

**PERENCANAAN SIMPANG SUSUN
PRAMBANAN – MANISRENGGO STA. 30+900 JALAN
TOL SOLO – JOGJA MENGGUNAKAN TYPE
CLOVER**

TUGAS AKHIR

Tugas Akhir sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar sarjana – S1

Dari Program Studi Teknik Sipil

Fakultas Teknik

Disusun Oleh:

Wildan Nurzidan

2112191158



**PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS SANGGA BUANA YPKP**

2022

ABSTRAK

Jalan Tol Jogja – Solo merupakan rangkaian dari sebuah tol trans java ruas Solo – Yogyakarta – NYIA Kulon Progo dengan Panjang total rencana 96,58km. jalan tol dibangun untuk mendukung pertumbuhan ekonomi antara sisi barat pulau jawa dan timur pulau jawa dan akan menghemat waktu dari 4-5 jam menjadi 1-2 jam. Jalan tol ini diharapkan dapat menjadi solusi dari kemacetan yang sering terjadi dan diharapkan memperlancar yang akan atau keluar dari bandara NYIA. Sampai saat ini konstruksi masih dilakukan pada Seksi 1 sedangkan seksi lainnya sedang tahap perencanaan dan pembebasan lahan. perencanaan yang akan dibahas dalam tugas akhir ini adalah pada interchange prambanan – manisrenggo sta 30+900 dengan memodifikasi rencana simpang susun yang sudah ada yaitu simpang susun dengan type trumpet yang akan di modifikasi menjadi type full cloverleaf (double lengan).

Metode yang akan digunakan untuk merancang geometrik jalan tol mengacu kepada Pedoman Desain Geometrik jalan tol Nomor: 20/SE/Db/2021 (PDGJ 2021) yang dikeluarkan oleh Direktorat Jenderal Binamarga.

Dari hasil perencanaan Simpang Susun Prambanan - Manisrenggo di desain menggunakan kecepatan 40 km/j dengan panjang total akses dan ramp sepanjang 9,897km dengan 20 PI dan 28 PVI.

Dari hasil perencanaan yang dilakukan didapatkan radius terkecil pada alinyem horizontal sebesar 100 m dan terbesar 1500 m. pada alinyemen vertical didapatkan grade minimum yaitu sebesar 0,5% dan maximum 4%, semua desain telah memenuhi kriteria – kriteria yang telah di atur dalam PDGJ 2021.

Kata kunci : Perencanaan, Simpang Susun, Type Clover, Geometrik Jalan Tol

KATA PENGANTAR

Puji syukur kehadiran Tuhan yang merupakan sumber dari segala ilmu pengetahuan, penabur cahaya ilham dan sumber segala kebenaran yang telah melimpahkan rahmat dan hidayah-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan penyusunan Tugas Akhir ini yang berjudul **“PERENCANAAN SIMPANG SUSUN PRAMBANAN-MANISRENGGO STA. 30+900 JALAN TOL SOLO – JOGJA MENGGUNAKAN TYPE CLOVER”**.

Penulis menghaturkan banyak terimakasih yang setulus-tulusnya kepada semua pihak yang telah membantu, tanpa mereka penulisan ini tidak akan terlaksana dengan baik. Penulis mengucapkan terima kasih kepada :

1. Dr. Didin Saepudin, SE., M. Si selaku Rektor Universitas Sangga Buana YPKP-Bandung;
2. Dr. Teguh Nurhadi Suharsono, ST, MT selaku Wakil Rektor I Universitas Sangga Buana YPKP - Bandung.
3. Bambang Susanto, SE, M.Si selaku Wakil Rektor II Universitas Sangga Buana YPKP – Bandung;
4. Nurhaeni Sikki, S.A.P., M.A.P selaku Wakil Rektor III Universitas Sangga Buana YPKP – Bandung;
5. Slamet Risnanto, ST., M.Kom selaku Dekan Fakultas Teknik Sipil Universitas Sangga Buana YPKP – Bandung;
6. Chandra Afriade Siregar, ST., MT selaku Dosen Pembimbing Universitas Sangga Buana YPKP – Bandung;
7. Muhammad Syukri, S.T., MT selaku Ketua Program Studi Teknik Sipil dan Co Dosen Pembimbing Universitas Sangga Buana YPKP – Bandung;
8. Segenap dosen, staff Program Studi Teknik Sipil, dan staff Laboratorium Teknik Sipil Universitas Sangga Buana YPKP – Bandung, yang selalu membantu dalam informasi dan kebutuhan penelitian selama menyelesaikan Topik Khusus ini;

Penulis menyadari Tugas Akhir ini masih jauh dari kata sempurna, tetapi bagaimanapun kita hanyalah manusia yang tidak luput dari kesalahan. Oleh karena itu, saran dan kritik yang dapat membangun dengan jiwa besar akan Penulis terima dengan baik sebagai bahan pemikiran dan perbaikan. semoga Tugas Akhir ini dapat berguna bagi penulis pada khususnya dan semua pihak yang berkepentingan dengan penulis Tugas Akhir ini.

Bandung, 2023

Penyusun

Wildan Nurzidan

DAFTAR ISI

ABSTRAK	
KATA PENGANTAR.....	i
DAFTAR ISI.....	iii
DAFTAR GAMBAR.....	vi
DAFTAR TABEL	viii
DAFTAR NOTASI.....	x
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Tujuan Penelitian	2
1.4 Maksud penelitian	2
1.5 Sistemetika Penelitian	2
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	4
2.1 Tinjauan Umum	4
2.2 Peraturan Geometrik Jalan tol.....	4
2.2.1 Ruang Lingkup.....	5
2.2.2 Acuan Normatif.....	5
2.2.3 Istilah dan Definisi	7
2.2.4 Ketentuan umum	10
2.3 Kriteria Desain	18
2.3.1 Keterangan Tambahan.....	28
2.4 Tipe Simpang Susun	37
2.4.1 Tipe T (Trumpet) dan Y	37
2.4.2 Tipe diamond.....	38
2.4.3 Tipe full cloverleaf dan half cloverleaf.....	38
2.4.4 Tipe directonal.....	39
2.4.5 Tipe kombinasi.....	39

2.5	Perencanaan Alinyemen Horizontal	40
2.5.1	Jarak Pandang.....	41
2.5.2	Alinyemen Horizontal	46
2.6	Perencanaan Alinemen Vertikal.....	52
2.6.1	Kelandaian.....	52
2.6.2	Lengkung Vertikal Cembung.....	54
2.6.3	Lengkung Vertikal Cekung.....	56
BAB III METODOLOGI PENELITIAN		58
3.1	Lokasi Penelitian.....	58
3.2	Metode Penelitian	59
3.3	Metode Pengambilan Data.....	59
3.4	Klasifikasi Pemilihan Type Simpang susun	59
3.4.1	Ketentuan umum	59
3.4.2	Ketentuan Teknis.....	60
3.5	Metode Analisa Data.....	65
3.5.1	Desain Awal	65
3.5.2	Perencanaan Alinemen Horizontal.....	65
3.5.3	Alinyemen Vertikal	66
3.5.4	Penetapan Potongan Melintang Jalan.....	66
3.6	Diagram Alir Perencanaan.....	68
BAB IV PERENCANAAN GEOMETRIK.....		70
4.1	Dasar Perencanaan Jalan.....	70
4.1.1	Penampang Melintang Jalan.....	70
4.1.2	Penentuan Karakteristik Geometrik	70
4.2	Penentuan Trase Rencana	70
4.3	Data Perencanaan Alinyemen Horizontal	71
4.4	Perhitungan Alinyemen Horizontal	72
4.4.1	Perhitungan Sudut Azimuth dan Sudut Tikungan.....	72
4.4.2	Perhitungan Jari – jari Tikungan (R).....	75
4.4.3	Perhitungan Superelevasi (e).....	75

4.4.4	Perencanaan Panjang Lengkung Peralihan (Ls).....	77
4.4.5	Perhitungan Parameter Lengkung Horizontal.....	80
4.4.6	Stasioning Titik Parameter Lengkung Horizontal.....	82
4.4.7	Gambar Parameter Lengkung dan Superelevasi	83
4.5	Perencanaan Alinyemen Vertical.....	84
4.5.1	Penentuan kelandaian minimum dan maksimum.....	85
4.5.2	Perencanaan jarak pandang henti	85
4.5.3	Kelandaian Rencana Lengkung Vertikal Cembung.....	85
4.5.4	Perencanaan Panjang Lengkung Vertikal Cembung.....	86
4.5.5	Stasioning Titik Parameter Lengkung Vertikal Cembung.....	87
4.5.6	Elevasi Titik Parameter Lengkung Vertikal Cembung.....	87
4.5.7	Kelandaian Rencana Lengkung Vertikal Cekung	88
4.5.8	Perencanaan Panjang Lengkung Vertikal Cembung.....	89
4.5.9	Stasioning Titik Parameter Lengkung Vertikal Cembung.....	90
4.5.10	Elevasi Titik Parameter Lengkung Vertikal Cembung	90
4.5.11	Perhitungan Daerah Kebebasan Samping	91
4.6	Rekapitulasi Hasil Perhitungan.....	92
4.6.1	Alinyemen Horizontal	92
4.6.1	Alinyemen Vertikal	93
BAB V PENUTUP.....		95
5.1	Kesimpulan	95
5.1.1	Perencanaan Horizontal :	95
5.1.2	Perencanaan Vertikal.....	95
5.2	Saran	96
DAFTAR PUSTAKA.....		98
LAMPIRAN		

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1	Ruang bebas untuk jalur lajur lintas dengan bahu jalan	28
Gambar 2.2	Ruang bebas jalur lalu lintas pada jembatan dengan bentang 50 m atau lebih, atau pada terowongan	28
Gambar 2.3	Ruang bebas untuk jalur lalu lintas pada jalan tidak ada bahunya.....	29
Gambar 2.4	Ruang bebas untuk trotoar dan jalur sepeda.....	29
Gambar 2.5	Ruang Bebas Kendaraan.....	30
Gambar 2.6	Penampang Memanjang dan Pandangan Atas Ruang Bebas	33
Gambar 2.7	Ruang Bebas SUTT 66 kV dan 150 kV Menara	34
Gambar 2.8	Ruang Bebas SUTET 275 kV dan 500 kV Sirkuit Ganda.....	35
Gambar 2.9	Ruang Bebas SUTET 500 KV Sirkuit Tunggal	36
Gambar 2.10	Tipe T (Trumpet).....	37
Gambar 2.11	Tipe Y	37
Gambar 2.12	Tipe Diamond.....	38
Gambar 2.13	Tipe Full Cloverleaf dan Half Cloverleaf.....	38
Gambar 2.14	Tipe Directonal.....	39
Gambar 2.15	Jarak pandang henti	41
Gambar 2.16	Jarak pandang menyiap	43
Gambar 2.17	Jarak Pandang Pada Lengkung Horizontal.....	45
Gambar 2.18	Grafik Koefisien Gesekan Melintang (f).....	47
Gambar 2.19	Komponen FC (Full Circle).....	49
Gambar 2.20	Komponen S-C-S (Spiral-Circle-Spiral)	50
Gambar 2.21	Komponen S-S.....	51
Gambar 2.22	Lengkung Vertikal Cekung	52
Gambar 2.23	Lengkung Vertikal Cembung	53
Gambar 3.1.	Peta Lokasi Proyek Jalan Tol Jogja – Solo	58
Gambar 3.2.	Peta Lokasi Simpang Susun Prambanan-Manisrenggo.....	58
Gambar 3.3	Perbandingan Biaya total berbagai tipe simpang sebagai fungsi lalu lintas	60

Gambar 3.4	Jalur penghubung.....	61
Gambar 3.5	Bagan alir pemilihan awal sistem simpang tidak sebidang.....	62
Gambar 3.6	Pelayanan Simpang tidak sebidang (major road to lasser facility)	63
Gambar 3.7	Pelayanan Simpang tidak sebidang (major road to lasser facility)	64
Gambar 3.8.	Potongan Melintang Akses sebelum gerbang Tol.....	66
Gambar 3.9.	Potongan Melintang Akses setelah gerbang Tol	67
Gambar 3.10.	Potongan Melintang Ramp.....	67
Gambar 4.1	Trase Interchange Rencana Dan Trase Eksisting.....	71
Gambar 4.2	Keyplan Trase Interchange Rencana Dan Trase Eksisting.....	72
Gambar 4.3	Rencana Titik Start – PI 1 – PI 2.....	72
Gambar 4.4	Stasioning Titik Parameter Lengkung Horizontal pada Titik PI 1.....	83
Gambar 4.5	Parameter Lengkung Horizontal.....	84
Gambar 4.6	Diagram Superelevasi pada Titik PI-1	84
Gambar 4.7	Kelandaian Rencana Lengkung Vertikal Cembung.....	85
Gambar 4.8	Lengkung Vertikal Cembung pada titik PVI-1	88
Gambar 4.9	Kelandaian Rencana Lengkung Vertikal Cekung pada titik PVI-2	88
Gambar 4.10	Lengkung Vertikal Cembung pada titik PVI-1	91

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1	Perbandingan Kriteria Desain Geometrik Jalan Utama Pada Jalan Tol	19
Tabel 2.2	Perbandingan Kriteria Desain Geometrik Jalan Akses	21
Tabel 2.3	Perbandingan Kriteria Desain Geometrik Jalan Ramp	22
Tabel 2.4	Kriteria Desain Geometrik Jalan Utama Pada Jalan Tol Antar Kota (Inter Urban).....	23
Tabel 2.5	Kriteria Desain Geometrik Akses Simpang Susun	24
Tabel 2.6	Kriteria Desain Geometrik Interchange Untuk Ramp.....	25
Tabel 2.7	Kriteria Desain Geometrik Jalan Ramp terminal	26
Tabel 2.8	Superelevasi Jalan Utama.....	27
Tabel 2.9	Superelevasi Ramp.....	27
Tabel 2.10	Jarak Bebas Minimum Vertikal dari Konduktor pada SUTT, SUTET dan SUTTAS.....	31
Tabel 2.11	Jarak Bebas Minimum Horizontal dari Sumbu Vertikal pada SUTT, SUTET dan SUTTAS.....	32
Tabel 2.12	Panjang Bagian Lurus Maksimum.....	41
Tabel 2.13	Jarak Pandang Henti.....	42
Tabel 2.14	Jarak Pandang Henti Minimum.....	42
Tabel 2.15	Perhitungan Jarak Pandang Menyiap	44
Tabel 2.16	Panjang Bagian Lurus Maksimum (m)	46
Tabel 2.17	Jari – Jari Minimum	48
Tabel 2.18	Nilai K Berdasarkan Jarak Pandang Henti Vertikal Cembung	55
Tabel 2.19	Nilai K Berdasarkan Jarak Pandang Mendahului Vertikal Cembung	56
Tabel 2.20	Nilai K Berdasarkan Jarak Pandang Henti Pada Lengkung Vertikal.....	57
Tabel 3.1	Kebutuhan Luasan Lahan Persimpangan Tidak Sebidang.....	62
Tabel 4.1	Besar Rincian Rencana Setiap PI untuk Akses	93
Tabel 4.2	Besar Rincian Rencana Setiap PI untuk Ramp	94

Tabel 4.3	Rincian Pvi Alinyemen Vertikal pada Akses	95
Tabel 4.4	Rincian Pvi Alinyemen Vertikal pada Ramp	95

DAFTAR NOTASI

a	: Koefisien Relatif
a`	: Daerah Tangen
A	: Perbedaan Kelandaian ($g_1 - g_2$) %
α	: Sudut Azimuth
B	: Perbukitan
C	: Perubahan percepatan
Ci	: Koefisien Distribusi
CS	: Circle to Spiral, titik perubahan dari lingkaran ke spiral
CT	: Circle to Tangen, titik perubahan dari lingkaran ke lurus
d	: Jarak
D	: Datar
D`	: Tebal lapis perkerasan
Δ	: Sudut luar tikungan
Δh	: Perbedaan tinggi
Dtjd	: Derajat lengkung terjadi
Dmaks	: Derajat lengkung maksimum
DDT	: Daya dukung tanah
e	: Superelevasi
E	: Daerah kebebasan samping
Ec	: Jarak luar dari PI ke busur lingkaran
Ei	: Angka ekivalen beban sumbu kendaraan
em	: Superelevasi maksimum
en	: Superelevasi normal
Eo	: Derajat kebebasan samping
Es	: Jarak eksternal PI ke busur lingkaran
Ev	: Pergeseran vertikal titik tengah busur lingkaran
f	: Koefisien gesek memanjang
fm	: Koefisien gesek melintang maksimum
Fp	: Faktor Penyesuaian

g	: Kemiringan tangen ; (+) naik ; (-) turun
G	: Pegunungan
h	: Elevasi titik yang dicari
i	: Kelandaian melintang
I	: Pertumbuhan lalu lintas
ITP	: Indeks Tebal Perkerasan
Jd	: Jarak pandang mendahului
Jh	: Jarak pandang henti
k	: Absis dari p pada garis tangen spiral
L	: Panjang lengkung vertikal
Lc	: Panjang busur lingkaran
LEA	: Lintas Ekivalen Akhir
LEP	: Lintas Ekivalen Permulaan
LER	: Lintas Ekivalen Rencana
LET	: Lintas Ekivalen Tengah
Ls	: Panjang lengkung peralihan
Ls`	: Panjang lengkung peralihan fiktif
Lt	: Panjang lengkung tikungan
O	: Titik pusat
p	: Pergeseran tangen terhadap spiral
θc	: Sudut busur lingkaran
θs	: Sudut busur spiral
PI	: Point of Intersection, titik potong tangen
Titik a	: Peralihan lengkung vertikal (titik awal lengkung vertikal)
Titik c	: Titik perpotongan tangen
Titik e	: Peralihan Tangen Vertikal (titik akhir lengkung vertikal)
R	: Jari-jari lengkung peralihan
Rren	: Jari-jari tikungan rencana
Rmin	: Jari-jari tikungan minimum
SC	: Spiral to Circle, titik perubahan spiral ke lingkaran
S-C-S	: Spiral-Circle-Spiral
SS	: Spiral to Spiral, titik tengah lengkung peralihan

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

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Untuk menunjang Pengembangan Ekonomi Nasional (PEN) dan khususnya pengembangan dan peningkatan kegiatan ekonomi di Pulau Jawa, maka Pemerintah Pusat telah menawarkan investasi pembangunan jalan tol kepada pihak swasta. Salah satunya adalah Pembangunan Jalan Tol Ruas Solo-Yogyakarta-Nyia Kulon Progo yang merupakan kelanjutan dari Jalan Tol Semarang – Solo dan merupakan bagian dari sistem jaringan jalan tol Pulau Jawa (*Trans Java Toll Road*).

Rencana Pembangunan Jalan Tol Ruas Solo-Yogyakarta-Nyia Kulon Progo, merupakan pembangunan prioritas yang direncanakan selesai pada tahun 2024.

Koridor ini memiliki peranan yang sangat strategis dalam sistem jaringan jalan tol Pulau Jawa. Hubungan ekonomi yang sangat erat antara sisi barat dan sisi timur Pulau Jawa sangat memerlukan sistem transportasi yang dapat memberikan pelayanan yang lebih baik.

Rencana pembangunan Pembangunan Jalan Tol Ruas Solo-Yogyakarta-NYIA Kulon Progo Seksi I dimulai di Kota Solo, Provinsi Jawa Tengah, merupakan kelanjutan dari Jalan Tol Solo – Ngawi yang merupakan bagian dari rangkaian Jalan Tol Trans Jawa. Pembangunan Jalan Tol Ruas Solo – Yogyakarta – NYIA Kulon Progo Seksi 1.2 Klaten – Purwomartani Sta 22+300 – Sta 42+375 (20.075km) merupakan bagian dari Seksi I sepanjang ±42,375 km.

Pada perencanaan review RTA (Rencana Teknik Akhir) Jalan Tol Jogja – Solo, Interchange Prambanan – Manisrenggo Sta. 30+900 direncanakan menggunakan simpang susun type terompet.

Dalam perencanaan ini, penulis memodifikasi pada interchange atau simpang susun menggunakan simpang susun type clover. Penggunaan simpang susun type clover pada simpang susun prambanan-manisrenggo dalam pembangunan jalan tol Jogja – Solo seksi 1 dinilai dapat lebih efektif serta memberikan kesan estetika dan monumental untuk jalan tol tersebut.

1.2 Rumusan Masalah

Rumusan masalah dalam perencanaan ini, bagaimana merencanakan simpang susun type clover sesuai dengan kriteria desain dan peraturan geometrik jalan tol Nomor: 20/SE/Db/2021 ?

1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan perencanaan ini antara lain :

1. Membuat kriteria desain awal simpang susun type clover simpang susun prambanan-manisrenggo.
2. Menganalisa desain Geometrik sesuai dengan peraturan desain Geometrik jalan tol Nomor: 20/SE/Db/2021
3. Membuat gambar perencanaan simpang susun prambanan-manisrenggo type clover.

1.4 Maksud penelitian

Maksud penelitian ini yaitu dapat merencanakan simpang susun prambanan manisrenggo Tol Jogja – Solo Seksi 1 Menggunakan Simpangsusun Type Clover.

1.5 Sistematika Penelitian

Untuk mempermudah dalam mamahami laporan topik khusus ini, penulisan laporan disusun menjadi beberapa bab, dimana setiap bab dibagi menjadi beberapa sub bab sesuai dengan lingkup pembahasannya. Bab tersebut dapat diuraikan seperti dibawah ini.

BAB I PENDAHULUAN

Bab ini berisi gambaran umum mengenai penelitian yang akan dilakukan. Bab ini memuat latar belakang penelitian, rumusan masalah, maksud dan tujuan penelitian, serta sistematika penulisan.

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

Dalam bab ini dibahas mengenai landasan teori berisi type-type interchange, Perencanaan alinyemen horizontal, vertical dan contoh Analisa rencana alinyemen vertical dan horizontal.

BAB III METODOLOGI PENELITIAN

Metodologi berisi tentang metode pengumpulan data dan metode pengolahan data. Menjelaskan secara ringkas mengenai persiapan Perencanaan, metode perancangan dan metode Analisa gambar.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Tinjauan Umum

Simpang susun atau Interchange adalah jalan tidak sebidang dimana kendaraan dapat melakukan perpindahan dari satu sisi jalan ke sisi jalan lainnya tanpa harus berhenti karena tidak ada lampu lalu lintas, simpang susun biasanya diterapkan pada jalan tol atau jalan bebas hambatan untuk menghindari konflik persilangan.

2.2 Peraturan Geometrik Jalan tol

Pedoman Desain Geometrik Jalan (PDGJ) ini merupakan revisi Pedoman Tata Cara Perencanaan Geometrik Jalan Antar Kota tahun 1997 yang disusun oleh Direktorat Jenderal Bina Marga, Departemen Pekerjaan Umum, meliputi perubahan struktur penyajian untuk memudahkan pemahaman pengguna, perluasan substansi, dan perbaikan kandungannya. Revisi ini disusun untuk menjawab tantangan dan hambatan dalam meningkatkan kinerja jalan di Indonesia terutama setelah terbitnya Undang-undang Republik Indonesia Nomor 38 Tahun 2004 tentang Jalan, Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 34 Tahun 2006 tentang Jalan, dan Peraturan Menteri Pekerjaan Umum Nomor 19/PRT/M/2011 tentang Persyaratan Teknis Jalan dan Kriteria Desain Teknis Jalan.

Di samping itu, juga mempertimbangkan acuan yang sudah menjadi standar internasional seperti A Policy On Geometrik Design Of Highways And Streets (AASHTO, 2011, 2018) dan Geometric Design (AUSTROADS, 2016), agar prasarana jalan yang dibangun dapat melayani transportasi barang dan jasa secara aman, cepat, murah, dan nyaman dengan tingkat kredibilitas yang tinggi untuk meningkatkan daya saing.

2.2.1 Ruang Lingkup

Ruang Lingkup PDGJ ini menjelaskan cara-cara mendesain geometrik jalan yang meliputi kriteria desain, ketentuan umum, ketentuan teknis geometrik jalan, dan prosedur desain geometrik jalan, dalam mendesain alinemen horizontal jalan, alinemen vertikal jalan, penampang melintang jalan, dan koordinasi alinemen horizontal dan vertikal jalan, untuk Jalan Raya, Jalan Sedang, Jalan Kecil, dan Jalan Bebas Hambatan, baik yang melayani lalu lintas Antarkota maupun lalu lintas dalam kota.

Ketentuan umum dan ketentuan teknis geometrik jalan dijelaskan secara umum untuk jalan Antarkota, Jalan Perkotaan, dan JBH. Elemen-elemen geometrik yang mendasari desain, umumnya disajikan dalam tabel-tabel yang sama tetapi diberi keterangan apakah berlaku umum atau hanya berlaku untuk jalan Antarkota, atau jalan Perkotaan, atau JBH. Prosedur pelaksanaan desain dijelaskan terpisah, masing-masing untuk jalan Antarkota, Jalan Perkotaan, dan JBH.

2.2.2 Acuan Normatif

Undang-Undang Nomor 38 Tahun 2004 tentang Jalan (Lembaran Negara Republik Indonesia Tahun 2004 Nomor 132, Tambahan Lembaran Negara Republik Indonesia Nomor 4444) Undang-Undang Nomor 22 Tahun 2009 tentang Lalu Lintas dan Angkutan Jalan (Lembaran Negara Republik Indonesia Tahun 2009 Nomor 96, Tambahan Lembaran Negara Republik Indonesia Nomor 5025) .

