$

$$= 120 \text{ m}$$

g) Pehitungan jarak pandang henti dan daerah bebas samping

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

$$= 0,278 \times 60 \times 2,5 + (0,039 \times \frac{60^2}{4^\circ 54' 39,84''})$$

$$= 70,288 \text{ m dibulatkan } 70 \text{ m}$$

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

$$= 350 \left[1 - \cos \left(\frac{90 \times 10,223}{\pi \times 350} \right) \right] + 0,5 (70 - 10,) \sin \left(\frac{90 \times 10,223}{\pi \times 350} \right)$$

$$= 0,473 \text{ m}$$

h) Hasil perhitungan

$$\Delta_1 = 11^\circ 29' 44,88''$$

$$R = 350$$

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

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

e_n	= 2%
e	= 6%
L_s	= 60 m
θ_s	= 4°54'39,84"
Δc	= 1°40'25,20"
L_c	= 10,223 m
Y_c	= 1,714 m
X_c	= 58,286 m
k	= 28,322 m
T_s	= 63,595 m
E_s	= 2,199 m
S_s	= 70 m
M	= 0,473 m

4.3.4 Tikungan PI₄

Diketahui $\Delta 1 = 11^\circ 26' 26,7''$. Direncanakan radius tikungan (R) sepanjang 500 m dengan melihat syarat $R > R_{min}$. Direncanakan tikungan menggunakan perhitungan Spiral-Cicle-Spiral terlebih dahulu.

a) Pehitungan lengkung peralihan

7 Berdasarkan waktu perjalanan maksimum (2 detik) melintasi lengkung peralihan:

$$\begin{aligned}
 L_s &= \frac{VR}{3,6} T \\
 &= \frac{60}{3,6} \times 2 \\
 &= 33,33 \text{ m}
 \end{aligned}$$

8 Berdasarkan tingkat perunahan kelandaian melintas ($r_{max}= 0,035\text{m/det}$)

(Martakim, 1997) :

$$\begin{aligned} L_s &= \frac{\left(\frac{e_m - e_n}{100}\right) \times V_R}{3,6 r_e} \\ &= \frac{\left(\frac{10-2}{100}\right) \times 60}{3,6 \times 0,035} \\ &= 38 \text{ m} \end{aligned}$$

9 Berdasarkan gaya sentrifugal yang pekerja pada kendaraan, dengan perubahan percepatan arah radial (C) sebesar 0,4 m/det (Martakim, 1997) :

$$\begin{aligned} L_s &= \frac{0,0214 V_R^3}{RC} \\ &= \frac{0,0214 \times 60^3}{500 \times 0,4} \\ &= 23,112 \text{ m} \end{aligned}$$

10 Berdasarkan tingkat kelandaian relatif dengan syarat $e < \Delta$, dengan $\Delta=1/263$, $b_w=0,75$ dan $n_1=2$ (Martakim, 1997)

$$\begin{aligned} L_s &= \frac{(w n_1) e_d}{\Delta} \times B_w \\ &= \frac{(3,6 \times 2) \times 6}{1/263} \times 0,75 \\ &= 85,21 \text{ m} \end{aligned}$$

Dengan memperhatikan

$$\begin{aligned} \text{e. } L_{smin} &= \sqrt{24 \times P_{min} \times R} \\ &= \sqrt{24 \times 0,015 \times 500} \\ &= 13,416 \text{ m} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{f. } L_{smax} &= \sqrt{24 \times P_{max} \times R} \\ &= \sqrt{24 \times 0,795 \times 500} \\ &= 97,672 \text{ m} \end{aligned}$$

Maka dengan syarat $L_{smin} < L_s < L_{smax}$ diambil panjang $L_s = 55$ m

b) Perhitungan θ_s , Δ_c , dan L_c

$$\begin{aligned} \bullet \quad \theta_s &= \frac{L_s}{2R} \times \frac{360}{2\pi} \\ &= \frac{55}{2 \times 500} \times \frac{360}{2\pi} \\ &= 3^\circ 09' 04,56'' \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \bullet \quad \Delta_c &= \Delta - 2\theta_s \\ &= 11^\circ 26' 26,7'' - (2 \times 3^\circ 09' 04,56'') \\ &= 5^\circ 08' 17,58'' \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \bullet \quad L_c &= \frac{5^\circ 08' 17,58''}{360^\circ} \times 2\pi R \\ &= \frac{5^\circ 08' 17,58''}{360^\circ} \times 2\pi \times 500 \\ &= 44,839 \text{ m} \end{aligned}$$

Karena besar L_c tidak memenuhi syarat $L_c < 15$ m maka tikungan Spiral-Aspiral tidak dapat digunakan dan perhitungan dilanjutkan dengan rumus tikungan Spral-Circle-Spiral.

