

TUGAS AKHIR

**EVALUASI KELAYAKAN GEOMETRI PADA RUAS
JALAN BOYOLALI-MAGELANG KM 22,9 – KM 23,4
(*FEASIBILITY EVALUATION OF GEOMETRIC ON
BOYOLALI – MAGELANG’S ROAD KM 22,9 – KM 23,4*)**

**Diajukan Kepada Universitas Islam Indonesia Yogyakarta Untuk Memenuhi
Persyaratan Memperoleh Derajat Sarjana Teknik Sipil**



**Fido Nadareza
12511293**

**PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
2017**

TUGAS AKHIR

EVALUASI KELAYAKAN GEOMETRI PADA RUAS JALAN BOYOLALI-MAGELANG KM 22,9 – KM 23,4 (*FEASIBILITY EVALUATION OF GEOMETRIC ON BOYOLALI – MAGELANG'S ROAD KM 22,9 – KM 23,4*)

disusun oleh

Fido Nadareza
12511293

Telah diterima sebagai salah satu persyaratan
untuk memperoleh derajat Sarjana Teknik Sipil

diuji pada tanggal

oleh Dewan Penguji

Pembimbing



Faizul Chasanah, S.T., M.Sc

Penguji I



Miftahul Fauziah, S.T, M.T., Ph.D.

Penguji II



Ir. Corry Ya'cub, M.T.

Penguji III



Prima J Romadhona, S.T., M.Sc

Mengesahkan,

Ketua Program Studi Teknik Sipil




Miftahul Fauziah, S.T., M.T., Ph.D.

PERNYATAAN BEBAS PLAGIASI

Saya menyatakan dengan sesungguhnya bahwa laporan Tugas Akhir yang saya susun sebagai syarat untuk penyelesaian program Sarjana di Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesia merupakan hasil karya saya sendiri. Adapun bagian-bagian tertentu dalam penulisan laporan Tugas Akhir yang saya kutip dari hasil karya orang lain telah dituliskan dalam sumbernya secara jelas sesuai dengan norma, kaidah, dan etika penulisan karya ilmiah. Apabila di kemudian hari ditemukan seluruh atau sebagian laporan Tugas Akhir ini bukan hasil karya saya sendiri atau adanya plagiasi dalam bagian-bagian tertentu, saya bersedia menerima sanksi, termasuk pencabutan gelar akademik yang saya sandang sesuai dengan perundang-undangan yang berlaku.

Yogyakarta, April 2017

Yang membuat pernyataan,

Fido Nadareza

(12511293)

KATA PENGANTAR

Assalamu'alaikum Wr. Wb.

Alhamdulillah rabbi'l'alamin, puji syukur kehadiran Allah SWT yang telah memberikan rahmat, taufik, dan hidayahNya sehingga penyusunan Tugas Akhir ini yang berjudul *Evaluasi Kelayakan Geometri Pada Ruas Jalan Boyolali – Magelang km 22,9 – 23,4* dapat terselesaikan dengan lancar.

Tugas Akhir ini disusun untuk memenuhi salah satu syarat yang harus ditempuh untuk menyelesaikan studi tingkat strata satu jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesia, Yogyakarta.

Selama proses penyelesaian Tugas Akhir ini, dari mulai observasi, persiapan, pelaksanaan survei, hingga penyusunan Tugas Akhir ini saya banyak memperoleh bantuan dari berbagai pihak sehingga laporan Tugas Akhir yang telah direncanakan dapat terealisasi dengan baik dan dapat di selesaikan dengan baik pula. Untuk itu pada kesempatan ini saya dengan kerendahan hati ingin mengucapkan terima kasih kepada :

1. Ibu Faizul Chasanah, S.T., M.Sc., selaku dosen pembimbing Tugas Akhir atas bimbingan, dan pengarahannya.
2. Ibu Prima J.Romadhona S.T, M.Sc., ibu Miftahul Fauziah S.T., M.T., Phd. dan Bapak Ir. Corry Yacub, M.T., selaku dosen penguji Tugas Akhir atas ketersediaannya untuk menguji serta memberikan masukan selama pembuatan Tugas Akhir ini.
3. Ibunda Nasria Afriza, ayahanda Malin Duano, adik kandung Ambun suri dan Farena Saviola Arga Rizki dan seluruh keluarga tercinta yang tiada hentinya memberikan kasih sayang dan atas segala doa, dukungan moril maupun materil yang tak terhingga dan tak terbalaskan.
4. Ahmad Nur Ilham Yahya, Andri Saputro, Aji Mohammad Ilham, Aprina Hantar Rochanadewi S.T., Dito Emlian, Irfan Faris Abdurrahman, Nita Samiastuti, Nugie Dwika Rianto, Rajulun Karim, Samardhan Nurlette S.T., Tarmizi Taher Nuhuyanan, Tamy Cahyati Tungga Dewi, Wan

Habib Firdaus yang telah membantu pengambilan data di lapangan serta kritik dan saran selama pembuatan Tugas Akhir ini.