Peraturan Pemerintah Nomor 15 Tahun 2005 tentang Jalan Tol sebagaimana telah diubah beberapa kali terakhir dengan Peraturan Pemerintah Nomor 17 Tahun 2021 tentang Perubahan Keempat atas Peraturan Pemerintah Nomor 15 Tahun 2005 tentang Jalan Tol (Lembaran Negara Republik Indonesia Tahun 2021 Nomor 27, Tambahan Lembaran Negara Republik Indonesia Nomor 6629)

Peraturan Pemerintah Nomor 34 tahun 2006 tentang Jalan (Lembaran Negara Republik Indonesia Tahun 2006 Nomor 86, Tambahan Lembaran Negara Republik Indonesia Nomor 4655)

Peraturan Pemerintah Nomor 79 Tahun 2013 tentang Jaringan Lalu Lintas dan Angkutan Jalan (Lembaran Negara Republik Indonesia Tahun 2013 Nomor 193, Tambahan Lembaran Negara Republik Indonesia Nomor 5468)

Peraturan Pemerintah Nomor 30 Tahun 2021 tentang Penyelenggaraan Bidang Lalu Lintas dan Angkutan Jalan (Lembaran Negara Republik Indonesia Tahun 2021 Nomor 40, Tambahan Lembaran Negara Republik Indonesia Nomor 6642)

Peraturan Presiden Nomor 27 Tahun 2020 tentang Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat (Lembaran Negara Republik Indonesia Tahun 2020 Nomor 40)

Peraturan Menteri Pekerjaan Umum Nomor 11/PRT/M/2010 tentang Tata Cara dan Persyaratan Laik Fungsi Jalan.

Peraturan Menteri Pekerjaan Umum Nomor 20/PRT/M/2010 tentang Pedoman Pemanfaatan dan Penggunaan Bagian-bagian Jalan.

Peraturan Menteri Pekerjaan Umum Nomor 19/PRT/M/2011 tentang Persyaratan Teknis Jalan dan Kriteria Perencanaan Teknis Jalan.

Peraturan Menteri Pekerjaan Umum Nomor 3/PRT/M/2012 tentang Pedoman Penetapan Fungsi Jalan dan Status Jalan.

Peraturan Menteri Pekerjaan Umum Nomor 03/PRT/M/2014 tentang Pedoman Perencanaan, Penyediaan, dan Pemanfaatan Prasarana dan Sarana Jaringan Pejalan Kaki di Kawasan Perkotaan.

Peraturan Menteri Perhubungan Nomor PM 36 Tahun 2011 tentang Perpotongan dan/atau Persinggungan Antara Jalur Kereta Api Dengan Bangunan Lain.

Peraturan Menteri Perhubungan Nomor PM 13 Tahun 2014 tentang Rambu Lalu Lintas.

Badan Standardisasi Nasional Tahun 2016 tentang Pedoman Penulisan Standar Nasional Indonesia. PSN 04:2016.

2.2.3 Istilah dan Definisi

1) Persyaratan Teknis dan Kriteria desain

- **kendaraan desain**, kendaraan yang mewakili satu kelompok jenis kendaraan yang digunakan untuk suatu desain geometrik jalan.
- **kecepatan desain (VD)**, suatu kecepatan kendaraan yang ditetapkan untuk disain dan berkorelasi langsung dengan elemen-elemen geometri jalan yang mempengaruhi operasi kendaraan, dinyatakan dalam satuan Km/Jam.
- **kriteria desain teknis jalan**, ketentuan teknis jalan yang harus dipenuhi dalam suatu desain teknis jalan.

2) Jenis Jalan

- **jalan khusus**, jalan yang tidak diperuntukkan bagi lalu lintas umum, tetapi khusus untuk perorangan, atau masyarakat tertentu, atau badan usaha, atau instansi yang penyelenggaraannya dapat dilakukan oleh pemerintah, atau swasta, atau perorangan.
- **jalan umum**, jalan yang diperuntukkan bagi lalu lintas umum, termasuk jalan bebas hambatan dan jalan tol.

3) Sistem jalan

- **sistem jaringan jalan primer**, sistem jaringan jalan penghubung simpul dengan peran melayani distribusi barang dan jasa untuk semua wilayah di tingkat nasional dengan menghubungkan semua simpul jasa distribusi berwujud pusat-pusat kegiatan.
- **sistem jaringan jalan sekunder**, sistem jaringan jalan dalam simpul dengan peran melayani distribusi barang dan jasa untuk masyarakat di dalam kawasan perkotaan.
- **jalan antarkota**, jalan penghubung simpul di luar kota yang pada kedua sisinya tidak ada perkembangan secara menerus dan permanen, meskipun ada perkembangan permanen, hanya sedikit, jarang dan terpisah jauh, seperti rumah makan,

pabrik, perkampungan, kios-kios kecil, kedai makan, dll. pada tempat-tempat tertentu yang dapat dianggap bukan merupakan perkembangan permanen.

- **jalan perkotaan**, jalan dalam simpul di wilayah perkotaan, menghubungkan antara pusat kota dengan wilayah perkotaan lainnya yang mempunyai perkembangan permanen dengan kegiatan utama pada umumnya permukiman, pemusatan dan distribusi pelayanan jasa pemerintahan, pelayanan sosial dan kegiatan ekonomi, bukan pertanian, dengan kondisi arus lalu lintas puncak pada pagi dan sore hari.

4) Fungsi Jalan

- **Jalan arteri primer**, jalan arteri dalam sistem primer yang menghubungkan antarpusat kegiatan nasional atau antara pusat kegiatan nasional dengan pusat kegiatan wilayah.
- **Jalan arteri Sekunder**, jalan arteri dalam sistem sekunder yang menghubungkan antara kawasan primer dengan kawasan sekunder kesatu, atau antarkawasan sekunder kesatu, atau antara kawasan sekunder kesatu dengan kawasan sekunder kedua.
- **Jalan kolektor**, jalan umum yang berfungsi melayani angkutan pengumpul atau pembagi dengan ciri perjalanan jarak sedang, kecepatan rata-rata sedang, dan jumlah jalan masuk dibatasi.

5) Alinyemen

- alinemen horizontal proyeksi garis sumbu jalan pada bidang horizontal.
- alinemen vertikal proyeksi garis sumbu jalan pada bidang vertikal yang melalui sumbu jalan.
- jarak pencapaian kemiringan superelevasi panjang jalan di tikungan untuk mencapai perubahan kemiringan melintang dari kemiringan normal sampai ke kemiringan penuh dalam waktu yang ditentukan.

- lengkung horizontal bagian jalan yang melengkung dalam arah horizontal yang terdiri dari busur lingkaran dengan atau tanpa lengkung peralihan.
- lengkung vertikal alinemen jalan yang melengkung dalam arah vertikal dan menghubungkan dua segmen jalan dengan kelandaian yang berbeda.
- lengkung peralihan lengkung yang disisipkan antara bagian jalan yang lurus dan bagian jalan yang melengkung berjari-jari tetap, dimana bentuk lengkung peralihan merupakan spiral atau clothoid.
- panjang lengkung peralihan (LS) panjang jalan yang diperlukan untuk mencapai perubahan dari bagian lurus dengan kemiringan melintang normal ke bagian lingkaran dari tikungan dengan kemiringan melintang penuh, dinyatakan dalam satuan meter.
- superelevasi (e) kemiringan melintang jalan di tikungan yang berfungsi mengimbangi gaya sentrifugal yang bekerja pada saat kendaraan berjalan menikung, dinyatakan dalam satuan %.
- Taper bagian dari lajur jalan yang menyerong, berfungsi untuk mengarahkan lalu lintas pindah lajur.
- radius putar (R) panjang radius yang diperlukan untuk suatu kendaraan berputar, dinyatakan dalam satuan meter.
- Ramp suatu segmen jalan yang berperan sebagai penghubung antarruas jalan, melayani arus lalu lintas satu arah pada persimpangan.

6) Ruang jalan

- ruang bebas jalan (Rubeja) area sisi jalan yang bersih dari objek berbahaya seperti segala bentuk bangunan atau penghalang atau bentuk muka tanah yang berisiko tertabrak oleh kendaraan yang mengalami hilang kendali keluar dari jalur lalu lintas, sehingga area tersebut dapat dilalui kendaraan serta

kembali ke lajur lalu lintasnya atau dapat berhenti dengan selamat.

- Ruang manfaat jalan (Rumaja), ruang sepanjang jalan yang meliputi badan jalan, saluran tepi jalan untuk drainase permukaan, talud timbunan atau talud galian, dan ambang pengaman jalan yang dibatasi oleh tinggi dan kedalaman tertentu dari muka perkerasan.
- Ruang milik jalan (Rumija), ruang sepanjang jalan yang diperuntukkan bagi ruang manfaat jalan, pelebaran jalan, dan penambahan jalur lalu lintas di masa akan datang, serta kebutuhan ruangan untuk pengamanan jalan.
- Ruang pengawasan Jalan (Ruwasja), ruang sepanjang jalan di luar ruang milik jalan yang dibatasi oleh lebar dan tinggi tertentu, dan diperuntukkan bagi pandangan bebas pengemudi dan pengamanan konstruksi jalan serta pengamanan fungsi jalan.

2.2.4 Ketentuan umum

Suatu desain geometrik jalan harus mengikuti ketentuan-ketentuan umum yang meliputi hal-hal sebagai berikut.

- Kebijakan pembangunan jalan,
- Klasifikasi Jalan, dan
- Bagian-bagian Jalan.

1) Kebijakan pembangunan jalan

a. Peraturan perundang-undangan

- Suatu desain geometrik jalan harus menganut konsep efektif, efisien, ekonomis, berkeselamatan, dan berwawasan Lingkungan sesuai dengan yang diatur dalam Permen PU No.19/PRT/M/2011 tentang persyaratan teknis jalan (PTJ) dan kriterian desain teknis jalan (KPTJ). Semua PTJ harus dipenuhi yang meliputi kecepatan rencana, lebar badan jalan, kemampuan jalan menyalurkan lalu lintas (kepasitas jalan), jalan masuk (akses), persimpangan sebidang, fasilitas putar balik (pada JRY),

bangunan pelengkap jalan (bangkapja) termasuk geometrik jembatan dan drainase, perlengkapan jalan, penggunaan jalan (sesuai fungsinya), dan ketidak-terputusan jalan. Semua KPTJ harus diikuti yang meliputi ketentuan desain tentang tahap-tahap desain, fungsi jalan, kelas jalan, bagian-bagian jalan (ruang jalan), dimensi (penampang melintang) jalan, volume lalu lintas (LHRT atau qJD), kapasitas jalan terkait desain badan jalan, persyaratan geometrik jalan terkait bagian jalan yang lurus, tikungan dan tanjakan, perlengkapan jalan (terutama rambu, marka, dan pagar pengaman), dan kelestarian lingkungan hidup (AMDAL).

- Desain geometrik jalan baru harus memenuhi PTJ dan mengikuti KPTJ serta menggunakan nilai-nilai elemen desain yang tertinggi dari kisaran nilai yang diizinkan oleh peraturan tersebut, sesuai klasifikasi jalan yang dipilih. Jika tidak dapat dicapai karena suatu hal yang tidak dapat dihindarkan, misalnya keterbatasan anggaran, maka dapat menggunakan nilai yang lebih rendah tetapi tidak lebih rendah dari kisaran nilai terkecilnya. Pada jalan baru yang pada saat didesain menggunakan nilai lalu lintas desain yang rendah ($LHRT < 2000 \text{ SMP/hari}$), pemilihan spesifikasi penyediaan prasaran jalan (SPPJ) adalah JKC, tetapi pembangunannya dapat dilakukan secara bertahap, sesuai dengan perkembangan LHRT. Cara bertahap untuk mencapai JKC ini, dapat dimulai dari lebar badan jalan yang lebih kecil dari yang disyaratkan, tetapi masih mencukupi kebutuhan dan memberikan keselamatan bagi penggunaannya.
- Dalam hal keterbatasan biaya, pelaksanaan desain dan konstruksi jalan dapat dilakukan dengan cara bertahap sebagaimana dijelaskan dalam butir 2), kecuali pengadaan Rumija dan penetapan alinemen jalan yang harus dilakukan langsung sesuai desain teknis finalnya.

- Desain peningkatan geometrik jalan eksisting (rekonstruksi), yaitu jalan yang dibangun sebelum diberlakukannya Permen PU No.19/PRT/M/2011, jika kondisi geometriknya belum memenuhi PTJ, maka harus diupayakan untuk memenuhi ketentuan tersebut paling tidak dengan menggunakan kisaran nilai elemen- elemen desain yang paling kecil, tetapi jika itupun sulit, maka nilai elemen-elemen desainnya dapat menggunakan nilai tertentu yang lebih rendah dari kisaran nilai terkecilnya tetapi masih memberikan keselamatan;
- Pengklasifikasian jalan harus sesuai dengan peraturan perundang-undangan yang berlaku; pada jalan eksisting, jika akan diklasifikasi ulang, maka desain geometrik jalan harus mengikuti klasifikasi jalan pada masa pelayanan jalan yang akan datang;
- Kriteria desain didasarkan pada kondisi volume lalu lintas pada akhir umur desain;
- Desain teknik rinci (DED) geometrik jalan, untuk meyakinkan upaya perlindungan terhadap Pengguna Jalan, maka perlu diaudit terhadap keselamatan jalan.

b. Ekonomi

Untuk memenuhi pelayanan jalan yang diperlukan, bentuk geometrik harus didesain secara efisien. Efisiensi dapat dicapai dengan mempertimbangkan beberapa hal, diantaranya penghematan biaya operasi kendaraan (BOK). Pemahaman berikut ini dapat dipertimbangkan dalam mencapai efisiensi.

Bentuk geometrik jalan mempengaruhi BOK. Alinemen jalan yang lurus dan datar cenderung menghasilkan BOK yang rendah, sebaliknya jalan yang naik turun dan berkelok-kelok menghasilkan BOK yang tinggi. Alinemen yang lurus dan datar umumnya membutuhkan biaya konstruksi yang tinggi, terutama untuk pembebasan lahan, pekerjaan galian dan timbunan, dan bangunan struktur. Pada volume lalu lintas yang tinggi, BOK lebih hemat, namun

alinemen jalannya harus didesain agar berkeselamatan dan ramah lingkungan yang mana hal ini cenderung memerlukan biaya tambahan. Sekalipun biaya konstruksinya tinggi, untuk mengatasinya, pembangunan dapat dilakukan secara bertahap sehingga biaya awal dapat dibagi-bagi menjadi beberapa tahap yang lebih kecil dan biaya yang kecil-kecil dan terjangkau. Dalam setiap tahap desain, aspek ekonomi harus dianalisis secara seksama dan khusus untuk jalan berbayar analisisnya diperluas meliputi aspek finansial (keuangan), sehingga hal-hal berikut ini perlu diidentifikasi dari awal.

c. Keselamatan

Untuk mengoptimalkan keselamatan Pengguna Jalan, pada tahap awal desain harus ditetapkan kecepatan desain dan kendaraan desain yang memperhatikan karakteristik operasional kendaraan desain (termasuk pengemudi dan rasio kekuatan mesin terhadap berat kendaraannya) sesuai dengan kecepatan desain yang ditetapkan. Semakin tinggi kecepatan desain, semakin tinggi persyaratan teknis yang harus dipenuhinya. Pada jalan-jalan “pemicu perkembangan wilayah” dimana LHRTnya masih rendah dan kendaraan desainnya kecil (misalnya truk kecil sekelas pick-up yang besarnya tidak lebih dari minibus Avansa dengan lebar 1,66m, panjang 4,19m, dan tinggi 1,69m), maka penampang badan jalan untuk JKC sudah lebih dari cukup bahkan pemilihan PTJ yang lebih kecil dari syarat minimumnya, masih mungkin dilakukan. Oleh karena itu, setelah menetapkan kecepatan desain dan kendaraan desain, maka syarat-syarat teknis berikut ini harus dipenuhi sesuai dengan karakteristik pengemudinya.

- a. Jarak pandang henti (JPH);
- b. Jarak pandang mendahului (JPM);
- c. Jarak pandang berkeselamatan di persimpangan (JPS);
- d. Superelevasi; dan
- e. Kelandaian memanjang jalan yang sesuai dengan kemampuan kendaraan desain. Pada jalan-jalan baru yang didesain dengan

kecepatan tinggi ($VD > 60$ KpH), seperti JBH dan JRY berkecepatan tinggi, dipertimbangkan untuk penerapan Rubeja.

2) Pengelompokan Jalan

Desain geometrik jalan harus ditetapkan klasifikasinya. Dalam PP No.34 tahun 2006 tentang jalan dan UU No.22 tahun 2009 tentang lalu lintas dan angkutan jalan, jalan dikelompokkan menurut: 1) peruntukkan, 2) sistem jaringan jalan (SJJ), 3) status jalan, 4) fungsi jalan, dan 5) klasifikasi jalan yang terdiri dari spesifikasi penyediaan prasarana jalan (SPPJ) dan kelas penggunaan jalan.

a. Pengelompokan berdasarkan peruntukan jalan

Berdasarkan peruntukan jalan, jalan diperuntukkan sebagai jalan umum dan jalan khusus.

- Jalan Umum, adalah jalan yang diperuntukkan bagi lalu lintas umum, termasuk JBH dan jalan tol, dikelola oleh pemerintah.
- Jalan Khusus, adalah jalan yang tidak diperuntukkan untuk lalu lintas umum, hanya diperuntukkan bagi kepentingan dan/atau untuk manfaat langsung kepada perorangan, kelompok masyarakat tertentu, badan usaha, atau instansi tertentu. Penyelenggaraan jalan khusus sesuai pengaturan dilaksanakan oleh bukan pemerintah, sedangkan berkaitan dengan pembinaan, pengawasan, pengusahaan, dan pengoperasiannya dapat dilakukan oleh instansi pemerintah atau pemerintah bersama-sama swasta atau swasta, perorangan, atau kelompok masyarakat tertentu. Kepemilikan jalan khusus dapat dimiliki oleh perorangan, kelompok masyarakat tertentu, badan usaha, dan atau instansi tertentu termasuk instansi pemerintah.

b. Pengelompokan berdasarkan status jalan

Jalan umum menurut statusnya dikelompokkan menjadi 5, yaitu jalan nasional, jalan provinsi, jalan kabupaten, jalan kota dan jalan desa. Berdasarkan fungsi masing-masing kelompok tersebut mengelompokannya lagi, menjadi:

- Jalan nasional adalah jalan umum yang diselenggarakan oleh pemerintah pusat, terdiri atas:
 - jalan arteri primer;
 - jalan kolektor primer yang menghubungkan antar ibukota provinsi;
 - jalan tol; dan
 - jalan strategis nasional.
- Jalan provinsi adalah jalan umum yang diselenggarakan oleh pemerintah provinsi, terdiri atas:
 - jalan kolektor primer yang menghubungkan ibukota provinsi dengan ibukota kabupaten atau kota;
 - jalan kolektor primer yang menghubungkan antar ibukota kabupaten atau kota;
 - jalan strategis provinsi; dan
 - jalan di Daerah Khusus Ibukota Jakarta.
- Jalan kabupaten adalah jalan umum yang diselenggarakan oleh pemerintah kabupaten, terdiri atas: 1)
 - jalan kolektor primer yang tidak termasuk jalan nasional dan jalan provinsi; 2)
 - jalan lokal primer yang menghubungkan ibukota kabupaten dengan ibukota kecamatan, ibukota kabupaten dengan pusat desa, antar ibukota kecamatan, ibukota kecamatan dengan desa, dan antar desa;
 - jalan sekunder yang tidak termasuk jalan provinsi dan jalan sekunder dalam kota; dan
 - jalan sekunder yang tidak termasuk jalan provinsi dan jalan sekunder dalam kota; dan
- Jalan kota adalah jalan umum yang diselenggarakan oleh pemerintah kota dan berada dalam jaringan jalan di dalam kota.
- Jalan desa adalah jalan umum yang diselenggarakan oleh pemerintah kabupaten, terdiri dari jalan lingkungan primer dan jalan lokal primer yang tidak termasuk jalan kabupaten, berada di dalam

kawasan perdesaan, dan menghubungkan Kawasan dan/atau antarpermukiman di dalam desa.

c. Pengelompokan jalan berdasarkan fungsinya dalam SJJ primer Jalan dalam SJJ primer terdiri dari:

- Jalan arteri primer, berfungsi menghubungkan antar-PKN atau antara PKN dengan PKW.
- Jalan kolektor primer, berfungsi menghubungkan antara PKN dengan PKL, antar-PKW, atau antara PKW dengan PKL, melayani angkutan pengumpulan/pembagian.
- Jalan lokal primer, berfungsi menghubungkan PKN dengan PKL, PKW dengan PKLing, antar-PKL, atau PKL dengan PKLing, serta antar-PKLing, melayani angkutan setempat.
- Jalan lingkungan primer, berfungsi menghubungkan antarpusat kegiatan di dalam kawasan perdesaan dan jalan di dalam lingkungan kawasan perdesaan, melayani angkutan lingkungan.

d. Pengelompokan jalan berdasarkan fungsinya dalam SJJ sekunder, alai dalam SJJ sekunder terdiri dari:

- jalan arteri sekunder, berfungsi menghubungkan kawasan primer (KP) dengan kawasan sekunder kesatu (KS1), antar-KS1, atau KS1 dengan Kawasan sekunder kedua (KS2).
- jalan kolektor sekunder berfungsi menghubungkan antar-KS2 atau KS2 dengan kawasan sekunder ketiga (KS3).
- jalan lokal sekunder berfungsi menghubungkan KS1 dengan perumahan, KS2 dengan perumahan, KS3 dan seterusnya sampai ke perumahan/persil.
- Jalan lingkungan sekunder atau juga dikenal sebagai jalan permukiman di lingkungan perkotaan berfungsi menghubungkan antarpersil dalam Kawasan perkotaan.

3) Kelas jalan

Kelas jalan dikelompokkan berdasarkan: 1) penggunaan jalan dan kelancaran lalu lintas dan angkutan jalan (LLAJ), serta 2) spesifikasi penyediaan prasarana jalan (SPPJ). Pembagian kelas jalan berdasarkan

penggunaan jalan dan kelancaran LLAJ adalah jalan kelas I, jalan kelas II, jalan kelas III, dan jalan khusus. Pembagian kelas jalan berdasarkan SPPJ adalah JBH, JRY, JSD, dan JKC.

4) Klasifikasi medan jalan

Medan jalan dimana jalan dibangun diklasifikasikan. Masing-masing klasifikasi

medan tersebut mempunyai ciri-ciri, baik secara bentuk fisik unsur geometrik maupun secara operasional dari Pengguna Jalan, dan ciri-ciri tersebut saling sinergi satu dengan lainnya.

Dalam proses desain awal, potongan melintang topografi medan jalan mempunyai pengaruh terhadap penetapan alinemen horizontal dan vertikal jalan, serta kecepatan desain. Topografi medan jalan diklasifikasi menjadi tiga, yaitu: datar, bukit dan gunung. Masing-masing memiliki kriteria kemiringan medan yang diukur tegak lurus terhadap garis konturnya. Tabel 4-2 menunjukkan klasifikasi tersebut dan kriterianya.

No	Jenis Medan	Notasi	Kemiringan Medan ⁷ %
1	Datar	D	< 10
2	Bukit	B	10 -25
3	Gunung	G	> 25

Catatan: ⁷ nilai kemiringan medan rata-rata per 50m dalam satu kilometer

Jalan-jalan di wilayah Perkotaan (dalam SJJ sekunder) dianggap seluruhnya berada pada medan datar dan jalan-jalan di wilayah luar kota (dalam SJJ primer) termasuk jalan-jalan yang melayani Antarkota dan JBH dapat berada pada ketiga klasifikasi medan tersebut.

Pada medan datar, jarak pandang umumnya panjang dan dapat dibuat tanpa kesulitan konstruksi atau pun biaya besar. Pada medan bukit, lereng alam yang naik turun dan yang kadang-kadang berlereng curam membatasi bentuk alinemen horizontal dan vertikal untuk memenuhi persyaratan teknis alinemen jalan. Pada medan gunung, perubahan memanjang maupun melintang permukaan tanah yang besar dan mendadak, sering menyebabkan pembelokan alinemen dan memerlukan penggalian

tanah atau menimbunnya untuk mendapat alinemen horizontal dan vertikal yang dapat memenuhi kriteria desain.

Secara umum, medan gunung, menghasilkan kelandaian alinemen memanjang jalan yang lebih curam dibandingkan dengan alinemen pada medan bukit dan pada medan bukit menghasilkan kelandaian memanjang yang lebih curam dibandingkan dengan medan datar, masing-masing menyebabkan truk-truk berat harus mengurangi kecepatannya yang umumnya jauh lebih rendah dari kecepatan mobil penumpang, sehingga medan gunung maupun bukit mempunyai efek yang lebih besar dari medan datar dalam penentuan alinemen jalan.

2.3 Kriteria Desain

Jalan Tol Ruas Solo – Yogyakarta – NYIA Kulon Progo merupakan sirip dari jaringan Jalan tol Pulau Jawa (Trans Java Toll Road), sesuai dengan Basic Design dikategorikan jalan Tipe I Kelas 1 dengan kecepatan rencana 100 Km/jam untuk jalan antar kota (inter urban) dan 80 Km/jam untuk jalan dalam kota (urban). Kriteria Desain Geometrik terdiri dari Kecepatan Rencana, Kriteria Desain Geometrik Jalan Utama, Kriteria Desain Geometrik Ramp, Simpang Susun Jalan Tol, Kriteria Desain Geometrik Jalan Non Tol, Keterangan Tambahan, dan Tipikal Potongan Melintang.

Berdasarkan Surat Direktorat Jenderal Bina Marga Nomor: BM 0603-Db/849, Pedoman Geometrik Jalan Tol (PDGJ) yang mengacu kepada Peraturan Menteri Pekerjaan Umum No. 19/PRT/M/2011 tentang Persyaratan Teknis Jalan dan Kriteria Perencanaan Teknis Jalan bahwa Kecepatan Rencana Jalan Tol harus memenuhi kriteria:

- Untuk daerah datar yang mempunyai lereng dengan 2,9% adalah 80 Km/jam sampai dengan 120 Km/jam.
- Untuk daerah perbukitan yang mempunyai lereng melintang rata-rata antara 3% sampai dengan 24,9% adalah 70 Km/jam sampai dengan 110 Km/jam.
- Untuk daerah pegunungan yang mempunyai lereng melintang rata-rata 25% atau lebih adalah 60 Km/jam sampai dengan 100 Km/jam.