Sehingga model tikungan S-C-S dapat digunakan

i) Perhitungan besar-besaran tikungan

$$\begin{aligned} \bullet \quad Y_c &= \frac{L_s^2}{6R} \\ &= \frac{55^2}{6 \times 500} \\ &= 1,0083 \text{ m} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \bullet \quad X_c &= L_s - \frac{L_s^3}{40R^2} \\ &= 55 - \frac{55^3}{40 \times 500^2} \\ &= 54,983 \text{ m} \end{aligned}$$

- $k = X_c - R \sin \theta_s$
 $= 54,983 - (500 \sin 3^\circ 09' 04,56'')$

$$= 27,492 \text{ m}$$

- $p = Y_c - R (1 - \cos \theta_s)$
 $= 1,0083 - 500(1 - \cos 3^\circ 09' 04,56'')$
 $= 0,252 \text{ m}$

Karena p tidak memenuhi syarat tikungan Full Circle; $p < 0,2 \text{ m}$ maka tikungan Full Circle tidak dapat digunakan

- $T_s = (R + p) \tan \frac{\Delta}{2} + k$
 $= (500 + 0,252) \tan \frac{11^\circ 26' 26,7''}{2} + 27,492$
 $= 77,603 \text{ m}$

- $E_s = \frac{(R+p)}{\cos \frac{\Delta}{2}} - R$
 $= \frac{(500+0,252)}{\cos \frac{11^\circ 26' 26,7''}{2}} - 500$
 $= 2,755 \text{ m}$

- $L_{\text{total}} = L_c + 2L_s$
 $= 44,839 + (2 \times 55)$
 $= 154,839 \text{ m}$

j) Pehitungan jarak pandang henti dan daerah bebas samping

- $S_s = 0,278 \times V_R \times T + 0,039 \frac{V_R^2}{\alpha}$
 $= 0,278 \times 60 \times 2,5 + (0,039 \times \frac{60^2}{3^\circ 09' 04,56''})$
 $= 86,253 \text{ m dibulatkan } 90 \text{ m}$

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

$$= 500 \left[1 - \cos \left(\frac{90 \times 44,839}{\pi \times 500} \right) \right] + 0,5 (90 - 44,839) \sin \left(\frac{90 \times 44,839}{\pi \times 500} \right)$$

$$= 1,514 \text{ m}$$

k) Hasil perhitungan

$$\Delta_1 = 11^\circ 26' 26,7''$$

$$R = 500 \text{ m}$$

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

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

$$e_n = 2\%$$

$$e = 6\%$$

$$L_s = 55 \text{ m}$$

$$\theta_s = 3^\circ 09' 04,56''$$

$$\Delta_c = 5^\circ 08' 17,58''$$

$$L_c = 44,839 \text{ m}$$

$$Y_c = 1,0083 \text{ m}$$

$$X_c = 54,983 \text{ m}$$

$$k = 27,492 \text{ m}$$

$$T_s = 77,603 \text{ m}$$

$$E_s = 2,755 \text{ m}$$

$$S_s = 90 \text{ m}$$

$$M = 1,514 \text{ m}$$

4.3.5 Pehitungan Stationing

Data-data:

$$d_{A-1} = 400,35 \text{ m}$$

$$d_{1-2} = 239,41 \text{ m}$$

$$d_{2-3} = 109,88 \text{ m}$$

$$d_{3-4} = 240,03 \text{ m}$$

$$d_{4-B} = 314,03 \text{ m}$$

$$\text{STA A} = 3+350$$

$$\text{STA PI}_1 = \text{STA A} + d_{A-1}$$

$$= (3+350) + 400,35$$

$$= 3+750,35$$

$$\text{STA TS}_1 = \text{STA PI}_1 - \text{TS}_1$$

$$= (3+750,35) - 118,3819 \text{ m}$$

$$= 3+631,9681$$

$$\text{STA SC}_1 = \text{STA TS}_1 + \text{LS}_1$$

$$= 3+631,9681 + 80$$

$$= 3+711,9681$$

$$\text{STA CS}_1 = \text{STA SC}_1 + \text{LC}_1$$

$$= 3+711,9681 + 74,441 \text{ m}$$

$$= 3+786,4091$$

$$\text{STA ST}_1 = \text{STA CS}_1 + \text{LS}_1$$

$$= 3+786,4091 + 80$$

$$= 3+860,4091$$

$$\text{STA PI}_2 = \text{STA ST}_1 + d_{1-2} - \text{TS}_1$$

$$= 3+860,4091 + 239,41 - 118,3819 \text{ m}$$

$$= 3+981,4372$$

$$\text{STA TS}_2 = \text{STA PI}_2 - \text{TS}_2$$

$$= 3+981,4372 - 82,733$$

$$= 3+898,704$$

$$\text{STA SC}_2 = \text{STA TS}_2 + \text{LS}_2$$

$$= 3+898,704 + 70$$

$$= 3+968,704$$

$$\text{STA CS}_2 = \text{STA SC}_2 + \text{LC}_2$$

$$= 3+968,704 + 29,824$$

$$= 3+998,528$$

$$\text{STA ST}_2 = \text{STA CS}_2 + \text{LS}_2$$

$$= 3+998,528 + 70$$

$$= 4+068,528$$

$$\text{STA PI}_3 = \text{STA ST}_2 + d_{2-3} - \text{TS}_2$$

$$= 4+068,528 + 109,88 - 82,733$$

$$= 4+095,675$$

$$\text{STA TS}_3 = \text{STA PI}_3 - \text{TS}_3$$

$$= 4+095,675 - 63,595$$

$$= 4+032,080$$

$$\text{STA ST}_3 = \text{STA PI}_3 + \text{TS}_3$$

$$= 4+095,675 + 63,595$$

$$= 4+159,270$$

$$\text{STA PI}_4 = \text{STA ST}_3 + d_{3-4} - \text{TS}_3$$

$$= 4+159,270 + 240,03 - 63,595$$

$$= 4+335,705$$

$$\text{STA TS}_4 = \text{STA PI}_4 - \text{TS}_4$$

$$= 4+335,705 - 77,603$$

$$= 4+258,102$$

$$\text{STA SC}_4 = \text{STA TS}_4 + \text{LS}_4$$

$$= 4+258,102 + 55$$

$$= 4+313,102$$

$$\text{STA CS}_4 = \text{STA SC}_4 + \text{LC}_4$$

$$= 4+313,102 + 44,839$$

$$= 4+357,941$$

$$\text{STA ST}_4 = \text{STA CS}_4 + \text{LS}_4$$

$$= 4+357,941 + 55$$

$$= 4+412,941$$

$$\text{STA B} = \text{STA ST}_4 + d_{4-B} - \text{TS}_4$$

$$= 4+412,941 + 314,03 - 77,603$$

$$= 4+649,368$$

4.4 Perhitungan Tebal Perkerasan Lentur

Perkerasan yang akan direncanakan menggunakan perkerasan lentur atau *flexible pavement*.

4.4.1 Analisa Hasil Data Volume Lalu Lintas Rencana

Tabel 4 7 Jumlah Kendaraan Di Daerah Istimewa Yogyakarta

Sumber : (Analisis, 2021)

Jenis Kendaraan	Konfigari Sumbu	Jumlah Kendaraan
Kendaraan Tak Bermotor	1.1	209
Sepeda Motor	1.1	9765
Sedan, Jeep, Kijang	1.1	1925
Pickup Mobil Hantaran (Box)	1.1	272
Angkutan Umum Non Bus (Angkot)	1.1	0
Bus Sedang	1.2	71
Bus Besar	1.2	50
Truk Sedang	1.2	79
Truk Besar	1.22	39
Truk Gandeng	1.2-2.2	16

Tabel 4 8 Jumlah Sumbu Kendaraan Niaga Harian (JSKNH)

Sumber : (Analisis, 2021)

Jenis Kendaraan	Konfigurasi Sumbu	Jumlah Kendaraan	Jumlah Sumbu
Kendaraan Tak Bermotor	1.1	209	418
Sepeda Motor	1.1	9765	19530
Sedan, Jeep, Kijang	1.1	1925	3850
Pickup Mobil Hantaran (Box)	1.1	272	544
Angkutan Umum Non Bus (Angkot)	1.1	0	0
Bus Sedang	1.2	71	213
Bus Besar	1.2	50	150
Truk Sedang	1.2	79	237
Truk Besar	1.22	39	195
Truk Gandeng	1.2-2.2	16	112
Jumlah			25249

Besar pertumbuhan lalu lintas pertahun (i) sebesar 5% dari PPK perencanaan Daerah Istimewa Yogyakarta

Umur rencana (UR) jalan direncanakan untuk 10 tahun.