5. Seluruh pegawai di Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan Universitas Islam Indonesia yang telah membantu penyelesaian Tugas Akhir ini.
6. Semua pihak teman-teman Civillrollas Universitas Islam Indonesia yang tidak bisa saya sebutkan satu persatu yang telah membantu terselesaikannya Tugas Akhir ini.

Jazzakumullah Khoiron.

Tidak lupa saya memohon maaf atas segala kekhilafan baik yang saya sengaja maupun tidak. Kesalahan datangnya dari saya sendiri kesempurnaan hanya milik Allah SWT. Karena itu, saya mengharapkan kritik dan saran yang membangun demi kesempurnaan dan kemajuan bersama. Dan semoga ilmu yang saya sampaikan pada Tugas Akhir ini dapat bermanfaat untuk para pembaca.

Billahittaufiq wal hidayah. Wassalamu'alaikum Wr. Wb.

Yogyakarta, April 2017



Fido Nadareza

12511293

ABSTRAK

Jalan Boyolali-Magelang merupakan jalan provinsi yang menghubungkan antara kecamatan Selo dengan kota Boyolali. Jalan Boyolali-Magelang juga merupakan jalan utama yang digunakan menuju kota Magelang dan juga merupakan jalan yang menghubungkan ke berbagai tempat wisata dan tempat penambangan pasir dari kota Boyolali. Berdasarkan keterangan dari Kecamatan Selo dan Kepolisian Resor Kabupaten Boyolali, kecelakaan yang terjadi pada ruas jalan Boyolali-Magelang km 22,9 – km 23,4 berada pada tingkat yang cukup tinggi, yaitu lebih dari 30 kali kecelakaan terjadi pada ruas jalan tersebut dalam rentang waktu 2 bulan. Adanya evaluasi geometrik jalan ini, diharapkan dapat membantu dan memperbaiki kondisi geometrik jalan Boyolali-Magelang sekarang ini sehingga bisa mengurangi resiko kecelakaan yang terjadi.

Pengambilan data dilakukan dengan pengamatan kondisi di lapangan. Pengambilan data terbagi menjadi data primer dan data sekunder. Data primer meliputi pengukuran lebar jalur, lebar bahu, waktu tempuh kendaraan, pengukuran trase jalan menggunakan *theodolit*, dan data harian lalu lintas. Data sekunder yang digunakan adalah data kecelakaan dari polisi resor Boyolali dan kecamatan Selo. Setelah dilakukan pengambilan data, maka selanjutnya dilakukan evaluasi kelayakan geometri pada jalan Boyolali – Magelang km 22,9 – km 23,4 berdasarkan pedoman dari Bina Marga 1997 dan Manual Kapasitas Jalan Indonesia 1997. Setelah dilakukan evaluasi, kemudian dilakukan analisis terhadap kondisi *existing* jalan Boyolali – Magelang km 22,9 – 23,4 dengan menggunakan metode Bina Marga 1997. Berdasarkan analisis kondisi *existing*, kemudian dilakukan *redesign* apabila jalan tersebut tidak memenuhi standar Bina Marga 1997 dan Manual Kapasitas Jalan Indonesia 1997.

Jalan yang dievaluasi kelayakannya pada stasiun 22 + 900 sampai 23+400. Kondisi jalan banyak yang tidak memenuhi syarat, waktu tempuh kendaraan 30 km/jam. Alinyemen horisontal tipe tikungan *s-c-s* dan terdapat 6 tikungan. Kondisi jalan tersebut kurang memenuhi syarat pada ruang bebas samping, jari-jari, kecepatan kendaraan dan lengkung vertikal. Dengan alasan ini maka dilakukan alternatif desain sesuai pedoman. Terdapat 2 alternatif desain dengan alternatif 1 mempunyai hasil 5 tikungan tipe *s-c-s* dengan Rc 76 meter, 50 meter, 60 meter, 76 meter, dan 40 meter. Sedangkan alternatif 2 mempunyai 5 tikungan dengan Rc 50 meter, 50 meter, 76 meter, 30 meter, dan 40 meter.