Dalam masa transisi perubahan peraturan desain geonetrik dari peraturan tahun 2009 – 2011 menjadi PDGJ 2021 terdapat beberapa perbedaan sebagai berikut :

Tabel 2.1 Perbandingan Kriteria Desain Geometrik Jalan Utama Pada Jalan Tol

NO	PARAMETER GEOMETRIK	SATUAN	KRITERIA DESAIN (AWAL)	KRITERIA DESAIN (PDGJ 2021)	KRITERIA DESAIN (AWAL)	KRITERIA DESAIN (PDGJ 2021)
1	Kecepatan Rencana	Km/jam	100	100	80	80
2	Parameter Potongan Melintang :					
	- Lebar Lajur Lalu Lintas	m	3.6	3.6	3.6	3.6
	- Lebar Bahu Luar	m	3.0	3.0	3.0	3.0
	- Lebar Bahu Dalam	m	1.5	1.5	1.5	1.5
	- Lebar Median	m	5.5	6.5	5.5	5.5
	- Kemiringan Melintang Normal Jalur Lalu lintas	%	2	2	2	2
	- Kemiringan Melintang Bahu Luar (bahu luar berupa <i>Flexible Pavement</i>)	%	4	4	4	4
	- Tinggi Ruang Bebas Vertikal Minimum	m	5.1	5.1	5.1	5.1
	- Tinggi Ruang Bebas Vertikal dari Konduktor :					
	- SUTT 66 kV	m	8	8	8	8
	- SUTT 150 kV	m	9	9	9	9
	- SUTET 275 kV	m	11	11	11	11
	- SUTET 500 kV	m	15	15	15	15
	- SUTTAS 250 kV	m	10	10	10	10
	- SUTTAS 500 kV	m	15	15	15	15
3	Jarak Pandang :					
	- Pandang Henti Minimum	m	185	185	110	130
4	Parameter Alinemen Horizontal :					
	- Jari-jari Tikungan Minimum	m	700	395	400	230

	- Jari-jari Tikungan Minimum Dengan Kemiringan Normal	m	5000	3630	3500	2440
	- Panjang Minimum Lengkung	m	170	280	140	180
	- Superelevasi Maksimum	%	8	8	8	8
	- Panjang Lengkung Peralihan Minimum	m	85.0	56	70	44
	- Jari-jari Tikungan Maksimum Dengan Lengkung Peralihan	m	1500.0	592	1000	379
	- Bagian Lurus Maksimum	m	4200.0	2500	3350	2500
5	Parameter Alinemen Vertikal :					
	- Landai Maksimum	%	3	4	4	4
	- Landai Minimum	%	0.3	0.5	0.3	0.5
	- Panjang Kelandaian Kritis	m				600
	- Panjang Minimum Lengkung Vertikal	m	85	60	70	48
	- Jari-jari Minimum Lengkung Vertikal :					
	- Cembung	m	10000	5200	4500	2600
	- Cekung	m	4500	4500	3000	3000

Tabel 2.2 Perbandingan Kriteria Desain Geometrik Jalan Akses

NO	PARAMETER GEOMETRIK	SATUAN	KRITERIA DESAIN (AWAL)	KRITERIA DESAIN (PDGJ 2021)	KRITERIA DESAIN (AWAL)	KRITERIA DESAIN (PDGJ 2021)
1	Kecepatan Rencana	Km/Jam	40	40	60	60
2	Potongan Melintang :					
	- Lebar Lajur Lalu Lintas	m	4.00	4.00	4.00	4.00
	- Lebar Bahu Luar	m	3.00	3.00	3.00	3.00
	- Lebar bahu Dalam	m	1.00	1.00	1.00	1.00
	- Kemiringan Melintang Jalur Lalu Lintas Normal	%	2	2	2	2
	- Superelevasi Maksimum	%	8	8	8	8
	- Tinggi Ruang Bebas	m	5.10	5.10	5.10	5.10
3	Jarak Pandang					
	- Jarak Pandang Henti Minimum	m	40	50	75	85
4	Alinemen Horizontal					
	- Jari-Jari Tikungan Minimum	m	55	50	135	125
	- Jari-Jari Tikungan Minimum dengan kemiringan normal	m	800	784	2000	1490
	- Panjang Minimum Lengkung	m	70	45	100	100
	- Panjang Lengkung Peralihan Minimum	m	35	22	50	33
	- Jari-Jari Tikungan Maksimum Dengan Lengkung Peralihan	m	250	95	600	213
5	Alinyemen Vertikal					
	- Landai Maksimum	%	4	5	4	5
	- Landai Minimum	%	0.3	0.5	0.3	0.5
	- Panjang Minimum Lengkung Vertikal	m	35	24	35	36
	- Jari - jari Lengkung Vertikal Cembung	m	700	400	2000	1100
	- Jari - jari Lengkung Vertikal Cekung	m	700	900	1500	1800

Tabel 2.3 Perbandingan Kriteria Desain Geometrik Jalan Ramp

NO	PARAMETER GEOMETRIK	SATUAN	KRITERIA DESAIN (AWAL)	KRITERIA DESAIN (PDGJ 2021)	SUMBER/ REFERENSI (AWAL)	SUMBER/ REFERENSI
1	Kecepatan Rencana	Km/Jam	40	40	No.2	No.06
2	Potongan Melintang :					
	- Lebar Lajur Lalu Lintas	m	4.00	4.00	No.2	No.06
	- Lebar Bahu Luar	m	3.00	3.00	No.2	No.06
	- Lebar bahu Dalam	m	1.00	1.00	No.2	No.06
	- Kemiringan Melintang Jalur Lalu Lintas Normal	%	2	2	No.2	No.06
	- Superelevasi Maksimum	%	8	8	No.2	No.06
	- Tinggi Ruang Bebas	m	5.10	5.10	No.2	No.06
3	Jarak Pandang					
	- Jarak Pandang Henti Minimum	m	40	50	No.2	No.06
4	Alinemen Horizontal					
	- Jari-Jari Tikungan Minimum	m	50	50	No.2	No.06
	- Jari-Jari Tikungan Maksimum Dengan Lengkung Peralihan	m	250	95	No.2	No.06
	- Panjang Minimum Bagian Peralihan	m	35	22	No.2	No.06
5	Alinyemen Vertikal					
	- Landai Maksimum	%	4	4	No.2	No.06
	- Landai Minimum	%	0.3	0.5	No.2	No.06
	- Panjang Lengkung Vertikal	m	35	24	No.2	No.06
	- Jari - jari Lengkung Vertikal Cembung	m	700	400	No.2	No.06
	- Jari - jari Lengkung Vertikal Cekung	m	700	900	No.2	No.06

Kriteria Desain Geometrik Yang dipakai untuk Perencanaan ini Meliputi sebagai berikut :

Tabel 2.4 Kriteria Desain Geometrik Jalan Utama Pada Jalan Tol Antar Kota (Inter Urban)

NO	PARAMETER GEOMETRIK	SATUAN	KRITERIA DESAIN (PDGJ 2021)	SUMBER/REFERENSI
1	Kecepatan Rencana	Km/jam	100	No. 06
2	Parameter Potongan Melintang :			
	- Lebar Lajur Lalu Lintas	m	3.6	No. 06
	- Lebar Bahu Luar	m	3.0	No. 06
	- Lebar Bahu Dalam	m	1.5	No. 06
	- Lebar Median	m	6.5	No. 06
	- Kemiringan Melintang Normal Jalur Lalu lintas	%	2	No. 06
	- Kemiringan Melintang Bahu Luar (bahu luar berupa <i>Flexible Pavement</i>)	%	4	No. 06
	- Tinggi Ruang Bebas Vertikal Minimum	m	5.1	No. 06
	- Tinggi Ruang Bebas Vertikal dari Konduktor :			
	- SUTT 66 kV	m	8	No. 02
	- SUTT 150 kV	m	9	No. 02
	- SUTET 275 kV	m	11	No. 02
	- SUTET 500 kV	m	15	No. 02
	- SUTTAS 250 kV	m	10	No. 02
	- SUTTAS 500 kV	m	15	No. 02
3	Jarak Pandang :			
	- Pandang Henti Minimum	m	185	No. 06
4	Parameter Alinemen Horizontal :			
	- Jari-jari Tikungan Minimum	m	395	No. 06
	- Jari-jari Tikungan Minimum Dengan Kemiringan Normal	m	3630	No. 06
	- Panjang Minimum Lengkung	m	280	No. 06
	- Superelevasi Maksimum	%	8	No. 06

NO	PARAMETER GEOMETRIK	SATUAN	KRITERIA DESAIN (PDGJ 2021)	SUMBER/REFERENSI
	- Panjang Lengkung Peralihan Minimum	m	56	No. 06
	- Jari-jari Tikungan Maksimum Dengan Lengkung Peralihan	m	592	No. 06
	- Bagian Lurus Maksimum	m	2500	No. 06
5	Parameter Alinemen Vertikal :			
	- Landai Maksimum	%	4	No. 06
	- Landai Minimum	%	0.5	No. 06
	- Panjang Kelandaian Kritis	m		No. 06
	- Panjang Minimum Lengkung Vertikal	m	60	No. 06
	- Jari-jari Minimum Lengkung Vertikal :			
	- Cembung	m	5200	No. 06
	- Cekung	m	4500	No. 06

Keterangan : Θ = Sudut Perpotongan (Derajat)

Tabel 2.5 Kriteria Desain Geometrik Akses Simpang Susun

NO	PARAMETER GEOMETRIK	SATUAN	KRITERIA DESAIN (PDGJ 2021)	SUMBER/REFERENSI
1	Kecepatan Rencana	Km/Jam	60	No.06
2	Potongan Melintang :			
	- Lebar Lajur Lalu Lintas	m	4.00	No.06
	- Lebar Bahu Luar	m	3.00	No.06
	- Lebar bahu Dalam	m	1.00	No.06
	- Kemiringan Melintang Jalur Lalu Lintas Normal	%	2	No.06
	- Superelevasi Maksimum	%	8	No.06
	- Tinggi Ruang Bebas	m	5.10	No.06
3	Jarak Pandang			
	- Jarak Pandang Henti Minimum	m	85	No.06
4	Alinemen Horizontal			
	- Jari-Jari Tikungan Minimum	m	125	No.06

NO	PARAMETER GEOMETRIK	SATUAN	KRITERIA DESAIN (PDGJ 2021)	SUMBER/ REFERENSI
	- Jari-Jari Tikungan Minimum dengan kemiringan normal	m	1490	No.06
	- Panjang Minimum Lengkung	m	100	No.06
	- Panjang Lengkung Peralihan Minimum	m	33	No.06
	- Jari-Jari Tikungan Maksimum Dengan Lengkung Peralihan	m	213	No.06
5	Alinyemen Vertikal			
	- Landai Maksimum	%	5	No.06
	- Landai Minimum	%	0.5	No.06
	- Panjang Minimum Lengkung Vertikal	m	36	No.06
	- Jari - jari Lengkung Vertikal Cembung	m	1100	No.06
	- Jari - jari Lengkung Vertikal Cekung	m	1800	No.06

Tabel 2.6 Kriteria Desain Geometrik Interchange Untuk Ramp

NO	PARAMETER GEOMETRIK	SATUAN	KRITERIA DESAIN	SUMBER/ REFERENSI
1	Kecepatan Rencana	Km/Jam	40	No.06
2	Potongan Melintang :			
	- Lebar Lajur Lalu Lintas	m	4.00	No.06
	- Lebar Bahu Luar	m	3.00	No.06
	- Lebar bahu Dalam	m	1.00	No.06
	- Kemiringan Melintang Jalur Lalu Lintas Normal	%	2	No.06
	- Superelevasi Maksimum	%	8	No.06
	- Tinggi Ruang Bebas	m	5.10	No.06
3	Jarak Pandang			
	- Jarak Pandang Henti Minimum	m	50	No.06
4	Alinemen Horizontal			
	- Jari-Jari Tikungan Minimum	m	50	No.06
	- Jari-Jari Tikungan Maksimum Dengan Lengkung Peralihan	m	95	No.06
	- Panjang Minimum Bagian Peralihan	m	22	No.06
5	Alinyemen Vertikal			
	- Landai Maksimum	%	4	No.06

NO	PARAMETER GEOMETRIK	SATUAN	KRITERIA DESAIN	SUMBER/REFERENSI
	- Landai Minimum	%	0.5	No.06
	- Panjang Lengkung Vertikal	m	24	No.06
	- Jari - jari Lengkung Vertikal Cembung	m	400	No.06
	- Jari - jari Lengkung Vertikal Cekung	m	900	No.06

Tabel 2.7 Kriteria Desain Geometrik Jalan Ramp terminal

NO	PARAMETER GEOMETRIK	SATUAN	KRITERIA DESAIN (PDGJ 2021)	SUMBER/REFERENSI
1	Kecepatan Rencana	Km/jam	80	No.06
2	Ketentuan Untuk Jalan :			
	- Jari-jari Tikungan Minimum	m	230	No.06
	- Jari-jari Lengkung Vertikal Minimum Standar :			
	- Cembung	m	12000	No.06
	- Cekung	m	8000	No.06
3	Jalur Perlambatan :			
	- Panjang Jalur Perlambatan	m	100	No.07
	- Panjang Taper	m	90	No.07
4	Jalur Percepatan			
	- Panjang Jalur Percepatan	m	145	No.07
	- Panjang Taper	m	180	No.07

Keterangan : Θ = Sudut Perpotongan (Derajat)

Tabel 2.8 Superelevasi Jalan Utama

Superelevasi (%)	Jari-jari Lengkungan (m)			
	100 km/jam	80 km/jam	60 km/jam	40 km/jam
8	$415 \leq R \leq 550$	$255 \leq R \leq 365$	$135 \leq R \leq 210$	$55 \leq R \leq 90$
7	$550 \leq R \leq 650$	$365 \leq R \leq 450$	$210 \leq R \leq 270$	$90 \leq R \leq 125$
6	$650 \leq R \leq 795$	$450 \leq R \leq 560$	$270 \leq R \leq 345$	$125 \leq R \leq 165$
5	$795 \leq R \leq 1015$	$560 \leq R \leq 725$	$345 \leq R \leq 460$	$165 \leq R \leq 225$
4	$1015 \leq R \leq 1375$	$725 \leq R \leq 995$	$460 \leq R \leq 640$	$225 \leq R \leq 315$
3	$1375 \leq R \leq 2095$	$995 \leq R \leq 1535$	$640 \leq R \leq 995$	$315 \leq R \leq 500$
2	$2095 \leq R \leq 5000$	$1535 \leq R \leq 3500$	$995 \leq R \leq 2000$	$500 \leq R \leq 800$

Catatan:

Kemiringan Normal = 2 %

Besarnya radius didapat dari nilai tengah e (mis: radius untuk e 3% didapat dari e = 2.50% sampai 3.50%).

e maks = 8%

Tabel 2.9 Superelevasi Ramp

Superelevasi (%)	Jari – Jari Lengkungan (m)	
	60 kpj	40 kpj
8	$135 \leq R \leq 210$	$50 \leq R \leq 80$
7	$210 \leq R \leq 270$	$80 \leq R \leq 110$
6	$270 \leq R \leq 345$	$110 \leq R \leq 155$
5	$345 \leq R \leq 460$	$155 \leq R \leq 215$
4	$460 \leq R \leq 640$	$215 \leq R \leq 310$
3	$640 \leq R \leq 995$	$310 \leq R \leq 495$
2	$995 \leq R \leq 2000$	$495 \leq R \leq 800$

Catatan:

Kemiringan Normal = 2 %

e maks = 8 %

2.3.1 Keterangan Tambahan

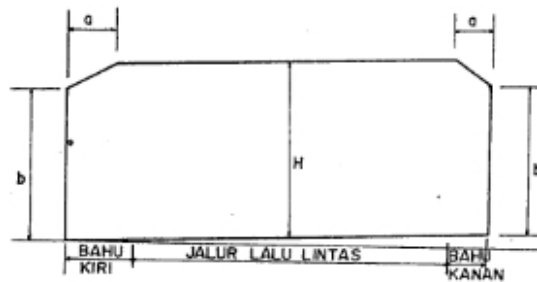
Keterangan tambahan meliputi Batas Ruang Bebas Jalur Lalu Lintas dan Ruang Bebas Untuk Lintasan Listrik.

- Ruang Batas Bebas

Batas ruang bebas mengacu pada Peraturan Menteri Pekerjaan Umum No.19/PRT/M/2001/ Tentang Persyaratan Teknis jalan dan Kriteria Perencanaan Teknis Jalan.

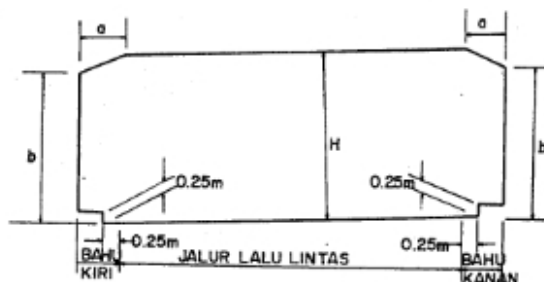
Batas ruang bebas horisontal dan vertikal dari jalan tol dan jalan raya lainnya dalam Gambar 1.1. Tinggi ruang bebas sebesar 5,10 m dipakai untuk jalan tol, jalan arteri (non tol) dan jalan kolektor, untuk jalan lokal adalah 4,60 m (Jalan Tipe II Kelas IV).

Kasus 1 : Ruang bebas untuk jalur lajur lintas dengan bahu jalan



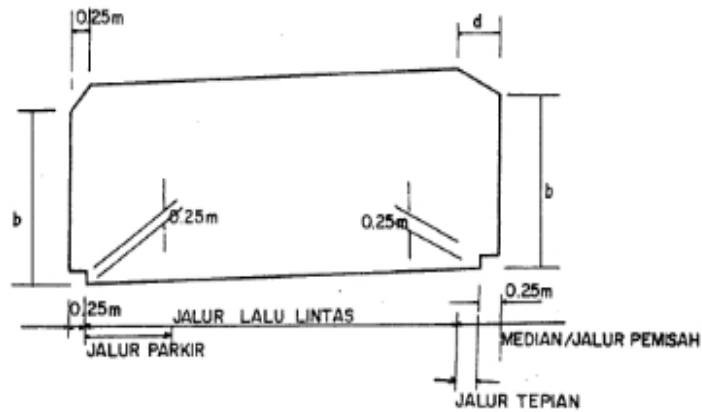
Gambar 2.1 Ruang bebas untuk jalur lajur lintas dengan bahu jalan

Kasus 2 : Ruang bebas jalur lalu lintas pada jembatan dengan bentang 50 m atau lebih, atau pada terowongan



Gambar 2.2 Ruang bebas jalur lalu lintas pada jembatan dengan bentang 50 m atau lebih, atau pada terowongan

Kasus 3 : Ruang bebas untuk jalur lalu lintas pada jalan tidak ada bahunya



Gambar 2.3 Ruang bebas untuk jalur lalu lintas pada jalan tidak ada bahunya

Kasus 4 :

H = 5.10 m untuk jalan tipe I, kelas I dan tipe II kelas I, kelas II dan kelas III.

Untuk jalan tipe II kelas III dimana bus tingkat tidak boleh lewat, H dapat diperkecil menjadi 4,6 m.

= 4.6 m untuk jalan tipe II dan kelas IV

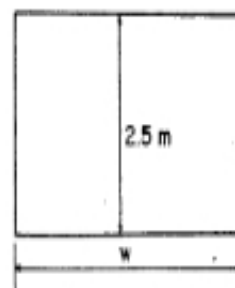
a = 1.0 m atau lebih kecil dari lebar bahu

b = 4.6, bila H 4.6 m maka dapat diambil = 4.1 m

d = 0.75 m untuk jalan-jalan tipe I

0.50 m untuk jalan-jalan tipe II

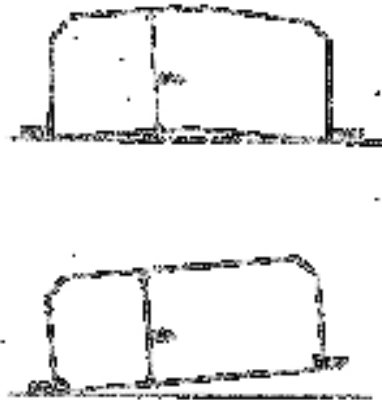
Kasus 5 : Ruang bebas untuk trotoar dan jalur sepeda



W : LEBAR TROTOAR ATAU JALUR SEPEDA

Gambar 2.4 Ruang bebas untuk trotoar dan jalur sepeda

- Pengukuran Garis bebas
 - Tinggi ruang bebas diukur antara garis sejajar permukaan jalan dan permukaan itu sendiri.
 - Lebar ruang bebas diukur di antara garis tegak lurus permukaan kemiringan normal jalan. Pada bagian dengan superelevasi, garis batas vertikal harus diukur tegak lurus terhadap permukaan jalur lalu lintas.



Gambar 2.5 Ruang Bebas Kendaraan

Sumber: Standar Perencanaan Geometrik untuk Jalan Perkotaan Tahun 1992, hal. 19-21

- Ruang Bebas untuk lintasan listrik

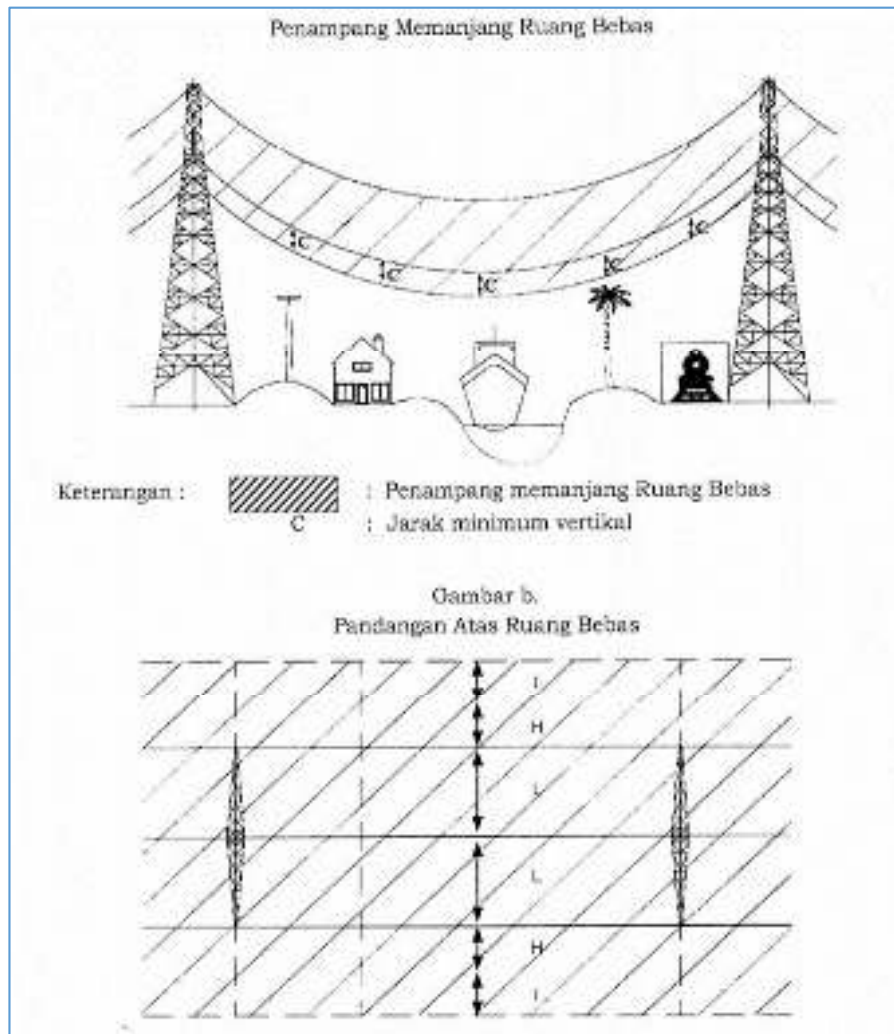
Ruang Bebas (*Clearance*) untuk lintasan listrik yang berupa Saluran Udara Tegangan Tinggi (SUTT), Ekstra Tinggi (SUTET) dan tegangan tinggi arus searah (SUTTAS) Peraturan Menteri Energi dan Sumber Daya Mineral Republik Indonesia Nomor 18 Tahun 2015 Tentang Ruang Bebas dan Jarak Bebas Minimum pada Saluran Udara Tegangan Tinggi, Saluran Udara Tegangan Ekstra Tinggi dan Saluran Udara Tegangan Tinggi Arus Searah untuk Penyaluran Tenaga Listrik, dapat dilihat pada Gambar 2.11 sampai dengan Gambar 2.14

Tabel 2.10 Jarak Bebas Minimum Vertikal dari Konduktor pada SUTT, SUTET dan SUTTAS

No.	Lokasi	SUTT		SUTET		SUTTAS	
		66 kV (m)	150 kV (m)	275 kV (m)	500 kV (m)	250 kV (m)	500 kV (m)
1.	Lapangan terbuka atau daerah terbuka ^{a)}	7,5	8,5	10,5	12,5	7,0	12,5
2.	Daerah dengan keadaan tertentu						
	- Bangunan, jembatan ^{b)}	4,5	5,0	7,0	9,0	6,0	9,0
	- Tanaman/tumbuhan, hutan, perkebunan ^{b)}	4,5	5,0	7,0	9,0	6,0	9,0
	- Jalan/jalan raya/rel kereta api ^{a)}	8,0	9,0	11,0	15,0	10,0	15,0
	- Lapangan umum ^{a)}	12,5	13,5	15,0	18,0	13,0	17,0
	- SUTT lain, Saluran Udara Tegangan Rendah (SUTR), Saluran Udara Tegangan Menengah (SUTM), saluran udara komunikasi, antena dan kereta gantung ^{b)}	3,0	4,0	5,0	8,5	6,0	7,0
	- Titik tertinggi tiang kapal pada kedudukan air pasang/tertinggi pada lalu lintas air ^{b)}	3,0	4,0	6,0	8,5	6,0	10,0
CATATAN							
^{a)} Jarak bebas minimum vertikal dihitung dari konduktor ke permukaan bumi atau permukaan jalan/rel							
^{b)} Jarak bebas minimum vertikal dihitung dari konduktor ke titik tertinggi/terdekatnya							