Nilai CBR Tanah sebesar 6%.

$$\begin{aligned} R &= \frac{(1+0,01i)^{UR}-1}{0,01i} \\ &= \frac{(1+0,01(5\%)^{10})-1}{0,01(5\%)} \\ &= 20 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} JSKN &= JSKNH \times 365 \times R \times C \\ &= 25249 \times 365 \times 20 \times 0,8 \\ &= 147454160 \\ &= 1,5 \times 10^8 \text{ (pembulatan)} \end{aligned}$$

4.5 Data Perencanaan Tebal Perkerasan

- ▣ Tebal perkerasan untuk 2 jalur dan 2 arah
- ▣ Masa konstruksi (n1) = 1 tahun
- ▣ Umur rencana (n2) = 10 tahun
- ▣ Angka pertumbuhan lalu lintas (i1) = 2 %
- ▣ Angka pertumbuhan lalu lintas (i2) = 7 %
- ▣ Jalan yang direncanakan adalah jalan kelas III (jalan kolektor)
- ▣ Curah hujan rata – rata diperkirakan 1.837 mm/tahun (Kidul, 2020)

4.6 CBR Desain Tanah Dasar

Tabel 4 9 CBR Tanah Dasar

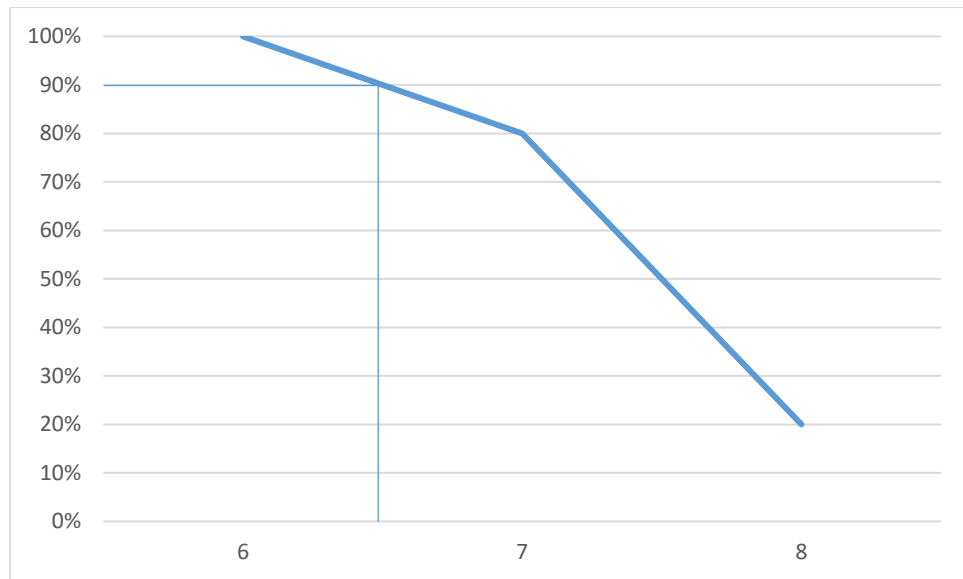
Sumber : (Analisis, 2021)

STA	3+350	3+400	3+500	3+600
CBR (%)	8	7	6	7
STA	3+700	3+800	3+900	4+000
CBR (%)	7	6	7	7
STA	4+100	4+200	4+300	4+400
CBR (%)	7	7	7	6
STA	4+500	4+600	4+700	
CBR (%)	8	8	6	

Tabel 4 10 Penentuan CBR Desain

Sumber : (Analisis, 2021)

CBR (%)	Jumlah Yang Sama atau Lebih Besar	Persen yang Sama atau Lebih Besar
6	15	$15/15 \times 100\% = 100\%$
7	12	$12/15 \times 100\% = 80\%$
8	3	$3/15 \times 100\% = 20\%$



Gambar 4.2 Penentuan CBR Desain 90%

Sumber : (Analisis, 2021)

Perhitungan jenis kendaraan tak bermotor:

$$\begin{aligned}
 LHR_p &= (LHR_s \times (1+i_1))^{n_1} \\
 &= (209 \times (1+0,02)^1) \\
 &= 213
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 LHR_A &= (LHR_p \times (1+i_2))^{n_2} \\
 &= (214 \times (1+0,07)^{10}) \\
 &= 420
 \end{aligned}$$

Perhitungan selanjutnya dapat di lihat tabel berikut:

Tabel 4.11 Nilai LHR_s , LHR_p , LHR_A

Sumber : (Analisis, 2021)

Jenis Kendaraan	LHR_s	LHR_p	LHR_A
Kendaraan Tak Bermotor	209	213	420
Sepeda Motor	9765	9960	19622
Sedan, Jeep, Kijang	1925	1964	3868
Pickup Mobil Hantaran (Box)	272	277	547

Angkutan Umum Non Bus (Angkot)	0	0	0
Bus Sedang	71	72	143
Bus Besar	50	51	100
Truk Sedang	79	81	159
Truk Besar	39	40	78
Truk Gandeng	16	16	32

LHR_s = Lalu lintas harian rata-ra setiap jenis kendaraan

LHR_p = Lalu lintas harian rata-rata permulaan.

LHR_A = Lalu lintas harian rata-rasta akhir.

Tabel 4 12 Angka Ekvivalen pada masing-masing jenis kendaraan

Sumber : (Analisis, 2021)

Jenis Kendaraan	LHRS (Kendaraan)	Angka Ekvivalen
Kendaraan Tak Bermotor	2 (1+1)	$0,002 + 0,002 = 0,004$
Sepeda Motor	2 (1+1)	$0,002 + 0,002 = 0,004$
Sedan, Jeep, Kijang	2 (1+1)	$0,002 + 0,002 = 0,004$
Pickup Mobil Hantaran (Box)	2 (1+1)	$0,002 + 0,002 = 0,004$
Angkutan Umum Non Bus (Angkot)	2 (1+1)	$0,002 + 0,002 = 0,004$
Bus Sedang	2(1+2)	$0,002 + 0,002 = 0,004$
Bus Besar	8(3+5)	$0,0183 + 0,1410 = 0,1593$
Truk Sedang	8(3+5)	$0,0183 + 0,1410 = 0,1593$
Truk Besar	13 (5+8)	$0,1410 + 0,9238 = 1,0648$
Truk Gandeng	30 (6+8+8+8)	$0,2923 + 0,9238 + 0,9238 + 0,9238 = 3,0637$

Perhitungan nilai LEP,LEA,LET, dan LER, C_j adalah nilai koefisien distribusi kendaraan.

Nilai C_j di dapat dari tabel di bawah ini.

Tabel 4 13 Koefisien Distribusi Kendaraan (c)

Sumber : (Departemen Pekerjaan Umum, 1987)

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

Sumber Bina Marga, 1987

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

**) Berat total ≥ 5 ton , misalnya : bus , truk, traktor, semi trailer, trailer

$$LEP = (\sum_{j=1}^n LH R_p \times C_j \times E_j) \quad C_j \text{ di ambil dari kendaraan ringan yang 2 arah dan 2 jumlah lajur (Departemen Pekerjaan Umum, 1987)}$$

$$= (213 \times 0,5 \times 0,0004)$$

$$= 0,0426$$

$$LEA = (\sum_{j=1}^n LH R_A \times C_j \times E_j)$$

$$=(420 \times 0,5 \times 0,004)$$

$$= 0,0840$$

$$LET = (\frac{1}{2} \times (\sum LEP + \sum LEA))$$

$$= (\frac{1}{2} \times (2,5348 + 0,9938))$$

$$= 4$$

$$LER = (LET \times \frac{UR}{10})$$

$$= (4 \times \frac{10}{10})$$

$$= 4$$

Tabel 4 14 Nilai LEP,LEA,LET, LER

Sumber : (Analisis, 2021)

Jenis Kendaraan	LEP	LEA	LET	LER
Kendaraan Tak Bermotor	0,0426	0,0840	4	4
Sepeda Motor	1,992	3,9244		
Sedan, Jeep, Kijang	0,3928	0,7736		
Pickup Mobil Hantaran (Box)	0,0554	0,1094		
Angkutan Umum Non Bus (Angkot)	0	0,0000		
Bus Sedang	0,0144	0,0286		
Bus Besar	0,0102	0,0200		
Truk Sedang	0,0162	0,0318		
Truk Besar	0,008	0,0156		
Truk Gandeng	0,0032	0,0064		
Jumlah	2,5348	4,9938		

Ket: C (Kendaraan Sedang) = 0,50 , dari tabel koefisien distribusi kendaraan (Departemen Pekerjaan Umum, 1987)