Tabel 2.11 Jarak Bebas Minimum Horizontal dari Sumbu Vertikal pada SUTT, SUTET dan SUTTAS

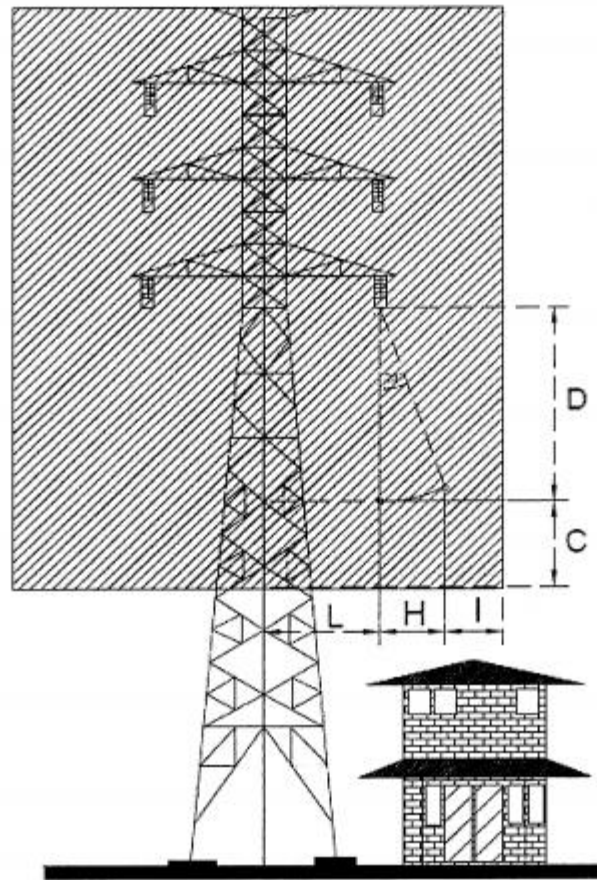
No.	Saluran Udara	Jarak dari Sumbu Vertikal Menara/Tiang Ke Konduktor L (meter)	Jarak Horizontal Akibat Ayunan Konduktor H (meter)	Jarak bebas impuls Petir untuk SUTT dan SUTTAS atau Jarak Bebas Impuls Switsing (<i>Switching Impulse</i>) untuk SUTET I (meter)	Total L+H+I (meter)	Pembulatan (meter)
1.	SUTT 66 kV tiang baja	1,80	1,37	0,63	3,80	4,00
2.	SUTT 66 kV tiang beton	1,80	0,68	0,63	3,11	4,00
3.	SUTT 66 kV menara	3,00	2,74	0,63	6,37	7,00
4.	SUTT 150 kV tiang baja	2,25	2,05	1,50	5,80	6,00
5.	SUTT 150 kV tiang beton	2,25	0,86	1,50	4,61	5,00
6.	SUTT 150 kV menara	4,20	3,76	1,50	9,46	10,00
7.	SUTET 275 kV sirkit ganda	5,80	5,13	1,80	12,73	13,00
8.	SUTET 500 kV sirkit tunggal	12,00	6,16	3,10	21,26	22,00
9.	SUTET 500 kV sirkit ganda	7,30	6,16	3,10	16,56	17,00
10.	SUTET 500 kV 4 sirkit vertikal	7,30	6,16	3,10	16,56	17,00
11.	SUTET 500 kV 4 sirkit horizontal	20,35	6,16	3,10	29,61	30,00
12.	SUTTAS 250 kV	7,40	4,30	1,70	13,40	14,00
13.	SUTTAS 500 kV	9,00	5,30	3,30	17,60	18,00




Keterangan :

- L : Jarak dari sumbu vertikal menara/tiang ke konduktor
- H : Jarak horizontal akibat ayunan konduktor
- I : Jarak bebas *impuls* petir (untuk SUTT dan SUTTAS) Atau jarak bebas *impuls switsing* (untuk SUTET)

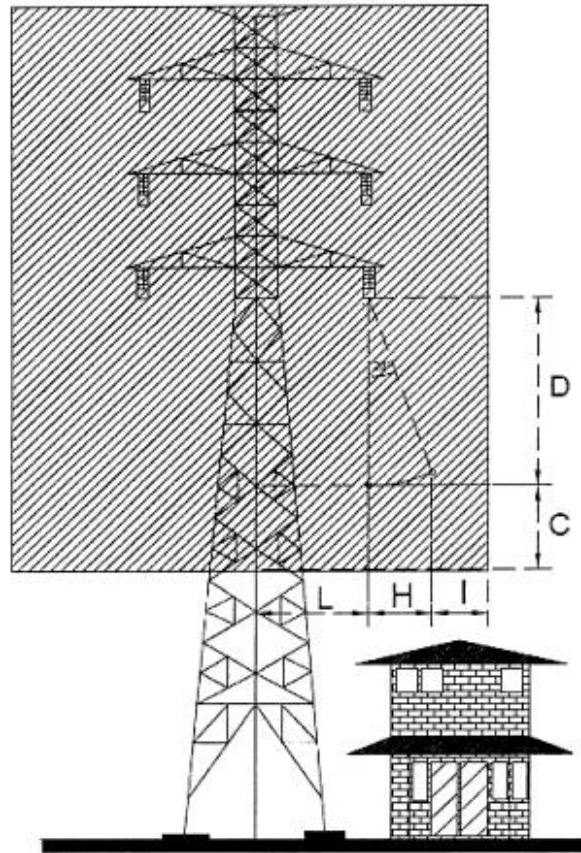
Gambar 2.6 Penampang Memanjang dan Pandangan Atas Ruang Bebas



Keterangan :

-  : Penampang melintang Ruang Bebas SUTT 66 kV dan 150 kV Menara pada tengah gawang
 L : Jarak dari sumbu vertikal tiang ke konduktor
 H : Jarak horizontal akibat ayunan konduktor
 I : Jarak bebas *impuls* petir
 C : Jarak bebas minimum vertikal
 D : Jarak andongan terendah ditengah gawang (antar dua menara)

Gambar 2.7 Ruang Bebas SUTT 66 kV dan 150 kV Menara



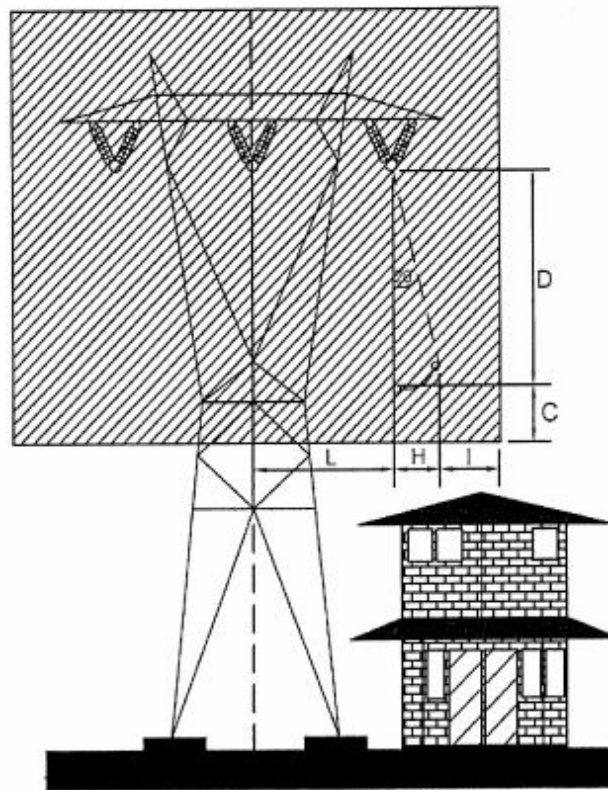
Keterangan :




: Penampang melintang Ruang Bebas SUTET 275 kV dan 500 kV Sirkuit Ganda pada tengah gawang

- L : Jarak dari sumbu vertikal tiang ke konduktor
- H : Jarak horizontal akibat ayunan konduktor
- I : Jarak bebas *impuls switsing*
- C : Jarak bebas minimum vertikal
- D : Jarak andongan terendah di tengah gawang (antar dua menara)

Gambar 2.8 Ruang Bebas SUTET 275 kV dan 500 kV Sirkuit Ganda



Keterangan :

 : Penampang melintang Ruang Bebas SUTET 500 kV Sirkuit Tunggal pada tengah gawang

L : Jarak dari sumbu vertikal tiang ke konduktor

H : Jarak horizontal akibat ayunan konduktor

I : Jarak bebas *impuls switsing*

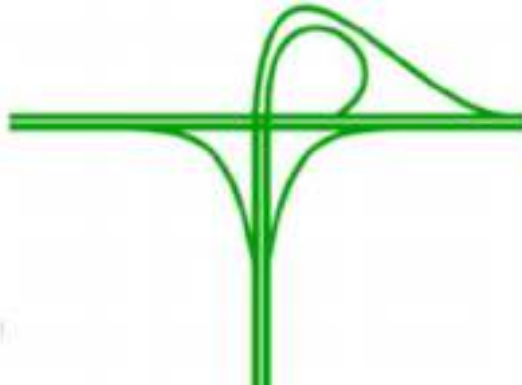
C : Jarak bebas minimum vertikal

D : Jarak andongan terendah di tengah gawang (antar dua menara)

Gambar 2.9 Ruang Bebas SUTET 500 KV Sirkuit Tunggal

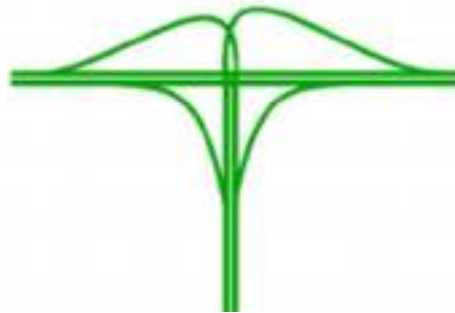
2.4 Tipe Simpang Susun

2.4.1 Tipe T (Trumpet) dan Y



Gambar 2.10 Tipe T (Trumpet)

Pada dasarnya, kedua tipe ini hampir sama dan dapat digunakan pada hampir semua simpang susun yang mempunyai cabang/kaki tiga, hanya tergantung pada sudut pertemuan antar cabang-cabangnya.



Gambar 2.11 Tipe Y

Untuk menyesuaikan antara besarnya, volume lalu lintas dengan pelayanan yang akan diberikan, kedua ramp dapat dipindah-pindah tergantung pada prioritas arah mana yang diutamakan. Tipe ini dapat dikembangkan dan digunakan pada simpang susun bercabang empat dalam bentuk double trumpet.

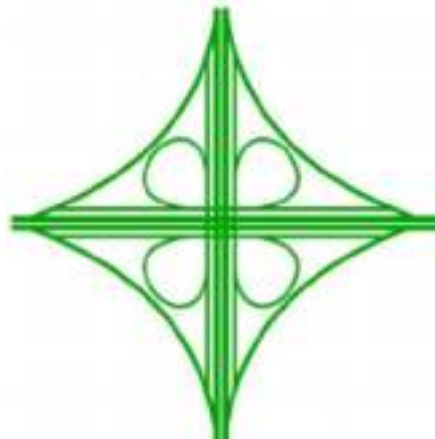
2.4.2 Tipe diamond



Gambar 2.12 Tipe Diamond

Tipe ini merupakan tipe simpang susun paling sederhana dan cocok dipergunakan pada persimpangan antara suatu jalan utama dan jalan arteri. Keuntungan tipe ini ialah semua lalu lintas dapat masuk dan keluar simpang susun dalam kecepatan tinggi melalui ramp langsung sederhana, disamping itu kebutuhan ROW nya relatif kecil. Untuk memberikan pelayanan yang optimal pada pengoperasiannya, tipe ini harus di perlengkapi dengan rambu pada persimpangan keluar masuk ramp dengan arteri.

2.4.3 Tipe full cloverleaf dan half cloverleaf



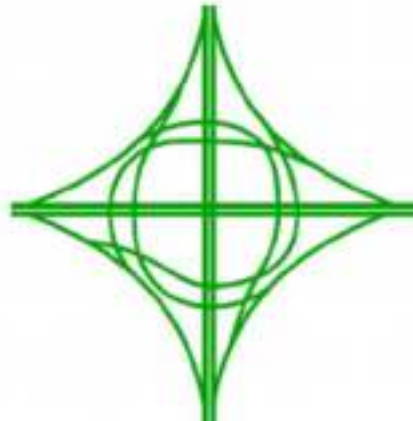
Gambar 2.13 Tipe Full Cloverleaf dan Half Cloverleaf

Tipe ini dapat berupa tipe clover leaf lengkap (full clover leaf) atau clover leaf sebagian (partial clover leaf). Tipe clover leaf lengkap merupakan tipe clover leaf paling sederhana dan lengkap yang biasa digunakan untuk suatu pertemuan antara dua jalan raya utama.

Kerugian prinsipal tipe ini ialah diperlukan jarak-jarak tempuh tambahan untuk lalu lintas belok kanan melalui loop ramp, yang juga membatasi percepatan, juga luas kebutuhan ROW tipe ini cukup besar.

Tipe clover leaf sebagian biasanya dipergunakan pada pertemuan jalan utama dengan lokal, yang loop rampnya terutama digunakan untuk melayani arus lalu lintas yang utama yang hendak berbelok dan untuk itu loop ramp tersebut dapat diletakkan dikwadrant yang paling sesuai. Seperti pada tipe diamond, tipe clover leaf sebagian ini harus dilengkapi dengan rambu-rambu lalu lintas yang cukup lengkap, agar dapat berfungsi secara maksimal.

2.4.4 Tipe directonal



Gambar 2.14 Tipe Directonal

Tipe ini biasa digunakan apabila setiap arus lalu lintas untuk setiap jurusan yang volumenya besar dan memerlukan ramp direct atau semi direct. Salah satu sifat tipe ini ialah simpang susun yang bertipe directional tak dapat digunakan sebagai tempat pemutaran bagi kendaraan yang hendak berbalik arah. Banyaknya struktur persilangan yang dibutuhkan tipe ini menyebabkan harganya menjadi mahal sekali.

2.4.5 Tipe kombinasi

Kombinasi disini berarti gabungan atau campuran dari berbagai tipe sebelumnya, sedemikian rupa sehingga diharapkan cocok dengan keadaan dan kebutuhan yang ada. Tipe yang dikombinasikan atau bentuk kombinasi yang dihasilkan tergantung sepenuhnya kepada perencana yang akan

menyesuaikan dengan persyaratan yang diberikan. Biasanya tipe ini dapat menjadi pemecahan yang baik dalam menghadapi persoalan pada perencanaan bentuk suatu simpang susun.

2.5 Perencanaan Alinyemen Horizontal

Sebelum menetapkan alinemen horizontal yang definitif, konsultan akan mengevaluasi kembali alinemen horizontal hasil rancangan awal (Basic Design) dengan memperhatikan hal hal sebagai berikut :

- Trase rencana jalan tol
- Kriteria dan standar perencanaan yang sudah ditetapkan
- Perpotongan dengan jalan yang sudah ada baik jalan utama maupun jalan-jalan lokal Perpotongan dengan sungai ataupun saluran drainase lainnya.
- ROW yang sudah ditetapkan.
- Konsep jalan tol dari Pemda.

Untuk kemudahan pelaksanaan serta penghematan waktu dalam penentuan alinemen horizontal yang definitif, perlu dilakukan pekerjaan Stake Out yang termasuk dalam rencana pekerjaan pengukuran topografi.

Stake out awal dilakukan berdasarkan pada hasil draf desain alinemen horizontal, dengan koordinat yang digunakan adalah koordinat lokal yang berpatokan pada koordinat yang ada pada peta foto udara.

Bangunan atau batas – batas alam yang teridentifikasi akan digunakan sebagai titik referensi dalam melakukan stake out, agar arah dari trase yang ditarik tidak jauh menyimpang dari yang direncanakan.

Selama pelaksanaan stake out perubahan desain alinemen perlu dilakukan apabila ditemui kendala-kendala teknis maupun non teknis di lapangan. Sehingga selama stake out, sangat diperlukan koordinasi yang baik antara Geodetic Engineer dengan Highway Engineer.

Final stake out atau stake out kedua dilakukan apabila draf desain alinemen horizontal telah menjadi desain definitif yang telah disetujui oleh Pemberi Tugas. Diharapkan final stake out ini hanya dilakukan pada tempat tertentu yang mengalami perubahan dari draf alinemen horizontal.

2.5.1 Jarak Pandang

a. Jarak Pandang Henti

Jarak pandang henti minimum harus selalu diberikan pada setiap bagian jalan. Jarak pandang henti ini dinyatakan pada dibawah ini.

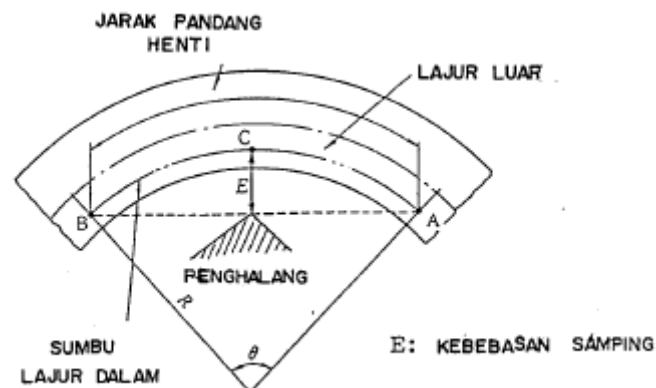
Tabel 2.12 Panjang Bagian Lurus Maksimum

Kecepatan Rencana (km/jam)	Jarak Pandang Henti (m)
100	165
80	110
60	75
50	55
40	40
30	30
20	20

Perhitungan jarak pandang henti dihitung berdasarkan rumus di bawah ini.

$$J_h = \frac{V}{3.6}t + \frac{\left(\frac{V}{3.6}\right)^2}{2gf}$$

- Dimana : J_h = jarak pandang henti (m)
 V = kecepatan kendaraan (km/j)
 t = jarak rem + piev (detik)
 g = percepatan gravitasi (m/det²)
 f = koefisien gesek
 Perkiraan: $t = 2.5$ detik
 $g = 9.8$ (m/det²)



Gambar 2.15 Jarak pandang henti

Proses perhitungan dapat dilihat pada tabel di bawah ini.

Tabel 2.13 Jarak Pandang Henti

Kecepatan Rencana (km/jam)	Kecepatan Bergerak (km)	f	0.964 V	0.00394 V ² /f	D (m)	Dibulatkan (m)
120	102	0.29	70.7	141.3	212.0	210
100	85	0.30	58.9	94.8	153.7	160
80	68	0.31	47.1	58.7	105.8	110
60	54	0.33	37.4	34.8	72.2	75
50	45	0.35	31.2	22.8	54.0	55
40	36	0.38	24.9	13.4	38.3	40
30	30	0.44	20.8	8.1	29.9	30
20	20	0.44	13.8	3.5	17.8	20

b. Jarak Pandang Menyiap

Jarak pandang menyiap harus ditentukan pada bagian jalan yang dipilih, pada jalan dua jalur dua arah jarak pandang menyiap standard minimum dinyatakan dalam tabel dibawah ini.

Tabel 2.14 Jarak Pandang Henti Minimum

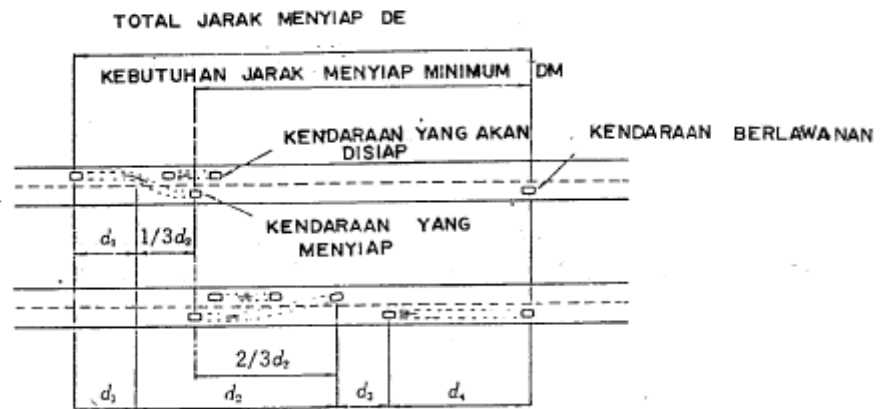
Kecepatan Rencana (km/jam)	JPM standar (m)	JPM minimum (m)
80	550	350
60	350	250
50	250	200
40	200	150
30	150	100
20	100	70

c. Disarankan untuk senantiasa menyediakan jarak pandang menyiap yang cukup dalam merencanakan jalan dua lajur. Tetapi oleh karena adanya kendala-kendala dalam memenuhi kondisi tersebut, menimbang besar biaya pembangunannya, hanya bagian-bagian jalan tertentu, yang disebut berikut ini harus mempunyai jarak pandang yang cukup.

d. Untuk jalan tipe I kelas II, persentasi panjang dengan jarak pandang lebih besar daripada jarak pandang menyiap standar sebaiknya lebih besar dari 30%.

- e. Untuk jalan tipe II kelas II, persentasi panjang dengan jarak pandang lebih besar daripada jarak pandang menyiap minimum sebaiknya lebih besar dari 30%.
- f. Untuk jalan tipe III kelas III, Persentasi panjang dengan jarak pandang lebih besar daripada jarak menyiap minimum sebaiknya lebih besar dari 10%.

Perhitungan jarak pandang mendahului dapat dilihat pada tabel berikut.



Gambar 2.16 Jarak pandang menyiap

- V_1 : kecepatan kendaraan yang menyiap
- V_2 : kecepatan kendaraan yang disiap
- d_1 : jarak yang ditempuh kendaraan dimulai melakukan persepsi dan reaksi akan bergerak ke lajur kanan
- d_2 : jarak dimana kendaraan yang menyiap sedang berada pada lajur kanan
- d_3 : jarak yang ditempuh kendaraan antara kendaraan yang mendahului telah berada pada lajur semula dengan kendaraan yang berlawanan
- d_4 : jarak kendaraan yang berlawanan untuk selama waktu kendaraan yang menyiap berada di lajur kanan atau $2/3 d_2$
- t_1 : waktu percepatan
- t_2 : waktu saat kendaraan yang menyiap berada di lajur kanan
- DE : jarak total
- DM : $(2/3) * d_2 + d_3 + d_4$

Tabel 2.15 Perhitungan Jarak Pandang Menyiap

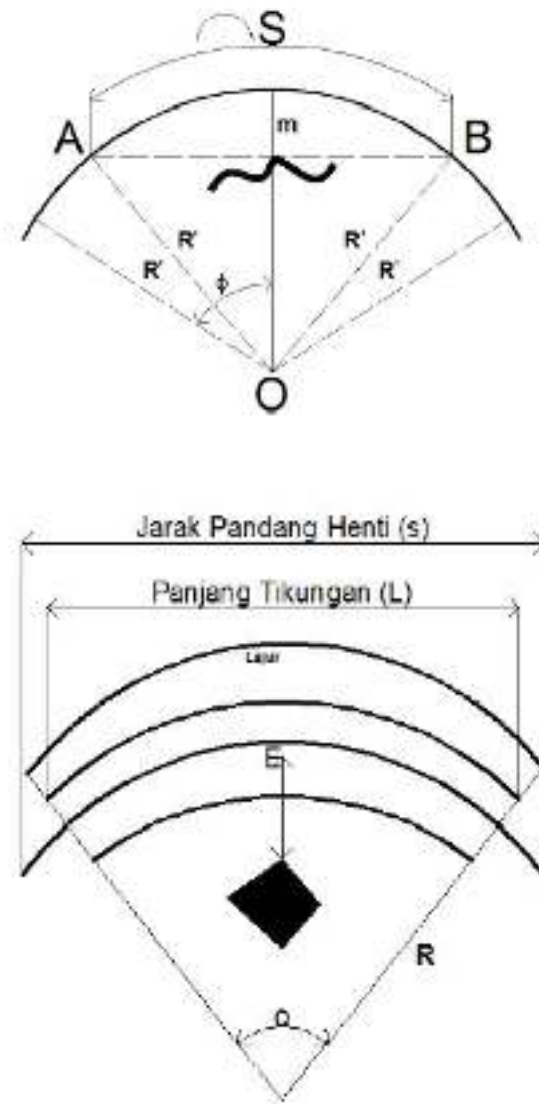
Jepang Kecepatan menyiap : V1 (km/jam)	100	80	60	50	40	30	20
Kecepatan kendaraan yang disiap : V2	80	65	45	37.5	30	20	15
Penyiapan Awal : a : Percepatan rata2 m/d ² t1 : Waktu (detik) t2 : Jarak (m)	0.66 4.5 113	0.65 4.2 82	0.63 3.7 51	0.62 3.4 34	0.61 3.1 28	0.60 2.9 19	0.60 2.7 10
Saat di lajur kiri : t2 : Waktu (detik) d2 : Jarak (m)	11.4 317	10.4 231	9.5 159	9.0 125	8.5 95	8.0 67	7.6 42
Panjang Daerah Bebas : d3 : Jarak (m)	80	60	40	30	25	20	15
Kendaraan Berlawanan d4 : Jarak (m)	211	154	106	81	63	45	28
Jarak Total : DE d1 + d2 + d3 + d4 (m)	700	550	350	250	200	150	100
Jarak Minimum : DM (2/3) x d2 + d3 + d4 (m)	500	350	250	200	150	100	70

Catatan :

- 1) Kecepatan kendaraan menyiap diasumsikan sama dengan kecepatan rencana.
- 2) Kecepatan kendaraan yang disiapkan diasumsikan sebesar kecepatan rencana dikurangi sebesar :
 - 20 km/jam untuk kecepatan rencana 100 km/jam
 - 15 km/jam untuk kecepatan rencana 80 atau 60 km/jam
 - 12,5 km/jam untuk kecepatan rencana 50 km/jam
 - 10 km/jam untuk kecepatan rencana 40 atau 30 km/jam
 - 5 km/jam untuk kecepatan rencana 20 km/jam.

g. Jarak Pandang Pada Lengkung Horizontal

Jarak pandang pengemudi kendaraan yang bergerak pada lajur tepi sebelah dalam seringkali terhalang oleh gedung-gedung, hutan-hutan kayu, tebing galian dan lainnya. Penentuan batas minimum jarak antara sumbu lajur sebelah dalam ke penghalang ditentukan berdasarkan kondisi dimana jarak pandangan S lebih kecil dari pada tikungan yang bersangkutan L, atau keadaan dimana jarak pandangan S lebih besar dari tikungan L, sehingga jarak pandangan sebagian merupakan lengkung sepanjang L, dan sisanya merupakan garis lurus. (Hamirhan Saodang, 2004)



Gambar 2.17 Jarak Pandang Pada Lengkung Horizontal

Untuk menghitung jarak pandangan pada lengkung horizontal dapat menggunakan rumus berikut.

$$S = \frac{\pi * \phi * R'}{90}$$

$$M = R' * (1 - \cos \theta)$$

Dimana :

θ = setengah sudut pusat lengkung sepanjang L

m = jarak dari penghalang ke sumbu lajur sebelah dalam (m)

s = jarak pandangan (m)

L = panjang busur lingkaran (m)

R' = radius sumbu lajur sebelah dalam (m)

2.5.2 Alinyemen Horizontal

Alinyemen Horizontal adalah proyeksi sumbu jalan pada bidang horizontal. Alinyemen horizontal dikenal juga dengan nama “*situasi jalan*” atau “*trase jalan*”.

Pada perencanaan Alinyemen horizontal, umumnya akan ditemui dua jenis bagian jalan, yaitu bagian lurus, dan bagian lengkung atau umum disebut tikungan yang terdiri dari :

- Lingkaran (*Full Circle* = FC)
- Spiral – Lingkaran – Spiral (*Spiral – Circle – Spiral* = S – C – S)
- Spiral – Spiral (S – S)

a. Bagian Lurus

Panjang maksimum bagian lurus dibuat panjangnya tidak melebihi panjang waktu tempuh kendaraan dalam waktu 2,5 menit sesuai dengan kecepatan rencana (V_r). Hal ini berkaitan dengan dengan pertimbangan kenyamanan, mengurangi faktor kelelahan pengemudi dan meningkatkan keselamatan.

Tabel 2.16 Panjang Bagian Lurus Maksimum (m)

Fungsi	Panjang Bagian Lurus Maksimum (m)		
	Datar	Bukit	Pegunungan
Arteri	3000	2500	2000
Kolektor	2000	1750	1500

b. Lengkungan/Tikungan

1) Jari-jari Minimum

Jari-jari minimum lengkungan untuk kecepatan rencana (V_r) didasarkan pada superelevasi maksimum dan gesekan sisi dengan rumus :

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

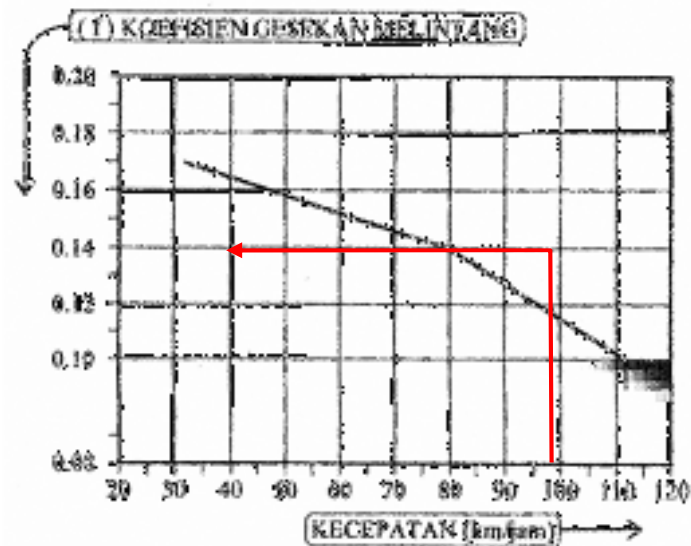
Dimana:

R = Jari-jari minimum (m)

V = Kecepatan rencana (Km/Jam)

f = Koefisien gesekan sisi (antara ban dan permukaan jalan)

e = Superelevasi



Gambar 2.18 Grafik Koefisien Gesekan Melintang (f)

Menurut penelitian, nilai koefisien gesekan (f) maksimum adalah 0,4 - 0,8 untuk perkerasan aspal. Tetapi demi kenyamanan dan keamanan pengemudi, direkomendasikan berkisar antara 0,14 – 0,17. Nilai superelevasi yang diperkirakan untuk jari-jari minimum adalah 10% untuk kecepatan antara 40 – 80 Km/Jam dan 8% untuk kecepatan rencana 30 – 20 Km/Jam.

Pertimbangan yang tepat hendaknya diberikan kepada hal-hal berikut di dalam merencanakan jalan perkotaan.

- Disesuaikan dengan keadaan topografi dan geografi daerah di sekitarnya.
- Kemantapan Alinyemen.
- Koordinasi antara Alinyemen horizontal dan vertikal.
- Perspektif yang dapat disetujui.

- e. Keamanan dan kenyamanan bagi pengemudi, penumpang dan pejalan kaki.
 - f. Keterbatasan-keterbatasan pada pelaksanaan pembangunannya.
 - g. Keterbatasan anggaran pembangunan dan pemeliharaannya.
- Kemungkinan tahapan pembangunannya harus dipertimbangkan; peningkatan perkerasan, perbaikan Alinyemen, vertikal atau horisontal yang mungkin diperlukan pada masa mendatang, hendaknya dapat dilaksanakan dengan penambahan biaya yang seminimum mungkin.

2) Bentuk Busur Lingkaran (Full Circle)

Lengkung busur lingkaran (FC=Full Circle) adalah jenis tikungan yang hanya terdiri dari bagian suatu lingkaran saja. Perubahan jari-jari lengkung dari bagian lurus (R tak terhingga) sampai masuk tikungan ($R=R$ lengkung) tanpa melalui suatu lengkung peralihan dan perubahan jari-jari lengkung yang kontinyu. Pemilihan lengkung FC hanya digunakan untuk R (jari-jari tikungan) yang besar agar tidak terjadi patahan (perubahan $R = \infty$ menjadi $R=R$ lengkung R yang drastis), selain itu karena untuk nilai R kecil nilai maka superelevasi pada bagian tersebut adalah besar.

Tabel 2.17 Jari – Jari Minimum

V_R (km/jam)	120	100	80	60	50	40	30	20
Jari-jari Minimum R_{min} (m)	600	370	210	110	80	50	30	15

Elemen-elemen lengkung FC :

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

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

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



Gambar 2.19 Komponen FC (Full Circle)

Keterangan :

Δ = Sudut tikungan

O = Titik pusat lingkaran

Tc = Panjang tangen jarak dari TC ke PI atau PI ke CT

Rc = Jari-jari lingkaran

Lc = Panjang busur lingkaran

Ec = Jarak luar dari PI ke busur lingkaran

3) Lengkung Peralihan S-C-S

Lengkung peralihan S-C-S dibuat untuk menghindari terjadinya perubahan alinyemen yang tiba-tiba dari bentuk lurus ke bentuk lingkaran, jadi lengkung peralihan ini diletakkan antara bagian lurus dan bagian lingkaran (circle), yaitu pada sebelum dan sesudah tikungan berbentuk busur lingkaran. Panjang lengkung peralihan (Ls), menurut Tata Cara Perencanaan geometrik jalan antar kota 1997, diambil nilai yang terbesar dari tiga persamaan dibawah ini :



Gambar 2.20 Komponen S-C-S (Spiral-Circle-Spiral)

Keterangan :

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

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

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

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

T_s = Panjang tangen dari titik PI ke titik TS atau ke titik ST.

TS = Titik dari tangen ke spiral.

SC = Titik dari spiral ke lingkaran.

E_s = Jarak dari PI ke busur lingkaran.

θ_s = Sudut lengkung spiral.

R_c = Jari-jari lingkaran.

p = Pergeseran tangen terhadap spiral.

k = Absis dari "p" pada garis tangen.

$L_s \left(1 - \frac{L_s^2}{40 R_c^2}\right)$ Rumus untuk menentukan geometrik *Spiral -*

Circle - Spiral :

$$\frac{L_s^2}{6 R_c} X_s = L_s \left(1 - \frac{L_s^2}{40 R_c^2}\right)$$

$$Y_s = \frac{L_s^2}{6 R_c}$$

$$\theta_s = \frac{90}{\pi} \frac{L_s}{R_c}$$

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

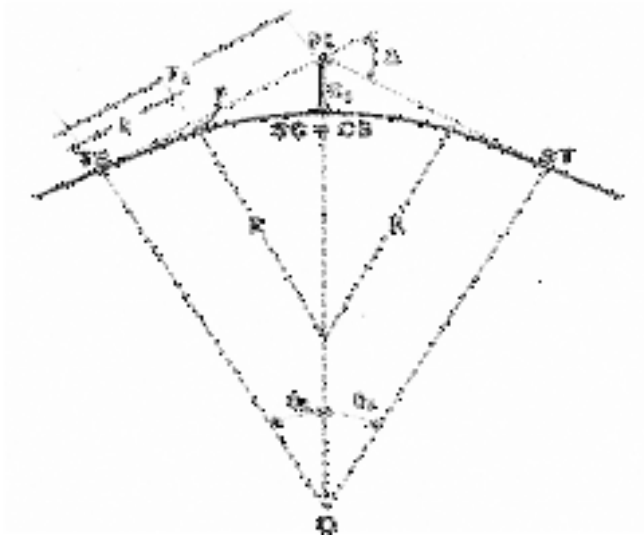
$$K = L_s \frac{L_s^3}{40 R_c^2} - R_c (\sin \theta_s)$$

$$T_s = (R_c + P) \tan \frac{1}{2} + K$$

$$E_s = (R_c + P) \sec \frac{1}{2} - R_c$$

$$L_c = \frac{\Delta - 2 \theta_s}{180} \times \pi \times R_c$$

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



Gambar 2.21 Komponen S-S

Satu hal mengenai lengkung spiral-spiral ini, terutama untuk L_s yang panjang pemakaian lengkung spiral-spiral sebaiknya dihindari karena kurang nyaman bagi pemakai kendaraan. Hal ini dikarenakan geometrik dari spiral-spiral ini membuat pengemudi selalu berada dalam kondisi 'transisi' R yang cukup melelahkan pengendalian dan bisa menyebabkan kecelakaan.

2.6 Perencanaan Alinemen Vertikal

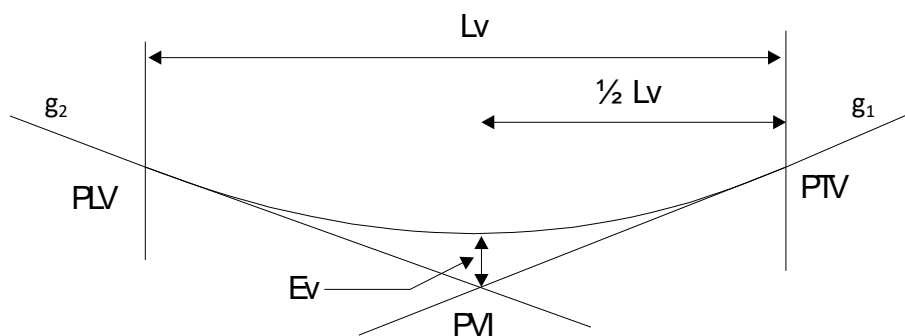
Alinyemen vertikal adalah perencanaan elevasi sumbu jalan pada setiap titik yang ditinjau, berupa profil memanjang. Pada perencanaan alinyemen vertikal akan ditemui kelandaian positif (tanjakan) dan kelandaian negatif (turunan), sehingga kombinasinya berupa lengkung cembung dan cekung. Disamping kedua lengkung tersebut ditemui pula kelandaian = 0 (datar). Kondisi tersebut dipengaruhi oleh keadaan topografi yang dilalui oleh *route* jalan rencana. Kondisi topografi tidak saja berpengaruh pada perencanaan alinyemen horizontal, tetapi juga mempengaruhi perencanaan alinyemen vertikal.

2.6.1 Kelandaian

Pergantian dari satu kelandaian ke kelandaian berikutnya, dilakukan dengan mempergunakan lengkung vertikal. Lengkung vertikal direncanakan sedemikian rupa sehingga dapat memenuhi keamanan, kenyamanan dan drainase.

Jenis lengkung vertikal dilihat dari titik perpotongan kedua bagian yang lurus (tangen), adalah :

- 1) Lengkung Vertikal cekung, adalah suatu lengkung dimana titik perpotongan antara kedua tangen berada di bawah permukaan jalan.
- 2) Lengkung vertikal cembung, adalah lengkung dimana titik perpotongan antara kedua tangen berada di atas permukaan jalan yang bersangkutan.



Gambar 2.22 Lengkung Vertikal Cekung

d_2 = jarak yang ditempuh selama mendahului sampai dengan kembali ke lajur semula

$$d_2 = 0,278 \cdot V_R \cdot T_2$$

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

$$d_3 = \text{antara } 30 - 100$$

V_R km/jam	50 - 65	65 - 80	80 - 95	95 - 110
d_3 (m)	30	55	75	90

d_4 = jarak yang ditempuh oleh kendaraan yang datang dari arah berlawanan

$$d_4 = \frac{2}{3} d_2$$

Dengan :

T_1 = waktu tempuh (detik), $\infty 2,12 + 0,026 V_R$

T_2 = waktu kendaraan berada di jalur lawan, (detik), $\infty 6,56 + 0,048 V_R$

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

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

2.6.2 Lengkung Vertikal Cembung

- Berdasarkan Kebutuhan Drainase

Tidak semua lengkung vertikal cembung bermasalah dalam hal drainase jalan, tetapi jika panjang lengkung vertikal cembung relatif panjang dan datar maka dapat menyebabkan kesulitan dalam masalah drainase. Berikut rumus panjang lengkung vertikal berdasarkan kebutuhan drainase.

$$L \leq 51 A$$

Dengan:

L = Panjang lengkung vertikal cembung, m

A = Perbedaan aljabar

- Berdasarkan Kenyamanan Penumpang

Panjang lengkung vertikal cembung ditetapkan sedemikian rupa sehingga dapat memberikan rasa nyaman bagi pengemudi kendaraan. Lengkung cembung yang terlalu pendek memberikan rasa tidak nyaman kepada pengemudi akibat adanya gaya sentrifugal, terlebih-lebih jika dilalui dengan kecepatan tinggi. Berikut rumus panjang lengkung vertikal berdasarkan kenyamanan penumpang.

$$L = 0.6 V$$

Dengan:

L = Panjang lengkung vertikal cembung, m

V = kecepatan rencana, km/jam

- Berdasarkan jarak pandang henti dan jarak pandang mendahului

$$L = K \cdot A$$

Dengan :

L = Panjang lengkung vertikal cembung, m

A = Perbedaan aljabar

Berikut nilai K berdasarkan jarak pandang henti dan jarak pandang minimum

Tabel 2.18 Nilai K Berdasarkan Jarak Pandang Henti Vertikal Cembung

Kecepatan Rencana, Km/jam	Jarak Pandang Henti, m	Nilai K = L/A	
		Hitungan	Pembulatan
20	20	0.6	1
30	35	1.9	2
40	50	3.8	4
50	65	6.4	7
60	85	11	11
70	105	16.8	17
80	130	25.7	26
90	160	38.9	39
100	185	52	52
110	220	73.6	74

Kecepatan Rencana, Km/jam	Jarak Pandang Henti, m	Nilai K = L/A	
		Hitungan	Pembulatan
120	250	95	95
130	285	123.4	124

Tabel 2.19 Nilai K Berdasarkan Jarak Pandang Mendahului Vertikal Cembung

Kecepatan Rencana, Km/jam	Jarak Pandang Mendahului, m	Nilai K = L/A
30	200	46
40	270	84
50	345	138
60	410	195
70	485	272
80	540	338
90	615	438
100	670	520
110	730	617
120	775	695
130	815	769

2.6.3 Lengkung Vertikal Cekung

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

- Jika jarak pandang lebih kecil dari panjang lengkung vertikal ($S < L$)

$$L = \frac{A \cdot S^2}{120 + 3.5 S}$$

- Jika jarak pandang lebih besar dari panjang lengkung vertikal ($S > L$)

$$L = 2S - \frac{(120 + 3.5 S)}{A}$$

Tabel 2.20 Nilai K Berdasarkan Jarak Pandang Henti Pada Lengkung Vertikal

Kecepatan Rencana, Km/jam	Jarak Pandang Henti, m	Nilai K = L/A	
		Hitungan	Pembulatan
20	20	2.1	3
30	35	5.1	6
40	50	8.5	9
50	65	12.2	13
60	85	17.3	18
70	105	22.6	23
80	130	29.4	30
90	160	37.6	38
100	185	44.6	45
110	220	54.4	55
120	250	62.8	63
130	285	72.7	73

BAB III METODOLOGI PENELITIAN

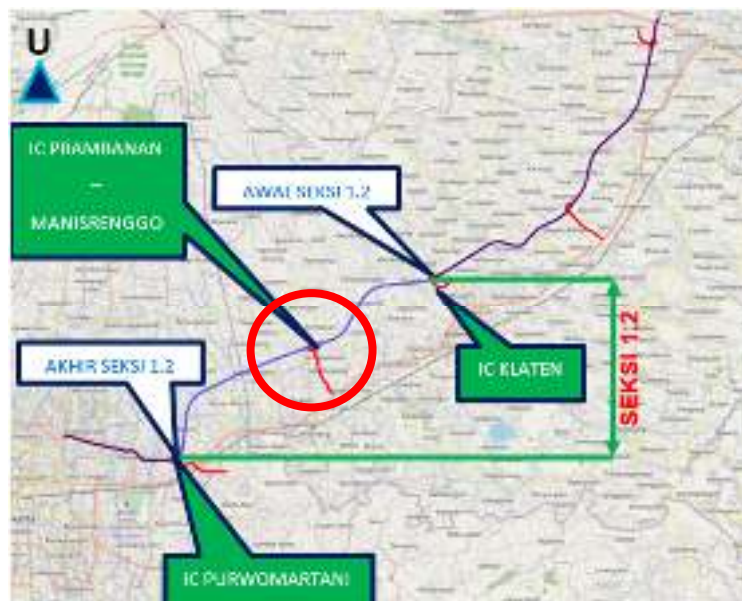
3.1 Lokasi Penelitian

Simpang Susun Prambanan-Manisrenggo Jalan Tol Jogja – Solo Seksi 1.2, Jawa tengah - DIY merupakan lokasi yang digunakan sebagai penelitian.



Sumber: Dokumen PT. Yodya Karya 2020

Gambar 3.1. Peta Lokasi Proyek Jalan Tol Jogja – Solo



Sumber: Dokumen PT. Yodya Karya 2020

Gambar 3.2. Peta Lokasi Simpang Susun Prambanan-Manisrenggo

3.2 Metode Penelitian

Metode penelitian menggunakan metode deskriptif yaitu analisa dengan menjelaskan atau mendeskripsikan atau menggambarkan suatu data untuk membuat kesimpulan secara umum atau general.

3.3 Metode Pengambilan Data

Metode pengambilan data yaitu dengan menggunakan pengambilan data sekunder dari Konsultan Perencana Rencana Teknik Akhir (RTA) PT. Yodya Karya (Persero), antara lain:

1. Data Topografi

Data topografi yaitu data situasi dan kontur tanah sesuai hasil pelaksanaan pekerjaan topografi pada daerah Simpang Susun Prambanan - Manisrenggo.

2. Data Geometrik Terdahulu

Data geometrik Terdahulu yaitu data plan dan profil pada Simpang Susun Prambanan-Manisrenggo.

3. Data Lalu Lintas

Untuk mengetahui data lalu lintas, jenis serta jumlah kendaraan yang melintas pada rencana jalan tol digunakan data sekunder dari Konsultan Perencana RTA.

3.4 Klasifikasi Pemilihan Type Simpang susun

3.4.1 Ketentuan umum

Pemilihan jenis persimpangan jalan tidak sebidang :

1. Perlu memperhatikan aspek biaya dan manfaat
2. Perlu memperhatikan keserasian dengan lingkungan sekitarnya, dan dilengkapi dengan lansekap yang mana harus memperhatikan topografi, kondisi tanah dan vegetasi dan kesesuaian dengan geometrik jalan.
3. Perlu memperhatikan peran, fungsi dan kelas dari jalan-jalan yang dihubungkan
4. Perlu memperhatikan faktor ketersediaan lahan
5. Perlu memperhatikan rencana pembangunan secara bertahap

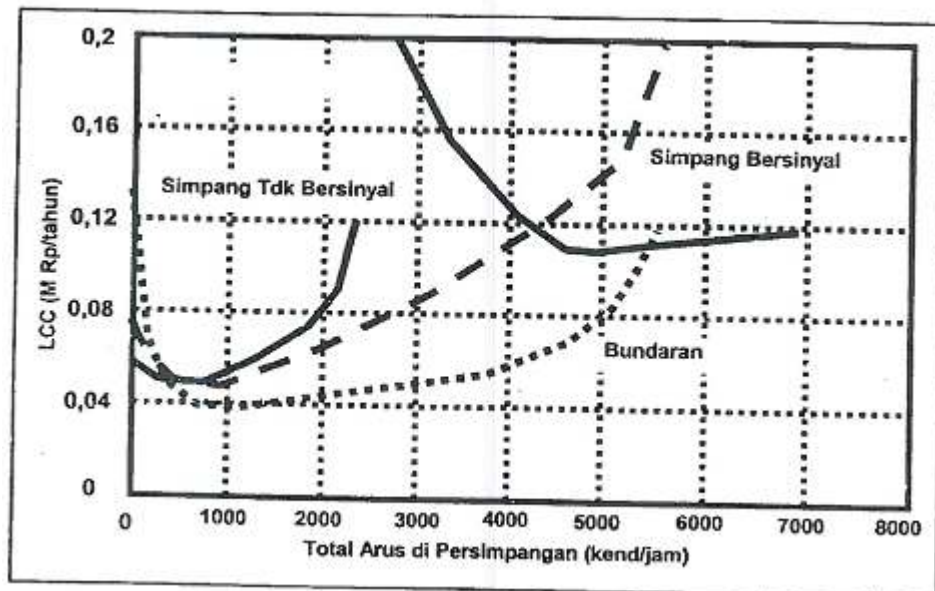
6. Memberi kebebasan kepada perencana untuk memilih tipe yang paling sesuai di antara yang memenuhi persyaratan
7. Dapat berupa tipe yang lain, karena pedoman ini tidak mencakup seluruh variasi yang mungkin ada

3.4.2 Ketentuan Teknis

A. Aspek ekonomi pemilihan tipe simpang

Sehubungan dengan aspek ekonomi, Manual Kapasitas Jalan Indonesia (MKJI), 1997 telah, menggunakan pendekatan analisis life-cycle-cost (LCC) dalam menentukan jenis jalan dan persimpangan yang paling ekonomis untuk variasi tingkat arus lalu lintas.

Aplikasi analisis LCC pada kasus persimpangan memungkinkan untuk menetapkan tipe persimpangan yang memberikan net present value yang paling rendah dan merupakan alternatif terbaik untuk suatu rentang arus lalu lintas tertentu. Perbandingan hasil analisis LCC untuk berbagai tipe persimpangan, ditampilkan pada Gambar 2.10. Tipe dengan biaya terendah, yang feasible dari aspek ketersediaan lahan dan kebutuhan lainnya, seharusnya dipilih untuk studi atau analisis lebih lanjut.



Gambar 3.3 Perbandingan Biaya total berbagai tipe simpang sebagai fungsi lalu lintas

B. Jalur utama dan jalur penghubung (ramp)

Persimpangan jalan tidak sebidang merupakan suatu kombinasi dari jalur-jalur utama yang berada pada level yang berbeda, dengan jalur-jalur penghubung. Jalur penghubung dapat berupa hubungan langsung (direct) untuk arus lalu lintas yang relatif besar, semi-langsung (semi-direct), dan tidak langsung (indirect) untuk arus yang relatif kecil. Tipikal dari jalur penghubung ditunjukkan dalam Gambar 2.11.



Gambar 3.4 Jalur penghubung

C. Pergerakan Kendaraan berat

Kendaraan berat yang berada di lajur paling luar dan bergerak di arah utama, harus direncanakan agar tetap berada di lajur paling luar setelah lewat persimpangan jalan tidak sebidang tanpa usaha pindah lajur, demi keselamatan lalu lintas. Untuk ini jenis persimpangan dapat disesuaikan atau dimodifikasi.

D. Kapasitas dan tingkat kerja

Kapasitas dan tingkat kinerja dari elemen-elemen persimpangan jalan tidak sebidang ditetapkan dengan mengacu kepada MKJI. Elemen-elemen tersebut adalah jalur, jalur penghubung, daerah jalinan, dan ujung jalur penghubung (ramp junction).

E. Kebutuhan luas lahan persimpangan jalan tidak sebidang

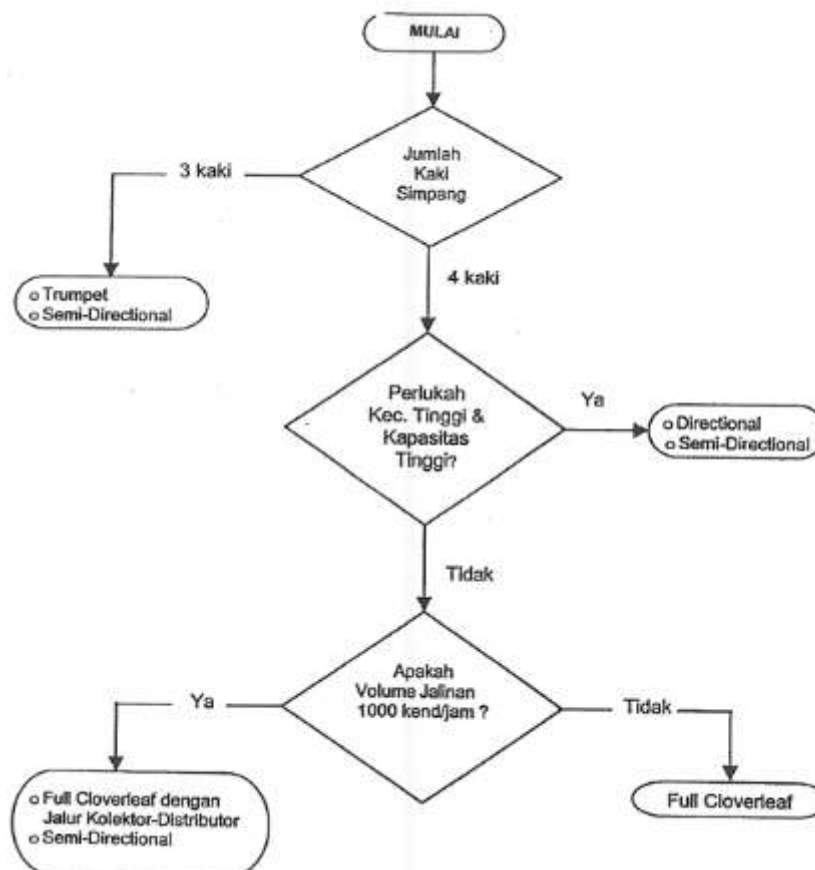
Luas lahan persimpangan jalan tidak sebidang yang dibutuhkan berdasarkan acuan tipe-tipe simpang tidak sebidang yang telah ada di Indonesia ditabulasikan pada Tabel 2.12.