E = Angka Ekuivalen

LEP = Lintas Ekuivalen Permulaan

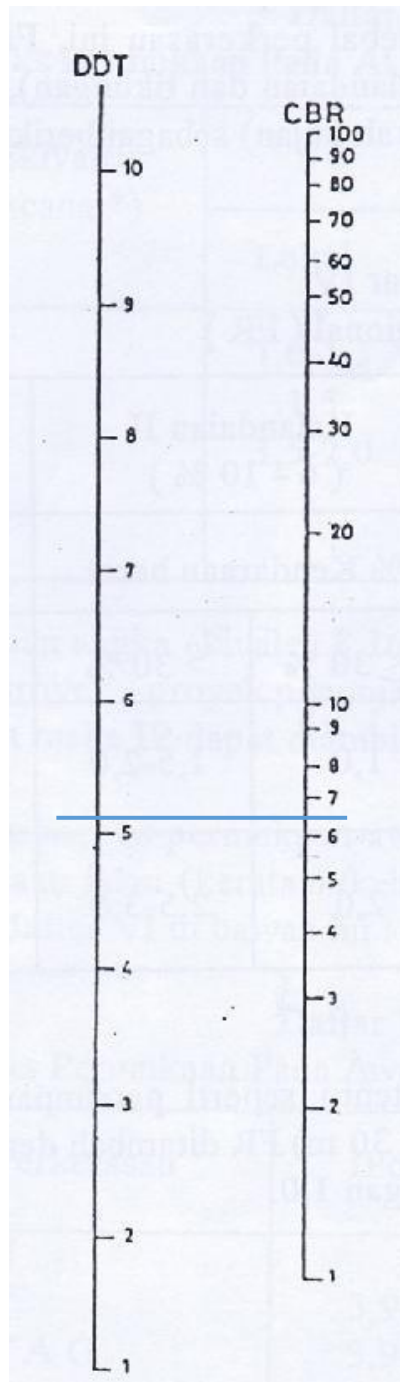
LEA = Lintas Ekuivalen Akhir

LET = Lintas Ekuivalen Tengah

LER = Lintas Ekuivalen Rencana

4.7 Penetapan Tebal Perkerasan

4.7.1 Perhitungan ITP (Indeks Tebal Perkerasan)



Gambar 4 3 Korelasi DDT dan CBR

Sumber : (Susanto, 2017)

1. Berdasarkan Gambar diatas nilai CBR 6,5 diperoleh DDT 5,2
2. Jalan Raya Kelas 3, Klasifikasi jalan kolektor
3. Penentuan nilai Faktor regional (FR)

$$\text{- \% Kendaraan Berat} = \frac{\text{Jumlah kendaraan berat}}{LHR_s} \times 100\%$$

$$= \frac{254}{12426} \times 100\%$$

$$= 2,044\% \leq 30 \%$$

$$\text{- Kelandaian} = \frac{\text{Elevasi titik B} - \text{Elevasi titik A}}{\text{Jarak A-B}} \times 100\%$$

$$= \frac{338,988 - 292,500}{1350} \times 100\%$$

$$= 3,443 \%$$

$$= 3,443 \% < 6 \%$$

- Curah hujan berkisar 2500 – 3000 mm/tahun

Sehingga dikategorikan > 900 mm.

Termasuk pada iklim II

Dengan mencocokkan hasil perhitungan % kendaraan berat dan kelandaian pada tabel

4.15 Nilai faktor regional didapat FR = 1,5 (Martakim, 1997)

Tabel 4 15 Nilai Faktor Regional (FR)

Sumber : (Departemen Pekerjaan Umum, 1987)

Kategori iklim	Kelandaian I (< 6 %)		Kelandaian II (6 % - 10 %)		Kelandaian III (> 10 %)	
	% kendaraan berat		% kendaraan berat		% kendaraan berat	
	≤ 30 %	> 30 %	≤ 30 %	> 30 %	≤ 30 %	> 30 %
1	2	3	4	5	6	7
Iklim I <900 mm/th	0,5	1,0 – 1,5	1,0	1,5 - 2	1,5	2,0 – 2,5
Iklim II >900 mm/th	1,5	2,0 – 2,5	2,0	2,5 – 3,0	2,5	3,0 – 3,5

4.7.2 Penentuan Indeks Permukaan (IP)

1. Indeks Permukaan Awal (IPo)

Direncanakan Lapisan Permukaan LASTON MS 744 dengan Roughness > 1000

mm/km diperoleh IPo = 3,9 – 3,5

Tabel 4 16 Indeks Permukaan Pada Awal Umur Rencana (IPo)

Sumber : (Departemen Pekerjaan Umum, 1987)