Tabel 3.1 kebutuhan luasan lahan persimpangan tidak sebidang

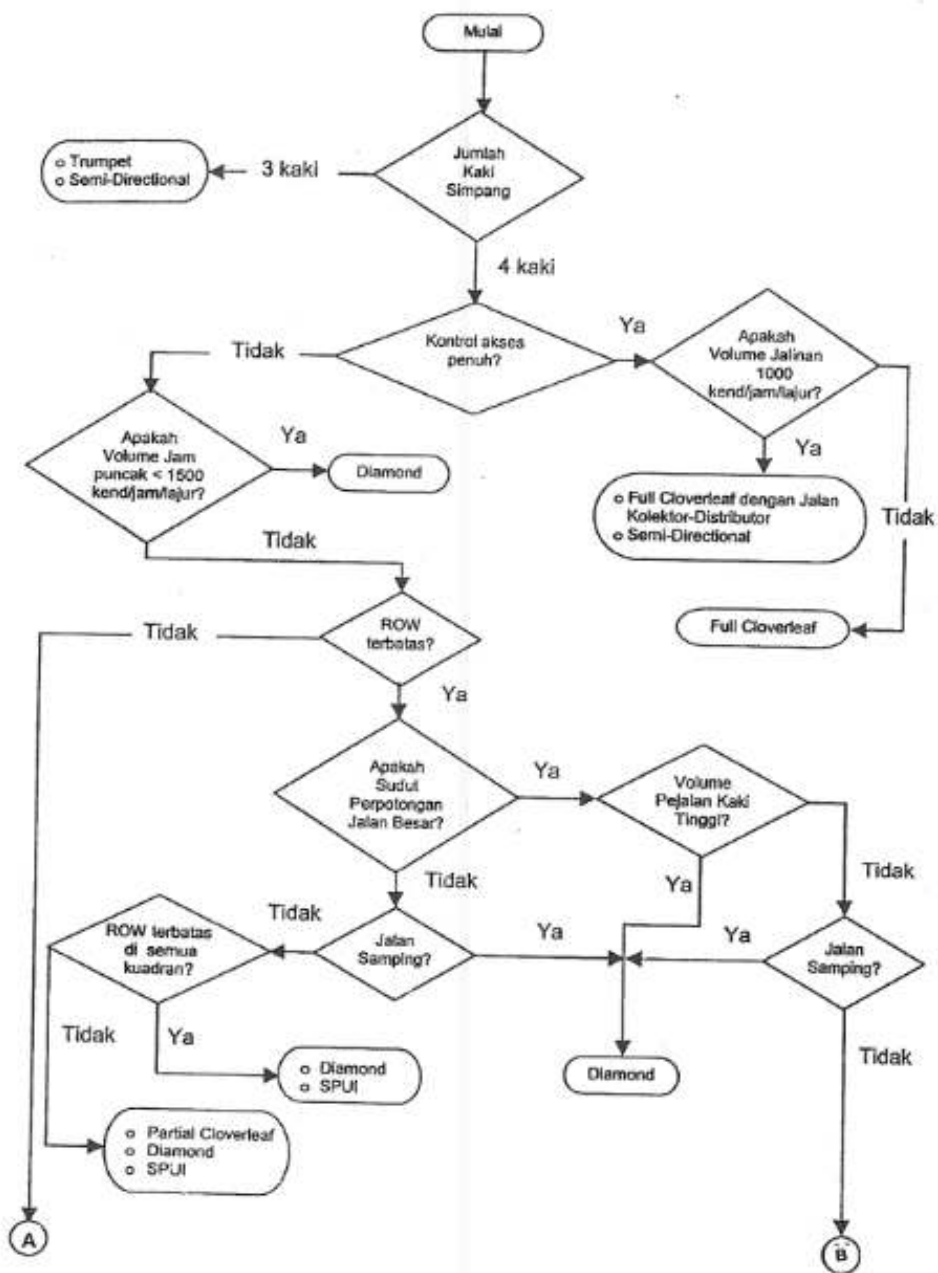
No	Tipe	Kebutuhan Luas (Ha)
1	Daun Semanggi Baku dan Parsial	16 - 16.5
2	Terompet	5 - 11
3	Diamond	1,5 - 2,5
4	Langsung dan Kombinasi	26

F. Tata Cara Pemilihan Jenis Persimpangan Jalan Tidak Sebidang

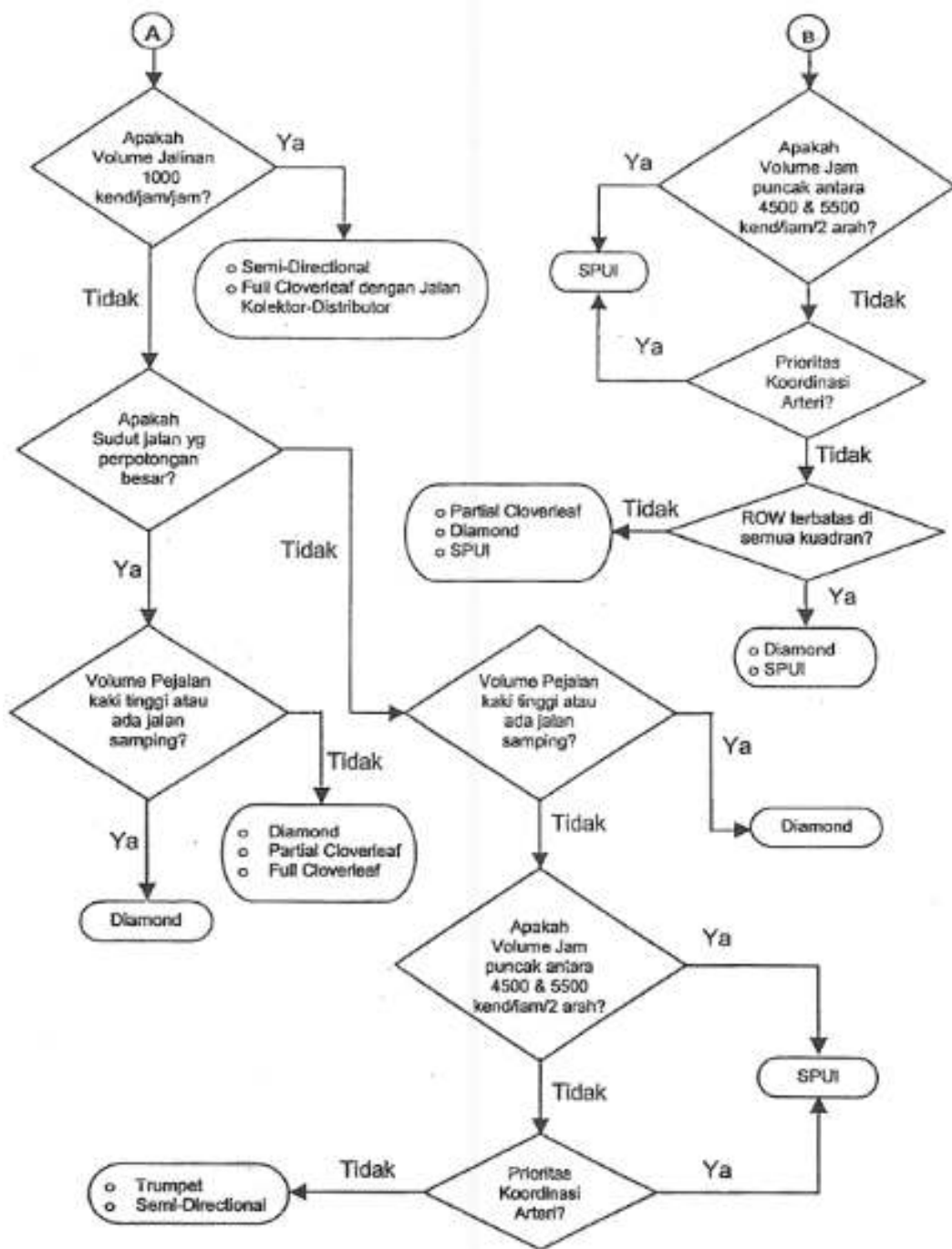
Tata cara pemilihan jenis sistem persimpangan jalan tidak sebidang diilustrasikan pada Gambar 2.12, dan proses pemilihan jenis simpang tidak sebidang berdasarkan karakteristik pelayanan simpang dijabarkan pada Gambar 2.13 dan 2.14.



Gambar 3.5 Bagan alir pemilihan awal sistem simpang tidak sebidang



Gambar 3.6 Pelayanan Simping tidak sebidang (major road to lesser facility)



Gambar 3.7 Pelayanan Simpang tidak sebidang (major road to lesser facility)

3.5 Metode Analisa Data

Metode analisa data berfungsi sebagai alur atau langkah dalam suatu penelitian untuk mendapatkan kesimpulan yang akan diperoleh.

Analisa data dalam penelitian ini dapat dikerjakan melalui tahapan antara lain :

3.5.1 Desain Awal

Sebelum memulai perhitungan modifikasi desain jembatan, dilakukan dahulu desain awal pra-perencanaan. Pada tahap ini, dikerjakan mengenai sketsa awal desain simpang susun.

3.5.2 Perencanaan Alinemen Horizontal

Sebelum menetapkan alinemen horizontal yang definitif, konsultan akan mengevaluasi kembali alinemen horizontal hasil rancangan awal (Basic Design) dengan memperhatikan hal hal sebagai berikut :

- Trase rencana jalan tol
- Kriteria dan standar perencanaan yang sudah ditetapkan
- Perpotongan dengan jalan yang sudah ada baik jalan utama maupun jalan-jalan lokal Perpotongan dengan sungai ataupun saluran drainase lainnya.
- ROW yang sudah ditetapkan.
- Konsep jalan tol dari Pemda.

Untuk kemudahan pelaksanaan serta penghematan waktu dalam penentuan alinemen horizontal yang definitif, perlu dilakukan pekerjaan Stake Out yang termasuk dalam rencana pekerjaan pengukuran topografi.

Stake out awal dilakukan berdasarkan pada hasil draf desain alinemen horizontal, dengan koordinat yang digunakan adalah koordinat lokal yang berpatokan pada koordinat yang ada pada peta foto udara.

Bangunan atau batas – batas alam yang teridentifikasi akan digunakan sebagai titik referensi dalam melakukan stake out, agar arah dari trase yang ditarik tidak jauh menyimpang dari yang direncanakan.

Selama pelaksanaan stake out perubahan desain alinemen perlu dilakukan apabila ditemui kendala-kendala teknis maupun non teknis di

lapangan. Sehingga selama stake out, sangat diperlukan koordinasi yang baik antara Geodetic Engineer dengan Highway Engineer.

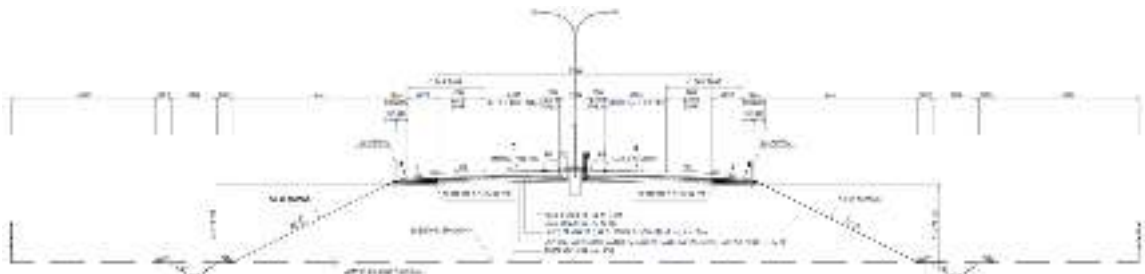
Final stake out atau stake out kedua dilakukan apabila draf desain alinemen horizontal telah menjadi desain definitif yang telah disetujui oleh Pemberi Tugas. Diharapkan final stake out ini hanya dilakukan pada tempat tertentu yang mengalami perubahan dari draf alinemen horizontal.

3.5.3 Alinyemen Vertikal

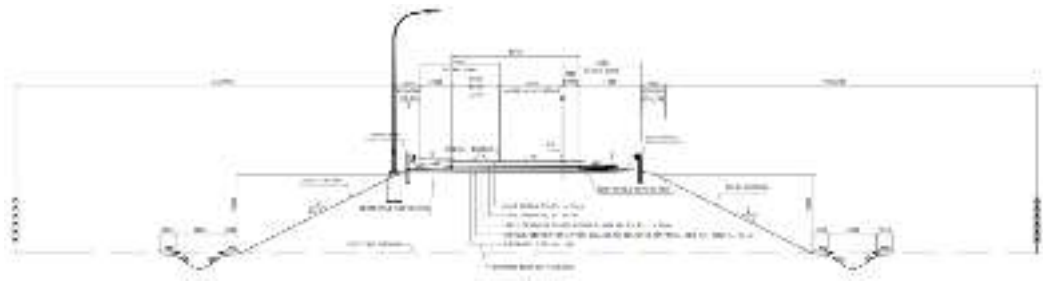
Alinyemen vertikal adalah perencanaan elevasi sumbu jalan pada setiap titik yang ditinjau, berupa profil memanjang. Pada perencanaan alinyemen vertikal akan ditemui kelandaian positif (tanjakan) dan kelandaian negatif (turunan), sehingga kombinasinya berupa lengkung cembung dan cekung. Disamping kedua lengkung tersebut ditemui pula kelandaian = 0 (datar). Kondisi tersebut dipengaruhi oleh keadaan topografi yang dilalui oleh *route* jalan rencana. Kondisi topografi tidak saja berpengaruh pada perencanaan alinyemen horizontal, tetapi juga mempengaruhi perencanaan alinyemen vertikal.

3.5.4 Penetapan Potongan Melintang Jalan

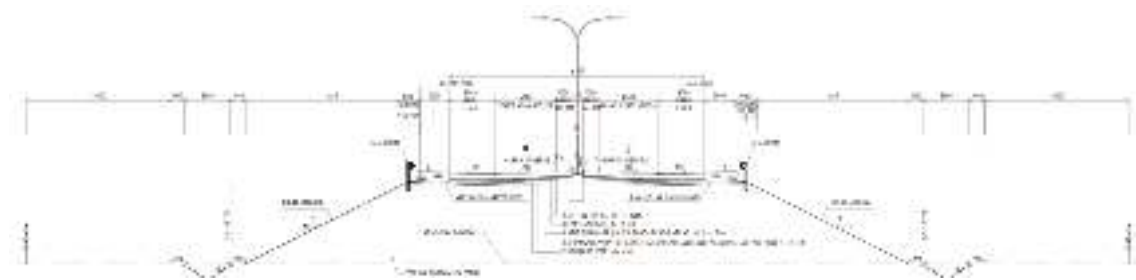
Penampang melintang jalan terdiri dari jalur lalu lintas dengan atau tanpa median, bahu dalam, bahu luar, ada atau tanpa kerb, trotoar, selokan samping baik tipe terbuka maupun tertutup, jalur hijau kalau ada, dan sampai dengan batas Rumija yang bisa berupa pagar rumah penduduk sesuai dengan garis sempadan pagar (GSP), atau garis sempadan bangunan (GSB).



Gambar 3.8. Potongan Melintang Akses sebelum gerbang Tol



Gambar 3.9. Potongan Melintang Akses setelah gerbang Tol

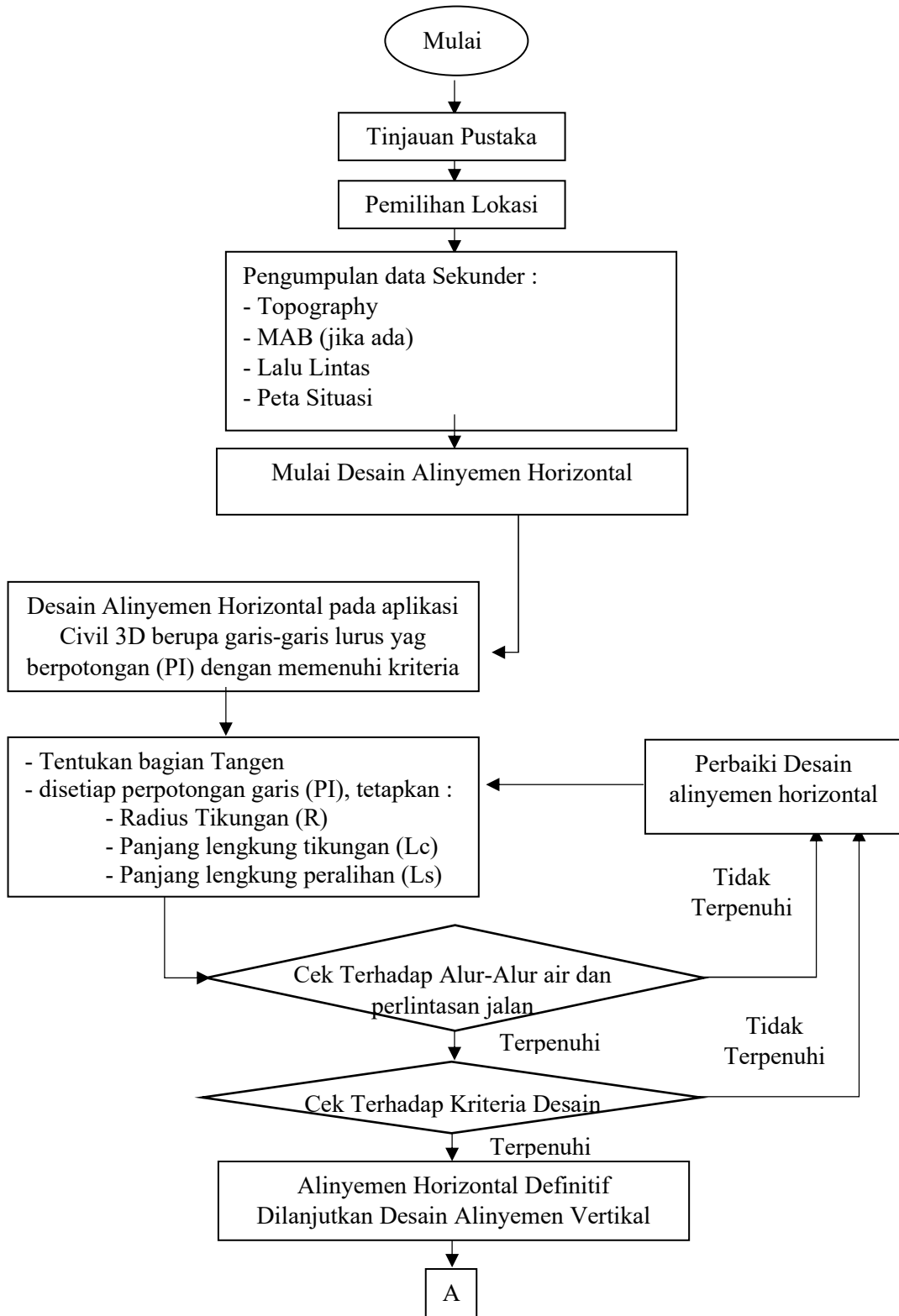


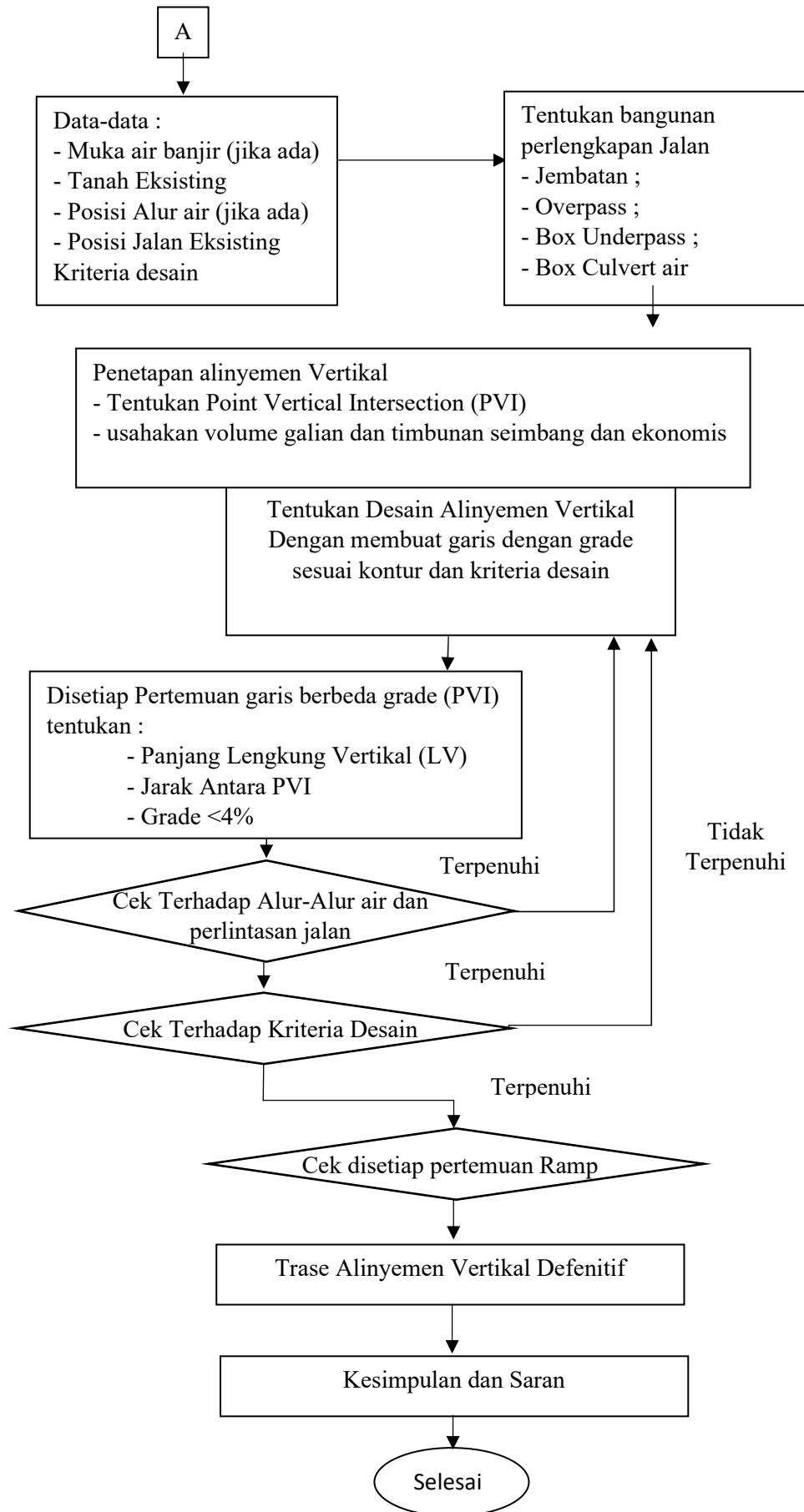
Gambar 3.10. Potongan Melintang Ramp

3.6 Diagram Alir Perencanaan

Diagram alir digunakan agar perencanaan menjadi lebih terarah dan sistematis. Diagram alir perencanaan ini tercantum pada gambar berikut.

Gambar 3.6. Diagram Alir perencanaan





BAB IV

PERENCANAAN GEOMETRIK

4.1 Dasar Perencanaan Jalan

4.1.1 Penampang Melintang Jalan

Berdasarkan peraturan perencanaan jalan bina marga, direncanakan jalan Akses dan Ramp pada simpang susun di desain dengan kecepatan rencana 40 – 60 km/jam, dimana kecepatan tersebut disesuaikan dengan medan dilapangan yang berupa datar dan dominan medan pegunungan. Serta tipe jalan menggunakan 1 lajur 2 arah tak terbagi dengan lebar jalan 4.0 m pada masing-masing lajur.

4.1.2 Penentuan Karakteristik Geometrik

Lokasi Perencanaan jalan ini terletak di Kabupaten Klaten dari Prambanan ke Manisrenggo dengan kondisi medan dilapangan yang berupa pesawahan datar dan daerah pemukiman sehingga dibutuhkan perhatian khusus saat merencanakan trase.

4.2 Penentuan Trase Rencana

Dalam tugas akhir ini penentuan trase jalan dilakukan dengan memperbaiki trase jalan yang sudah ada (akses) dan membuat ulang tase pada simpang susun (interchange). Proses perencanaan dilakukan dengan metode try and error atau mencoba sampai didapatkan trase yang terbaik dengan memenuhi kriteria desain yang telah disusun.

Gambar trase interchange rencana dan trase eksisting dapat dilihat pada Gambar 4.1 trase rencana ditunjukkan dengan garis warna merah dan trase eksisting ditunjukkan dengan garis warna hijau.

Akses keluar masuk kedalam maupun keluar jalan tol adalah jalan nasional di akses prambanan dan jalan provinsi di akses manisrenggo dengan Panjang antara pertemuan jalan akses dan jalan local adalah 5.473 km.