Jenis Lapis perkerasan	IPo	Roughness *) (mm/ km)
LASTON	≥ 4	≤ 1000
	3,9 – 3,5	> 1000
LASBUTAG	3,9 – 3,5	≤ 2000
	3,4 – 3,0	> 2000
HRA	3,9 – 3,5	≤ 2000
	3,4 – 3,0	> 2000
BURDA	3,9 – 3,5	< 2000
BURTU	3,4 – 3,0	< 2000
LAPEN	3,4 – 3,0	≤ 3000
LATASBUM	2,9 – 2,5	> 3000
	2,9 – 2,5	
BURAS	2,9 – 2,5	

2. Indeks Permukaan Akhir (IPt)

a. Jalan Kolektor

b. LER = 4,9938 (Berdasarkan hasil perhitungan)

Dari tabel indeks permukaan pada akhir umur rencana diperoleh IPt = 1,5

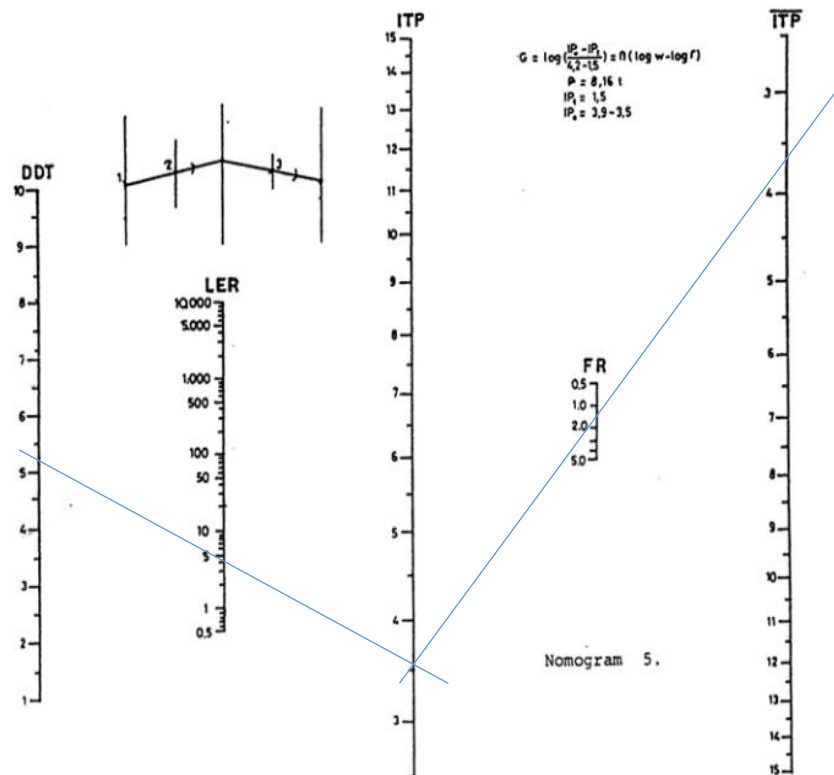
Tabel 4 17 Indeks Permukaan Pada Akhir Umur Rencana (IPt)

Sumber : (Departemen Pekerjaan Umum, 1987)

LER	Klasifikasi Jalan			
	Lokal	Kolektor	Arteri	Tol
< 10	1,0 – 1,5	1,5	1,5 – 2,0	-
10 – 100	1,5	1,5 – 2,0	2,0	-
100 – 1000	1,5 – 2,0	2,0	2,0 – 2,5	-
> 1000	-	2,0 – 2,5	2,5	2,5

4.7.3 Mencari Harga Indeks Tebal Perkerasan (ITP)

Cara pembacaannya ditarik garis sesuai dengan nilai DDT LER sama FR dan monogram yang sesuai dengan perencanaan.



Gambar 4 4 Mencari Harga Indeks Tebal Perkerasan (ITP)

Sumber : (Departemen Pekerjaan Umum, 1987)

Dengan melihat Nomogram 5 diperoleh nilai $\overline{ITP} = 3,6$ dan $ITP = 3,55$

Direncanakan susunan lapisan perkerasan sebagai berikut :

1. Lapisan Permukaan (Surface Course), Dengan ITP 3,55 didapat :

D1 = 5 cm , dari tabel batas batas minimum tebal lapisan perkerasan (Departemen Pekerjaan Umum, 1987)

a1 = - (Lapen)

2. Lapisan Pondasi Atas (Base Course), Dengan ITP 3,55 didapat :

$D2 = 20 \text{ cm}$, dari tabel batas batas minimum tebal lapisan perkerasan (Departemen Pekerjaan Umum, 1987)

$a2 = 0,12$ (Batu Pecah Kelas C CBR 60 %)

3. Lapisan Pondasi Bawah (Sub Base Course), Dengan tebal minimal = 10 cm

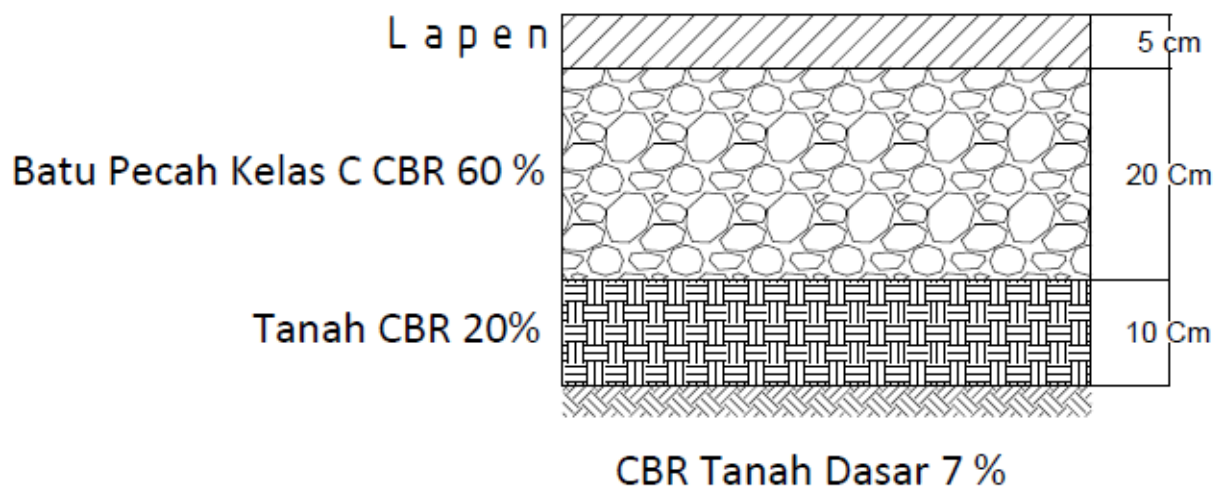
$D3 = 10 \text{ cm}$, dari tabel batas batas minimum tebal lapisan perkerasan (Departemen Pekerjaan Umum, 1987)

$a3 = 0,10$ (Tanah CBR 20%)

Dimana :

$a1, a2, a3$: Koefisien relatife bahan perkerasan (Departemen Pekerjaan Umum, 1987)

$D1, D2, D3$: Tebal masing – masing lapis permukaan



Gambar 4 5 CBR Tanah Dasar 7%

Sumber : (Analisis, 2021)

BAB V

PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Jadi hasil dari perhitungan perencanaan geometric dan perkerasan *main road* STA 3+ sampai 4+700 didapatkan hasil sebagai berikut:

1. Geometrick jalan terdiri dari dua tikungan dengan jenis tikungan Spiral-Circle-Spiral
2. Tipe perkerasan menggunakan tipe perkerasan memanjang dengan batang pengikat.

5.2 Saran

Dalam penyusunan Tugas Akhir saya ini, penulis masih banyak kekurangan maka dari itu perlu adanya perhatian beberapa hal dalam menyusun Tugas Akhir seperti:

1. Diperlukan referensi yang lebih luas lagi sebagai pembanding antar metode perencanaan.
2. Data Lalu Lintas Harian Rata-Rata sebaiknya menggunakan data yang spesifikasi pada ruas jalan yang lebih detail lagi.

DAFTAR PUSTAKA

Martakim, S. (1997). *Tata Cara Perencanaan Geometrik Jalan Antar Kota*. Jakarta:

Departemen Pekerjaan Umum Direktorat Jendral Bina Marga.

Susanto, H. (2017). *Tiga jenis perkerasan jalan yang sering digunakan*.

<https://docplayer.info/53130004-Bab-ii-tinjauan-pustaka-sampai-saat-ini-ada-3-tiga-jenis-perkerasan-jalan-yang-sering-digunakan-yaitu.html>.

Umum, D. P. (1987). *Petunjuk Perencanaan Tebal Perkerasan Lentur Jalan Raya dengan*

Metode Analisa Komponen. Jakarta: Yayasan Badan Penerbit PU.

LAMPIRAN