Gambar 4.1 Trase Interchange Rencana Dan Trase Eksisting

4.3 Data Perencanaan Alinyemen Horizontal

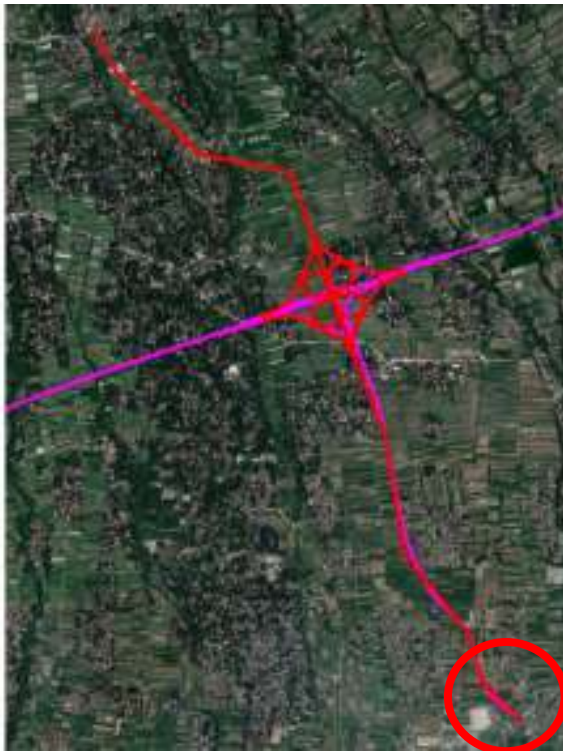
Perencanaan alinyemen horizontal ini menggunakan surat edaran binamarga Nomor: 20/SE/Db/2021 tentang pedoman geometrik jalan tol dengan 3 type tikungan yang bisa digunakan yaitu Full Circle (FC), Spiral – Circle – Spiral (S-C-S) dan Spiral – Spiral (SS). Dan pada perencanaan jalan akses beserta ramp-ramp pada simpang susun ini di desain dengan menggunakan tikungan type FC dan S-C-S.

Berikut adalah data perencanaan jalan akses dan Ramp pada simpang susun

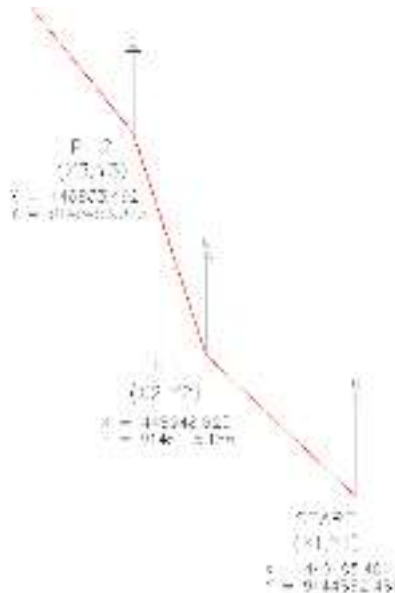
- Klasifikasi Jalan :
- Lebar Jalan : 1 X 4.0m
- Lebar Kecepatan Rencana (Vd): 40 km/Jam
- Kecepatan Rencana (Vr) : 40 km/Jam
- e Max : 8 %
- e Normal : 2 %
- f Max : 0,17

4.4 Perhitungan Alinyemen Horizontal

4.4.1 Perhitungan Sudut Azimuth dan Sudut Tikungan



Gambar 4.2 Keyplan Trase Interchange Rencana Dan Trase Eksisting



Gambar 4.3 Rencana Titik Start – PI 1 – PI 2

b. Perhitungan azimuth PI 1 – PI 2

- Koordinat titik PI-1 : $X_2 = 448948.625$
 $Y_2 = 9145105.188$

- Koordinat titik PI-2 : $X_3 = 448833.492$
 $Y_3 = 9145453.923$

- Menentukan ΔX dan ΔY

$$\begin{aligned}\Delta X &= X_3 - X_2 \\ &= 448833.492 - 448948.625 \\ &= -115.133\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\Delta Y &= Y_3 - Y_2 \\ &= 9145453.923 - 9145105.188 \\ &= 348.735\end{aligned}$$

- Menentukan kuadran:

Karena nilai ΔX dan ΔY negatif, maka garis dari PI 2 – PI 2 terletak pada Kuadran 4.

- Menghitung azimuth

Karena nilai ΔX dan ΔY negatif, maka garis dari PI 1 – PI 2, maka perhitungan sudut azimuth :

$$\beta = \text{Arc tan} \frac{\Delta X}{\Delta Y}$$

$$\beta = \text{Arc tan} \frac{-115.133}{348.735}$$

$$\beta = -18.270$$

Maka sudut start PI 1 – PI 2 = -18.270°

- Menghitung Panjang jalan dari titik PI 1 -PI 2 :

$$L = \sqrt{\Delta X^2 + \Delta Y^2}$$

$$L = \sqrt{-115.133^2 + 348.735^2}$$

$$L = 367.248 \text{ m}$$

4.4.2 Perhitungan Jari – jari Tikungan (R)

Berikut ini merupakan contoh perhitungan jari – jari tikungan minimum pada PI-1 yang diambil dari perencanaan ini.

Berikut adalah data perencanaan jalan akses dan Ramp pada simpang susun

- Kecepatan Rencana (V_r) : 40 km/Jam
- e Max : 8 %
- e Normal : 2 %
- f Max : 0,17

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

$$R_{min} = \frac{40^2}{127 (8\% + 0,17)}$$

$$R_{min} = 50.393 \text{ m} \approx 50 \text{ m}$$

Untuk menghindari bentuk tikungan yang tajam dan untuk mengakomodir SE Jendral binamarga Th. 2021 serta memberikan kenyamanan pada pengguna jalan, maka direncanakan jari-jari tikungan yang lebih besar dari jari-jari tikungan minimum. Maka digunakan jari-jari tikungan rencana sebesar 200 m di akses dan 75m di ramp.

4.4.3 Perhitungan Superelevasi (e)

Berikut ini merupakan contoh perhitungan superelevasi (e) mengacu pada PDGJ 2021 pada PI-1 yang diambil dari perencanaan ini :

Berikut adalah data perencanaan jalan akses dan Ramp pada simpang susun

- Lebar Kecepatan Rencana (V_D): 40 km/Jam
- Kecepatan Rencana (V_R) : 85% x $V_D = 34$ km/J
- e Max : 8 %
- e Normal : 2 %
- f Max : 0,17

Dimana V_R adalah kecepatan aktual yang besarnya adalah 80% - 90% dari kecepatan rencana. Dalam perencanaan ini direncanakan kecepatan aktual sebesar 85% dari kecepatan rencana.

- Menentukan derajat lengkung (D)

$$D = \frac{1432.39}{R}$$

$$D = \frac{1432.39}{100}$$

$$D = 14.324$$

- Menentukan derajat lengkung maksimum (Dmaks).

$$D_{maks} = \frac{181913.53 (e_{maks} + f_{maks})}{VD^2}$$

$$D_{maks} = \frac{181913.53 (8\% + 0.17)}{40^2}$$

$$D_{maks} = 28.423$$

- Menentukan nilai (e + f)

$$(e + f) = (e_{maks} + f_{maks}) \times \frac{D}{D_{maks}}$$

$$(e + f) = (8\% + 0.17) \times \frac{19.098}{28.423}$$

$$(e + f) = 0.167$$

- Menentukan nilai Dp

$$Dp = \frac{181913.53 \times e_{maks}}{VR^2}$$

$$Dp = \frac{181913.53 \times 8\%}{34^2}$$

$$Dp = 12.589$$

- Menentukan nilai h

$$h = \left(e_{maks} \times \frac{VD^2}{VR^2} \right) - e_{maks}$$

$$h = \left(8\% \times \frac{40^2}{34^2} \right) - 8\%$$

$$h = 0.03$$

- Menentukan nilai tg α1 dan tg α2

$$tg \alpha_1 = \frac{h}{Dp}$$

$$tg \alpha_1 = \frac{0.03}{12.589}$$

$$tg \alpha_1 = 0.0023$$

$$tg \alpha_2 = \frac{f_{maks} - h}{D_{maks} - D_p}$$

$$tg \alpha_2 = \frac{0.17 - 0.03}{28.423 - 12.563}$$

$$tg \alpha_2 = 0.083$$

- Menentukan nilai M_o

$$M_o = D_p \times (D_{maks} - D_p) \times \frac{tg \alpha_2 - tg \alpha_1}{2 D_{maks}}$$

$$M_o = 12.589 \times (28.423 - 12.589) \times \frac{0.083 - 0.0023}{2 \times 28.423}$$

$$M_o = 0.021$$

- Menentukan Nilai $f(D)$

$$f(D) = M_o \times \left(\frac{D_{maks} - D}{D_{maks} - D_p} \right)^2 + h + (D - D_p) \times tg \alpha_2$$

$$f(D) = 0.021 \times \left(\frac{28.423 - 19.098}{28.423 - 12.589} \right)^2 + 0.03 + (19.098 - 12.589) \times 0.083$$

- Menentukan superelevasi (e)

$$e = (e + f) - f(D)$$

$$e = 0.167 - 0.0913$$

$$e = 7.57\%$$

Jadi besar superelevasi pada titik PI 1 adalah $7.57\% < 8\%$ (OK!)

4.4.4 Perencanaan Panjang Lengkung Peralihan (L_s)

Panjang lengkung peralihan dihitung berdasarkan beberapa kriteria. Dimana panjang lengkung peralihan yang diambil adalah nilai terbesar kriteria-kriteria tersebut.

- Waktu perjalanan melintasi lengkung peralihan.

Data perencanaan:

Kecepatan rencana (VR) = 40 km/jam

Waktu tempuh pada lengkung peralihan (T) = 2 detik

$$L_s = \frac{VR}{3.6} \times T$$

$$L_s = \frac{40}{3.6} \times 3.6$$

$$L_s = 40 \text{ m}$$

b. Tingkat perubahan kelandaian melintang jalan. Data perencanaan:

Superelevasi maksimum (em)	= 8%
Superelevasi normal (en)	= 2%
Kecepatan rencana (VR)	= 40 km/jam
VR ≥ 40 km/jam, re-max	= 0,035 m/m/detik

Tingkat perubahan kelandaian melintang jalan (re) dari bentuk kelandaian normal ke kelandaian superelevasi penuh tidak boleh melampaui re-max yang ditetapkan sebagai berikut.

1. Untuk VR ≤ 70 km/jam, re-max = 0,035 m/m/detik
2. untuk VR ≥ 80km/jam, re-max = 0,025 m/m/detik.

$$L_s = \frac{\left(\frac{em - en}{100}\right) \times 100}{3.6 \times re}$$

$$L_s = \frac{\left(\frac{8 - 2}{100}\right) \times 100}{3.6 \times 0.035}$$

$$L_s = 47.619 \text{ m}$$

c. Gaya sentrifugal pada kendaraan.

Data perencanaan:

Kecepatan rencana (VR)	= 40 km/jam
Radius tikungan (R)	= 200 m
Perubahan maksimum percepatan (C)	= 1,2 m/det ³

$$L_s = \frac{0.0214 \times VR^3}{RC}$$

$$L_s = \frac{0.0214 \times 40^3}{200 \times 1.2}$$

$$L_s = 5.706 \text{ m}$$

d. Tingkat perubahan kelandaian relatif.

Data perencanaan:

Lebar satu lajur (w) = 4 m

Superelevasi rencana (ed) = 7.57 %

Jumlah lajur yang diputar (n1) = 1

Faktor penyesuaian jumlah lajur (bw) = 1

Tingkat perubahan kelandaian relatif (Δ) = 1/167

$$Ls = \frac{(wn1)ed}{\Delta} (bw)$$

$$Ls = \frac{(4 \times 1) \times 7.57\%}{1/167} (1)$$

$$Ls = 50.567 \text{ m}$$

e. Panjang lengkung peralihan minimum (Lsmin)

Data perencanaan: Radius tikungan (R) = 200 m

Pergeseran maksimum = 0,20 m

$$Lsmin = \sqrt{24 (Pmin)R}$$

$$Lsmin = \sqrt{24 (0.2) \times 100}$$

$$Lsmin = 20.983 \text{ m}$$

f. Panjang lengkung peralihan maksimum (Lsmax)

Data perencanaan: Radius tikungan (R) = 200 m

Pergeseran maksimum = 1 m

$$Lsmax = \sqrt{24 (Pmax)R}$$

$$Lsmax = \sqrt{24 (1) \times 100}$$

$$Lsmax = 69.282 \text{ m}$$

Berdasarkan beberapa kriteria di atas dan untuk mengakomodir SE Jendral binamarga Th. 2021 didapat panjang lengkung peralihan terbesar yaitu 20.983 m – 69.282 m. Maka direncanakan panjang lengkung peralihan sebesar 50 m.

4.4.5 Perhitungan Parameter Lengkung Horizontal

Berdasarkan hasil perhitungan superelevasi (e) pada titik PI- 1, didapatkan nilai superelevasi % > 3%, dan panjang lengkung peralihan (Ls) > 30 meter, maka tipe lengkung yang digunakan adalah Spiral-Circle-Spiral (S-C-S). Berikut merupakan contoh perhitungan parameter lengkung S-C-S pada titik PI-1.

Data perencanaan:

Jari-jari tikungan rencana (R) = 200 m

Panjang lengkung peralihan (Ls) = 50 m

Sudut tikungan (Δ) = 28

- Menentukan nilai sudut spiral (θ_s).

$$\theta_s = \frac{90 \times L_s}{\pi R}$$
$$\theta_s = \frac{90 \times 50}{\pi \times 200}$$
$$\theta_s = 7.161$$

- Menentukan nilai sudut lingkaran (Δ_c).

$$\Delta_c = \Delta - 2 \theta_s$$
$$\Delta_c = 28 - 2 \times 7.161$$
$$\Delta_c = 13.678$$

- Menentukan panjang busur lingkaran (Lc).

$$L_c = \frac{(\Delta - 2 \theta_s) \times \pi R}{180}$$
$$L_c = \frac{(28 - 2 \times 7.161) \times \pi \times 200}{180}$$
$$L_c = 49.428 \text{ m}$$

- Menentukan nilai pergeseran tangen terhadap spiral (p).

$$P = \frac{L_s^2}{6 \times R} - R (1 - \cos \theta_s)$$
$$P = \frac{50^2}{6 \times 200} - 200 (1 - \cos 7.161)$$
$$P = 0.523 \text{ m}$$

- Menentukan nilai absis dari p pada garis tangen spiral (k).

$$k = Ls - \frac{Ls^3}{40 \times R^2} - R \times \sin \theta_s$$

$$k = 50 - \frac{50^3}{40 \times 200^2} - 200 \times \sin 7.161$$

$$k = 24.990 \text{ m}$$

- Menghitung panjang tangen dari titik PI ke titik TS atau ke titik ST (Ts).

$$Ts = (R + P) \times tg \left(\frac{1}{2} \Delta \right) + k$$

$$Ts = (200 + 0.523) \times tg \left(\frac{1}{2} \times 28 \right) + 24.990$$

$$Ts = 74.989 \text{ m}$$

- Menghitung jarak dari PI ke sumbu jalan arah pusat lingkaran (E).

$$E = \frac{(R + P)}{\cos \left(\frac{1}{2} \Delta \right)}$$

$$E = \frac{(200 + 0.532)}{\cos \left(\frac{1}{2} \times 28 \right)}$$

$$E = 206.671$$

- Menghitung koordinat titik peralihan dari spiral ke circle (SC).

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

$$Xs = 50 \left(1 - \frac{50^2}{40 \times 200^2} \right)$$

$$Xs = 49.921 \text{ m}$$

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

$$Ys = \frac{50^2}{6 \times 200}$$

$$Ys = 2.083 \text{ m}$$

- Menghitung panjang lengkung total (Ltot).

$$L_{tot} = Lc + (2 \times Ls)$$

$$L_{tot} = 49.428 + (2 \times 50)$$

$$L_{tot} = 149.428 \text{ m}$$

4.4.6 Stasioning Titik Parameter Lengkung Horizontal

Pada Tugas Akhir ini stasioning awal perencanaan berada pada STA 00+000 maka penentuan stasioning titik parameter lengkung horizontal pada titik PI 1 adalah sebagai berikut.

- $STA\ TS = (STA\ awal\ Perencanaan + Jarak\ titik\ START - PI\ 1) - TS$
 $= ((0+000) + 325.052\ m) - 74.989$
 $= 0+249.169$

- Stasioning titik Spiral – Circle.

$$STA\ SC = STA\ TS + L_s$$
$$= (0+249.169) + 50$$
$$= 0+299.169$$

- Stasioning titik Mid.

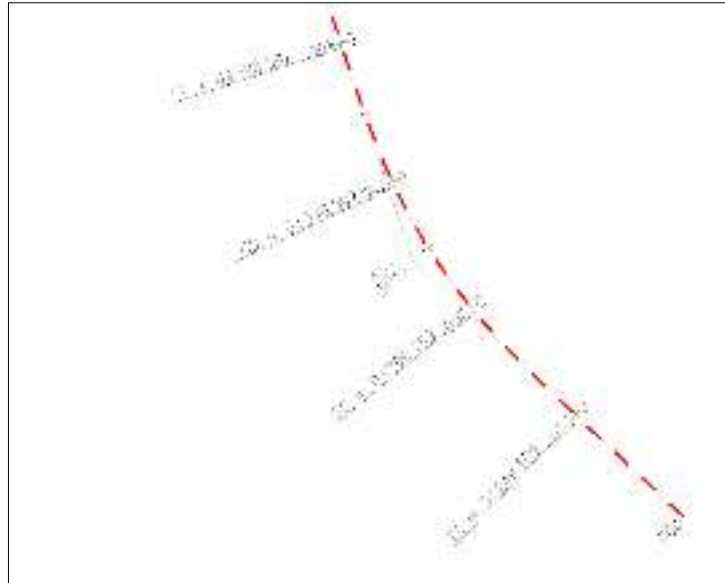
$$STA\ Mid = STA\ TS + 0,5\ L_c$$
$$= (0+249.169) + 0,5 (49.428)$$
$$= 0+325.052$$

- Stasioning titik Circle – Spiral.

$$STA\ CS = STA\ SC + L_c$$
$$= (0+299.169) + 49.428$$
$$= 0+348.597$$

- Stasioning titik Spiral – Tangen.

$$STA\ ST = STA\ CS + L_s$$
$$= 348.597 + 50$$
$$= 398.597$$



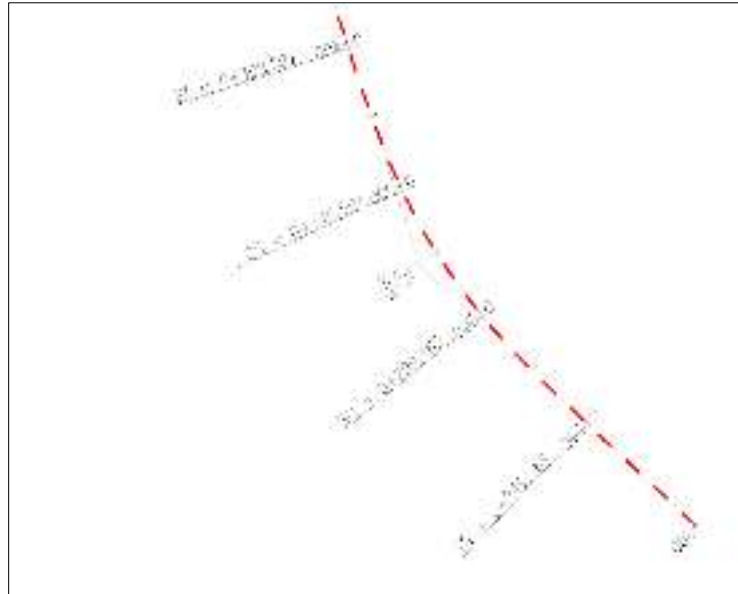
Gambar 4.4 Stasioning Titik Parameter Lengkung Horizontal pada Titik PI 1

Hasil Perencanaan Horizontal di titik PI selanjutnya dapat dilihat pada lampiran.

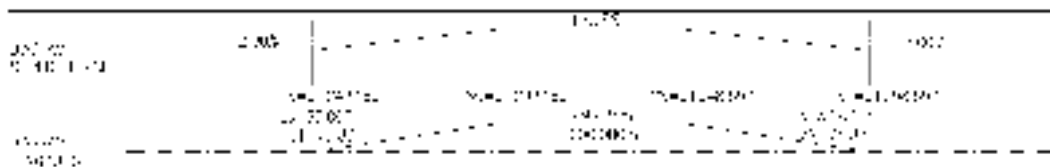
4.4.7 Gambar Parameter Lengkung dan Superelevasi

Metode pencapaian superelevasi didasarkan kepada hubungan curvilinear antara superelevasi dan kekesatan samping jalan dengan kebalikan radius lengkung. Metode ini mempunyai bentuk parabola asimetris dan mewakili sebaran praktis superelevasi terhadap suatu rentang kelengkungan. Metode ini menerapkan “kecepatan tempuh rata-rata” yang lebih rendah dari kecepatan desain untuk mencapai superelevasi melebihi nilai untuk lengkung pertengahan pada metode hubungan garis lurus. Metode ini berasumsi bahwa tidak semua pengendara berkendara berjalan dengan kecepatan yang sama dengan kecepatan desain.

Gambar parameter lengkung horizontal dan diagram superelevasi pada titik PI-1 dapat dilihat pada Gambar 4.5 dan 4.6



Gambar 4.5 Parameter Lengkung Horizontal



Gambar 4.6 Diagram Superelevasi pada Titik PI-1

4.5 Perencanaan vertikal

Alinyemen vertikal adalah perencanaan elevasi sumbu jalan pada setiap titik yang ditinjau, berupa profil memanjang. Pada perencanaan alinyemen vertikal akan ditemui kelandaian positif (tanjakan) dan kelandaian negatif (turunan), sehingga kombinasinya berupa lengkung cembung dan cekung. Disamping kedua lengkung tersebut ditemui pula kelandaian = 0 (datar). Kondisi tersebut dipengaruhi oleh keadaan topografi yang dilalui oleh *route* jalan rencana. Kondisi topografi tidak saja berpengaruh pada perencanaan alinyemen horizontal, tetapi juga mempengaruhi perencanaan alinyemen vertikal.

Pada perencanaan alinemen vertikal akan ditemui dua jenis tipe lengkung, yaitu lengkung cembung dan lengkung cekung. Contoh perhitungannya akan dijelaskan pada sub bab berikut.

4.5.1 Penentuan kelandaian minimum dan maksimum

Pada tugas akhir ini direncanakan kelandaian minimum dan maksimum sesuai dengan SE peraturan desain geometric jalan tol 2021 dengan kelandaian minimum sebesar 0,5% dan untuk kelandaian maksimum sebesar 4%.

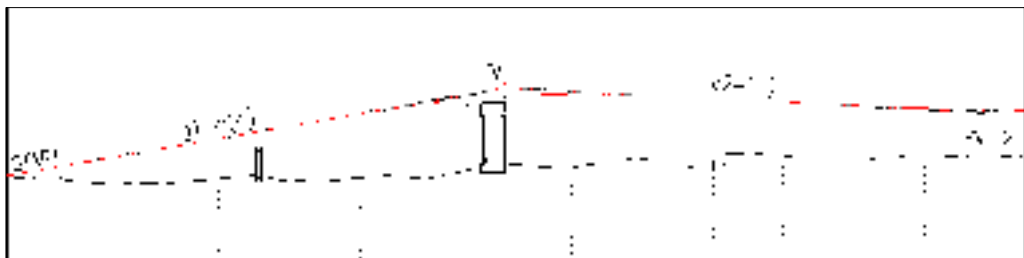
4.5.2 Perencanaan jarak pandang henti

Pada Tugas Akhir ini jalan yang direncanakan adalah satu arah sehingga jarak pandang yang direncanakan adalah jarak pandang henti (Ss). Jarak pandang henti diperlukan oleh pengemudi untuk berhenti dengan aman begitu melihat halangan di depannya. Perhitungan jarak pandang henti adalah sebagai berikut.

$$\begin{aligned} S_s &= 0,278 \times V_R \times T + 0,039 \times V_R^2/a \\ &= 0,278 \times 40 \times 2,5 + 0,039 \times 40^2/3,4 \\ &= 46.152 \text{ m} \end{aligned}$$

4.5.3 Kelandaian Rencana Lengkung Vertikal Cembung

Berikut ini merupakan contoh perhitungan kelandaian rencana dan tipe lengkung dari titik PVI-1.



Gambar 4.7 Kelandaian Rencana Lengkung Vertikal Cembung

Data perencanaan:

Elevasi titik Start	= 134,496 m
Elevasi titik PVI-1	= 141,114 m
Elevasi titik PVI-2	= 139,424 m
Jarak titik Start ke titik PVI-1 (L1)	= 176,227 m
Jarak titik PVI-1 ke titik PVI-2 (L2)	= 169,005 m

- Menentukan gradien 1 (g1).

$$g1 = \frac{Elv. PVI 1 - Elv. Start}{L1}$$

$$g1 = \frac{141.114 - 134.496}{176.227}$$

$$g1 = 3.5\%$$
- Menentukan gradien 2 (g2).

$$g2 = \frac{Elv. PVI 2 - Elv. PVI 1}{L1}$$

$$g2 = \frac{139.424 - 141.114}{169.005}$$

$$g2 = -1\%$$
- Menentukan perbedaan aljabar (A)

$$A = |g1 - g2| = |3.5\% - (-1\%)| = 4.5\%$$

4.5.4 Perencanaan Panjang Lengkung Vertikal Cembung

Lengkung vertikal pada titik PVI-1 merupakan jenis lengkung vertikal cembung. Sehingga perhitungan panjang lengkung vertikal seperti yang disajikan sebagai berikut.

- Menentukan panjang lengkung vertikal minimum.

$$L_{min} = 0,6 \times VR = 0,6 \times 40 = 24m$$

- Menentukan panjang lengkung untuk $Ss < L$.

$$L = \left(\frac{AS^2}{658} \right)$$

$$L = \left(\frac{4.5\%(46.152^2)}{658} \right)$$

$$L = 14.566 \text{ m}$$

- Menentukan panjang lengkung untuk $Ss > L$.

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

$$L = 2(46.152) - \frac{658}{4.5\%}$$

$$L = 53.918 \text{ m}$$

Untuk menghindari bentuk Lengkung yang tajam dan untuk mengakomodir SE Jendral binamarga Th. 2021 serta memberikan kenyamanan pada pengguna jalan, maka direncanakan Panjang Lengkung yang lebih besar dari lengkung minimum. Maka digunakan Panjang Lengkung 100m.

- Menentukan jarak vertical titik PPV ke bagian Lengkung (Ev).

$$Ev = \frac{A \times L}{800}$$

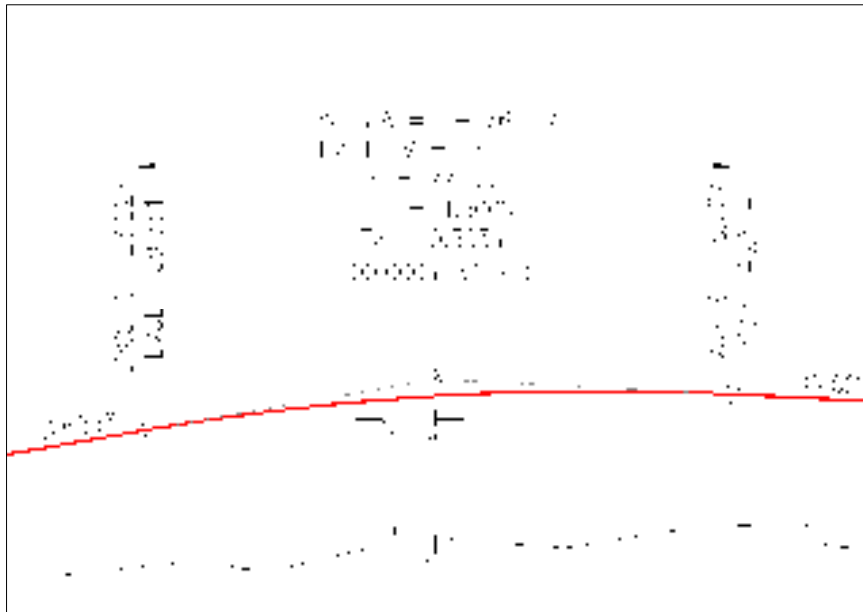
$$Ev = \frac{4.5 \times 100}{800} = 0.563 \text{ m}$$

4.5.5 Stasioning Titik Parameter Lengkung Vertikal Cembung

- STA PVI = 0+176.227 (Perpotongan Garis)
- STA BVCS = STA PVI - $\frac{1}{2}$ L
= 0+176.227 - $\frac{1}{2}$. 100
= 0+126.227
- STA EVCS = STA PVI + $\frac{1}{2}$ L
= 0+176.227 + $\frac{1}{2}$. 100
= 0+226.227

4.5.6 Elevasi Titik Parameter Lengkung Vertikal Cembung

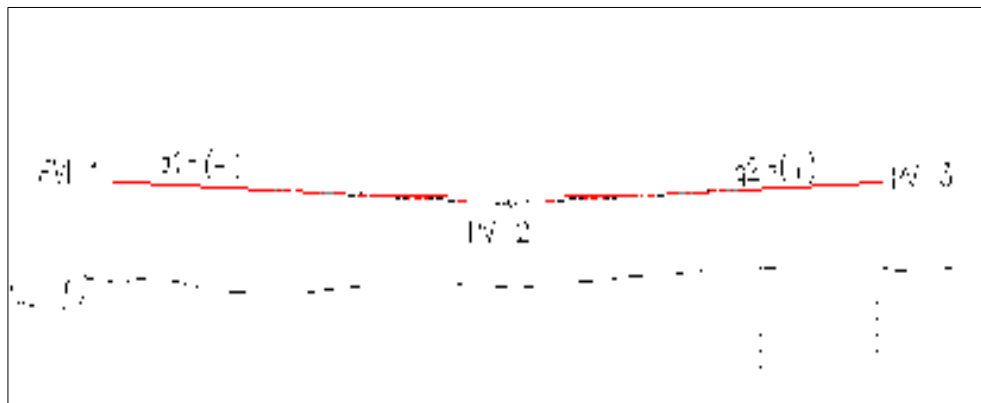
- Elv. PVI = + 141.114 (Pusat perpotongan)
- Elv. BVCE = Elv PVI - (g1 x $\frac{1}{2}$ L)
= + 141.114 - (3.5% x $\frac{1}{2}$. 100)
= + 139.364
- Elv. EVCE = Elv PVI+ (g2 x $\frac{1}{2}$ L)
= + 141.114 + (-1% x $\frac{1}{2}$. 100)
= + 140.614
- Elv. PVI' = Elv PVI - Ev
= +141.114 - 0.563
= 140.551



Gambar 4.8 Lengkung Vertikal Cembung pada titik PVI-1

4.5.7 Kelandaian Rencana Lengkung Vertikal Cekung

Berikut ini merupakan contoh perhitungan kelandaian rencana dan tipe lengkung dari titik PVI-2.



Gambar 4.9 Kelandaian Rencana Lengkung Vertikal Cekung pada titik PVI-2

Data perencanaan:

Elevasi titik PVI-1 = 141.114 m

Elevasi titik PVI-2 = 139.424 m

Elevasi titik PVI-3 = 141.875 m

Jarak titik PVI-1 ke titik PVI-2 (L1) = 69.005 m

Jarak titik PVI-2 ke titik PVI-3 (L2) = 195.094 m

- Menentukan gradien 1 (g1).

$$g1 = \frac{Elv. PVI 2 - Elv PVI 1}{L1}$$

$$g1 = \frac{139.424 - 141.114}{69.005}$$

$$g1 = -1\%$$

- Menentukan gradien 1 (g1).

$$g2 = \frac{Elv. PVI 3 - Elv. PVI 2}{L2}$$

$$g2 = \frac{141.875 - 139.424}{195.094}$$

$$g2 = 1\%$$

- Menentukan perbedaan aljabar (A)

$$A = |g1 - g2| = |-1\% - 1\%| = -2\%$$

4.5.8 Perencanaan Panjang Lengkung Vertikal Cekung

Lengkung vertikal pada titik PVI-1 merupakan jenis lengkung vertikal cembung. Sehingga perhitungan panjang lengkung vertikal seperti yang disajikan sebagai berikut.

- Menentukan panjang lengkung vertikal minimum.

$$L_{min} = 0,6 \times VR = 0,6 \times 40 = 24m$$

- Menentukan panjang lengkung untuk $Ss < L$.

$$L = \left(\frac{AS^2}{658} \right)$$

$$L = \left(\frac{-2\%(46.152^2)}{658} \right)$$

$$L = 6.474 \text{ m}$$

- Menentukan panjang lengkung untuk $Ss > L$.

$$L = 2s - \frac{120 + 3.5 \times s}{A}$$

$$L = 2(46.152) - \frac{120 + 3.5 \times 46.152}{2\%}$$

$$L = -48.462 \text{ m}$$

- Menentukan panjang lengkung berdasarkan faktor kenyamanan.

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

$$L = \frac{2\% \times 40^2}{395}$$

$$L = 8.101\text{m}$$

Untuk menghindari bentuk Lengkung yang tajam dan untuk mengakomodir SE Jendral binamarga Th. 2021 serta memberikan kenyamanan pada pengguna jalan, maka direncanakan Panjang Lengkung yang lebih besar dari lengkung minimum. Maka digunakan Panjang Lengkung 100m.

- Menentukan jarak vertical titik PPV ke bagian Lengkung (Ev).

$$Ev = \frac{A \times L}{800}$$

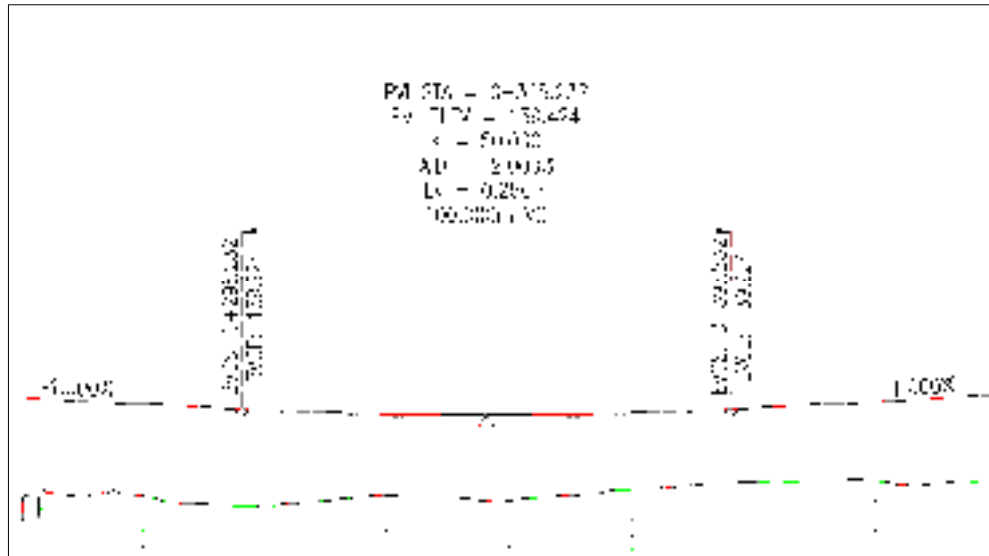
$$Ev = \frac{-2 \times 100}{800} = 0.25 \text{ m}$$

4.5.9 Stasioning Titik Parameter Lengkung Vertikal Cekung

- STA PVI = 0+345.232 (Perpotongan Garis)
- STA BVCS = STA PVI - $\frac{1}{2}$ L
= 0+345.232 - $\frac{1}{2}$. 100
= 0+295.232
- STA EVCS = STA PVI + $\frac{1}{2}$ L
= 0+345.232 + $\frac{1}{2}$. 100
= 0+395.232

4.5.10 Elevasi Titik Parameter Lengkung Vertikal Cekung

- Elv. PVI = + 139.424 (Pusat perpotongan)
- Elv. BVCE = Elv PVI - (g1 x $\frac{1}{2}$ L)
= + 139.424 - (-1% x $\frac{1}{2}$. 100)
= + 139.139.924
- Elv. EVCE = Elv PVI+ (g2 x $\frac{1}{2}$ L)
= + 139.424 + (1% x $\frac{1}{2}$. 100)
= + 139.924
- Elv. PVI' = Elv PVI - Ev
= +139.424 - 0.25
= +139.174



Gambar 4.10 Lengkung Vertikal Cekung pada titik PVI-1

4.5.11 Perhitungan Daerah Kebebasan Samping

Daerah kebebasan samping pada tikungan perlu dihitung untuk menjamin kebebasan pandangan pengemudi dari obyek- obyek penghalang pandangan sehingga persyaratan jarak pandang henti (S_s) dipenuhi. Berikut ini merupakan contoh perhitungan daerah kebebasan samping pada PI-1.

Data perencanaan:

VR	= 40 km/jam
R	= 200 m
S_s	= 46,152 m
Panjang total lengkung (L_{total})	= 149.428 m
Lebar lajur (L_1)	= 3,6 m
Lebar median (single barrier) (L_2)	= 0,8 m
Lebar bahu dalam (L_3)	= 1,5 m

- Menentukan jari-jari sumbu lajur dalam.

$$R' = R - ((0,5 \times L_2) + L_3 + (2 \times L_1) + (0,5 \times L_1))$$

$$= 200 - ((0,5 \times 0,8) + 1,5 + (2 \times 3,6) + (0,5 \times 3,6))$$

$$= 189,1\text{m}$$
- Menentukan kebebasan samping.
 Karena nilai $S_s < L_t$, maka perhitungan daerah kebebasan samping adalah sebagai berikut.

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

$$M = 189,1 \left[1 - \cos \left(\frac{90 (46.152)}{\pi (189,1)} \right) \right]$$

$$M = 1,406 \text{ m}$$

4.6 Rekapitulasi Hasil Perhitungan

4.6.1 Alinyemen Horizontal

1. Besar Rincian rencana untuk masing masing PI adalah sebagai berikut :
Untuk Akses :

Tabel 4.1 Besar Rincian Rencana Setiap PI untuk Akses

NO-PI	JENIS TIKUNGAN	RADIUS	LS	e
		(m)	(m)	(%)
PI - 1	<i>SPIRAL-CIRCLE-SPIRAL</i>	200	100	7.59
PI - 2	<i>FULL CIRCLE</i>	800	-	2
PI - 3	<i>SPIRAL-CIRCLE-SPIRAL</i>	200	100	5
PI - 4	<i>FULL CIRCLE</i>	800	-	2
PI - 5	<i>FULL CIRCLE</i>	1500	-	2
PI - 6	<i>SPIRAL-CIRCLE-SPIRAL</i>	350	200	3
PI - 7	<i>SPIRAL-CIRCLE-SPIRAL</i>	200	100	5
PI - 8	<i>FULL CIRCLE</i>	800	-	2
MIN. (PDGJ)		50	45	8 (Max)

2. Besar Rincian rencana untuk masing masing PI adalah sebagai berikut :
Untuk Ramp :

Tabel 4.2 Besar Rincian Rencana Setiap PI untuk Ramp

RAMP	NO-PI	JENIS TIKUNGAN	RADIUS	LS	e
			(m)	(m)	(%)
RAMP-1	PI - 1	<i>FULL CIRCLE</i>	100	-	7
	PI - 2	<i>SPIRAL-CIRCLE-SPIRAL</i>	200	120	5
RAMP-2	PI - 1	<i>SPIRAL-CIRCLE-SPIRAL</i>	200	120	5
	PI - 2	<i>FULL CIRCLE</i>	100	-	7
RAMP-3	PI - 1	<i>FULL CIRCLE</i>	100	-	7
	PI - 2	<i>SPIRAL-CIRCLE-SPIRAL</i>	200	120	5
RAMP-4	PI - 1	<i>SPIRAL-CIRCLE-SPIRAL</i>	200	120	5
	PI - 2	<i>FULL CIRCLE</i>	100	-	7
RAMP-5	PI - 1	<i>SPIRAL-CIRCLE-SPIRAL</i>	81.257	104.751	7
RAMP-6	PI - 1	<i>SPIRAL-CIRCLE-SPIRAL</i>	81.257	104.751	7
RAMP-7	PI - 1	<i>SPIRAL-CIRCLE-SPIRAL</i>	81.257	104.751	7
RAMP-8	PI - 1	<i>SPIRAL-CIRCLE-SPIRAL</i>	81.257	104.751	7
MIN. (PDGJ)			50	45	8 (Max)

4.6.2 Alinyemen Vertikal

Adapun Rinciannya adalah sebagai berikut :

Tabel 4.3 Rincian Pvi Alinyemen Vertikal pada Akses

NO	NO. PVI	JENIS	LV	GRADE (%)		EL. PVI
			(m)	KIRI	KANAN	(m)
1	PVI - 1	CEMBUNG	100	3.5	-1	141.114
2	PVI - 2	CEKUNG	100	-1	1	139.424
3	PVI - 3	CEKUNG	80	1	4	140.983
4	PVI - 4	CEMBUNG	100	4	1	149.936
5	PVI - 5	CEMBUNG	80	1	-0.5	152.372
6	PVI - 6	CEKUNG	80	-0.5	2	152.064
7	PVI - 7	CEMBUNG	200	2	-0.5	167.32
8	PVI - 8	CEKUNG	100	-0.5	2	166.322
9	PVI - 9	CEKUNG	100	2	3.5	170.306
10	PVI - 10	CEMBUNG	100	3.5	2	174.322
11	PVI - 11	CEKUNG	80	2	3	179.031
12	PVI - 12	CEMBUNG	150	3	0.5	192.694
13	PVI - 13	CEKUNG	80	0.5	4	195.862
14	PVI - 14	CEMBUNG	100	4	1	205.792
15	PVI - 15	CEKUNG	150	1	3	212.694
16	PVI - 16	CEMBUNG	200	3	1.25	224.988

Tabel 4.4 Rincian Pvi Alinyemen Vertikal pada Rampa

NO RAMP	NO	NO. PVI	JENIS	LV (m)	GRADE (%)		EL. PVI (m)
					KIRI	KANAN	
RAMP-1	1				0.636		
RAMP-2	2	PVI - 1	CEKUNG	100	-0.5	1.55	184.657
	3	PVI - 2	CEKUNG	150	1.55	2.8	188.358
	4	PVI - 3	CEMBUNG	50	2.8	-0.3	194.727
RAMP-3	5	PVI - 1	CEMBUNG	100	-1	-2	193.79
	6	PVI - 2	CEKUNG	100	-2	-0.3	189.401
	7	PVI - 3	CEMBUNG	100	-0.3	-3	188.855
RAMP-4	8	PVI - 1	CEMBUNG	100	2	-3	187.662
	9	PVI - 2	CEKUNG	150	-3	-0.5	181.967
RAMP-5	10	PVI - 1	CEKUNG	150	-1.5	3	181.953
RAMP-6	11	PVI - 1	CEKUNG	150	-3	0.5	184.462
RAMP-7	12	PVI - 1	CEKUNG	100	0.5	3	188.372
RAMP-8	13	PVI - 1	CEKUNG	150	-3	-0.3	186.016

BAB V

PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil Perencanaan yang dilakukan, Kesimpulan yang dapat diperoleh dari pembahasan tugas akhir diatas adalah :

5.1.1 Perencanaan Horizontal :

1. Kecepatan rencana yang dipakai untuk jalan akses dan ramp yaitu 40 km/j sesuai dengan fungsinya yaitu jalan kolektor dan distributor
2. Dari Perencanaan horizontal didapat kesimpulan :
 - pada akses didapatkan 8 buah tikungan dengan jenis *Spiral – Circle – Spiral* sebanyak 4 buah dan tipe *Full Circle* sebanyak 4 buah, Radius terbesar adalah 1500m (FC) dengan *Superelevasi* sebesar 2% dan Terkecil 200m (S-C-S) dengan *Superelevasi* 7,59% dan Panjang LS 100m.
 - Pada Ramp Didapat 12 buah tikungan dengan jenis *Spiral – Circle – Spiral* sebanyak 8 buah dan tipe *Full Circle* sebanyak 4 buah, Radius terbesar adalah 200m (S-C-S) dengan *Superelevasi* 7% dan Panjang LS 120m dengan *Superelevasi* sebesar 5% dan Terkecil 100m (FC) dengan *Superelevasi* 7 %.

Besar jari – jari tikungan tersebut direncanakan lebih besar dari jar-jari tikungan yang terdapat pada table PDGJ (Rmin). Hal itu bertujuan untuk menghindari tikungan yang tajam dan memberikan kenyamanan pada pengguna jalan.

5.1.2 Perencanaan Vertikal

Pada alinyemen vertical Akses terdapat 16 Pvi dan 12 Pvi pada Ramp dengan LV Terkecil 50m dan Terbesar 200m, Grade terlandai pada perencanaan Vertikal pada perencanaan ini sudah sesuai dengan peraturan yaitu 0,5% pada grade terlandai dan 4% pada grade tercuram. Jarak antar PVI terdekat yaitu

100m dengan elevasi tertinggi pada perencanaan vertical diatas adalah 224,988 dan yang terendah adalah 139,424

5.2 Saran

Saran yang dapat penulis sampaikan dalam Perencanaan simpang susun prambanan – manisrenggo type clover ini adalah sebagai berikut :

1. Dalam merencanakan alinyemen horizontal, harus memperhatikan kepadatan penduduk / rumah – rumah penduduk untuk menghindari pembebasan lahan. Selanjutnya adalah yang harus diperhatikan yaitu sebisa mungkin menghindari aliran – aliran air irigasi, saluran maupun sungai yang sejajar dengan trase atau CL agar tidak diperlukan jembatan khusus seperti portal.
2. Dalam Perencanaan alinyemen vertical harus memperhatikan bentuk tanah eksisting, sebisa mungkin tetap dengan tanah agar tidak banyak membutuhkan volume galian atau timbunan.
3. Alinyemen horizontal dan vertical harus dikordinasikan dengan baik agar menghasilkan elinyemen yang presisi

Halaman ini Sengaja Dikosongkan

DAFTAR PUSTAKA

Surat Edaran No: 20/SE/Db/2021 Direktorat Jenderal Binamarga, **Pedoman Geometrik Jalan Tol tahun 2021**

Departemen Pekerjaan Umum Direktorat Jenderal Bina Marga. 2021. **Rekomendasi Teknis Penerapan Ruang Bebas (*Clear Zone*), Perkerasan jalan dan Drainase Jalan pada Jalan Tol di Indonesia.**

Departemen Pekerjaan Umum Direktorat Jenderal Bina Marga. 2009. **Geometri Jalan Bebas Hambatan Untuk Jalan Tol.**

Departemen Pekerjaan Umum Direktorat Jenderal Bina Marga. 2005. **Perencanaan Persimpangan Jalan tak Sebidang.**

Departemen Pekerjaan Umum Direktorat Jenderal Bina Marga. 1997. **Tata Cara Perencanaan Geometrik Jalan Antar Kota.**

Departemen Pekerjaan Umum Direktorat Jenderal Bina Marga. 1992. **Geometri Jalan Bebas Hambatan Untuk Jalan Tol.**

American Association Of State Highway and Transportation Officials (AASHTO)

Andarini, Mela Erwati. 2019. **“PERANCANGAN GEOMETRIK DAN PERKERASAN JALAN TOL CILEUNYI – SUMEDANG – DAWUAN (CISUMDAWU) STA 26+800 – STA 41+939 DENGAN JENIS PERKERASAN KAKU”**. Skripsi.

Surabaya : Jurusan Teknik Sipil, Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Retnawati, Natia. 2021. **“PERENCANAAN JEMBATAN CIPELANG STA. 55+200 TOL CISUMDAWU JAWA BARAT MENGGUNAKAN JEMBATAN PELENGKUNG (ARCH BRIDGE)”**. Skripsi.

Bandung : Jurusan Teknik Sipil, Universitas Langlang Buana

LANDAI RELATIVE MAKSIMUM

V _r	Lr Maksimum	
	%	1/m
20	0.80	1/125
30	0.75	1/133
40	0.70	1/143
50	0.65	1/154
60	0.60	1/167
70	0.55	1/182
80	0.50	1/200
90	0.47	1/213
100	0.44	1/227
110	0.41	1/244
120	0.38	1/263
130	0.35	1/286

LS MINIMUM PADA AKSES

Keterangan	NO PI							
	1	2	3	4	5	6	7	8
Vr	40	40	40	40	40	40	40	40
B	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00
n	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
en	-2.00%	-2.00%	-2.00%	-2.00%	-2.00%	-2.00%	-2.00%	-2.00%
e	7.59%	2.00%	5.00%	2.00%	2.00%	3.00%	5.00%	2.00%
Lr maks	0.70%	0.70%	0.70%	0.70%	0.70%	0.70%	0.70%	0.70%
FK	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
Ls (min)	50	23	40	23	23	29	40	23

LS MINIMUM PADA RAMP

Keterangan	RAMP-1		RAMP-2		RAMP-3		RAMP-4		RAMP-5	RAMP-6	RAMP-7	RAMP-8
	NO-PI		NO-PI		NO-PI		NO-PI		NO-PI	NO-PI	NO-PI	NO-PI
	1	2	1	2	1	2	1	2	1	1	1	1
V _r	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40
B	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00
n	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
en	-2.00%	-2.00%	-2.00%	-2.00%	-2.00%	-2.00%	-2.00%	-2.00%	-2.00%	-2.00%	-2.00%	-2.00%
e	7.00%	5.00%	5.00%	7.00%	7.00%	5.00%	5.00%	7.00%	7.00%	7.00%	7.00%	7.00%
L _r maks	0.70%	0.70%	0.70%	0.70%	0.70%	0.70%	0.70%	0.70%	0.70%	0.70%	0.70%	0.70%
FK	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
L _s (min)	50	40	40	50	50	40	40	51	50	50	50	51

DESAIN VERTICAL PADA RAMP

Keterangan	RAMP-2			RAMP-3			RAMP-4		RAMP-5	RAMP-6	RAMP-7	RAMP-8
	NO PVI											
	1	2	3	1	2	3	1	2	1	1	1	1
Input Parameter												
PVI												
- Station	23+408.484	24+125.000	24+125.000	24+666.032	25+095.182	25+095.182	25+719.625	26+048.893	26+048.893	26+048.893	26+048.893	26+048.893
- Elevasi	184.657	188.358	194.727	193.79	189.401	188.855	187.662	181.967	181.953	184.462	188.372	186.016
BV												
- Station	23+258.484	24+025.000	24+025.000	24+516.032	24+995.182	24+995.182	25+569.625	25+948.893	25+948.893	25+948.393	25+947.893	25+947.393
- Elevasi	185.107	186.808	191.927	195.290	191.401	189.155	184.662	184.967	183.453	187.477	188.069	188.046
EV												
- Station	23+558.484	24+225.000	24+225.000	24+816.032	25+195.182	25+195.182	25+869.625	26+148.893	26+148.893	26+149.393	26+149.893	26+150.393
- Elevasi	186.982	191.158	194.427	190.790	189.101	185.855	183.162	181.667	184.953	184.764	191.402	185.712
Ev	0.69	0.31	0.78	0.38	0.43	0.68	1.88	0.68	1.13	0.83	0.68	0.43
Vr	40	40	40	40	40	40	40	40	40	41	42	43
g1	-0.30	1.55	2.80	-1.00	-2.00	-0.30	2.00	-3.00	-1.50	-3.00	0.30	-2.00
g2	1.55	2.80	-0.30	-2.00	-0.30	-3.00	-3.00	-0.30	3.00	0.30	3.00	-0.30
A	1.85	1.25	3.10	1.00	1.70	2.70	5.00	2.70	4.50	3.30	2.70	1.70
Jh	110	110	110	110	110	110	110	110	110	110	110	110
Lv Rencana	300	200	200	300	200	200	300	200	200	201	202	203
Tipe Lengkung	Cekung	Cekung	Cembung	Cembung	Cekung	Cembung	Cembung	Cekung	Cekung	Cekung	Cekung	Cekung
R Desain	16216	16000	6452	30000	11765	7407	6000	7407	4444	6091	7481	11941