Kata kunci : Alinyemen Horizontal, Alinyemen Vertikal, Metode Bina Marga 1997

ABSTRACT

Boyolali – Magelang road is a provincial road that connects with the town of Boyolali Selo subdistrict. Boyolali - Magelang road is also the main road that used to Magelang and is also a road that connects to various tourist attractions and the mining of sand from the town of Boyolali. Based on information from the District Police Selo and Boyolali, accidents at Boyolali – Magelang road km 22.9 - km 23.4 is at a fairly high level, which is more than 30 times the accident happened on the road section within the period 2 months. The existence of this road geometric evaluation, expected to assist and improve the condition of road geometric-Magelang, Boyolali this now so that it can reduce the risk of accidents.

Data collection was performed by observing the condition in the field. Retrieval of data is divided into primary data and secondary data. Primary data includes measurements of track width, shoulder width, vehicle travel time, road alignment measurements using a theodolite, and daily data traffic. Secondary data used are from the police accident data and sub-Selo, Boyolali resort. After data collection, we then evaluated the feasibility of geometry on the road Boyolali - Magelang km 22.9 - km 23.4 based on guidelines from the Highways 1997 Highway Capacity Manual Indonesia 1997. After the evaluation, then do an analysis of the existing condition of the road Boyolali - Magelang km 22.9 to 23.4 by using the method of Highways, 1997. Based on the analysis of the existing conditions, then do a redesign if the road does not meet the standards of Highways Highway Capacity Manual 1997 and Indonesia 1997.

Roads were evaluated for feasibility at station 22 + 900 to 23 + 400. Road conditions many do not qualify, the vehicle travel time to 30 km / h. Horizontal alignment type-c curve s-s and there are 6 twists. The road conditions are less qualified free space on the side, fingers, vehicle speed and vertical curvature. For this reason, alternative designs done according to the guidelines. There are two alternate designs with alternative 1 has 5 bends result type s-c-s with Rc 76 meters, 50 meters, 60 meters, 76 meters and 40 meters. While alternative 2 has a 5 bends with Rc 50 meters, 50 meters, 76 meters, 30 meters and 40 meters.

Keyword : Horizontal Alignment, Vertical Alignment, Bina Marga Methods 1997.

DAFTAR ISI

Halaman Judul	i
Halaman Pengesahan	ii
PERNYATAAN BEBAS PLAGIASI	iii
KATA PENGANTAR	Error! Bookmark not defined.v
DAFTAR ISI	vi
DAFTAR TABEL	ix
DAFTAR GAMBAR	x
DAFTAR LAMPIRAN	xi
DAFTAR NOTASI DAN SINGKATAN	xii
ABSTRAK	xiii
ABSTRACT	xiv
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 LATAR BELAKANG	1
1.2 RUMUSAN MASALAH	2
1.3 TUJUAN PENELITIAN	3
1.4 MANFAAT PENELITIAN	3
1.5 BATASAN MASALAH	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	5
2.1 PENELITIAN TERDAHULU	5
2.2 PERBEDAAN PENELITIAN SEKARANG DENGAN PENELITIAN TERDAHULU	6
BAB III LANDASAN TEORI	8
3.1 GEOMETRI JALAN	8
3.2 KLASIFIKASI PERENCANAAN	8
3.3 SATUAN MOBIL PENUMPANG	9
3.4 EKIVALENSI MOBIL PENUMPANG	9
3.5 KENDARAAN RENCANA	10
3.6 KECEPATAN RENCANA	13

3.7 KECEPATAN DI LAPANGAN	13
3.8 MEDIAN	14
3.9 BAHU JALAN	14
3.10 LEBAR LAJUR	15
3.11 ALINYEMEN HORIZONTAL	16
3.11.1 Bentuk - Bentuk Tikungan	16
3.11.2 Panjang Bagian Lurus	22
3.11.3 Jari - Jari Tikungan	23
3.11.4 Superelevasi	23
3.12 JARAK PANDANG	26
3.12.1 Jarak Pandang Henti	26
3.12.2 Jarak Pandang Mendahului	27
3.13 DAERAH BEBAS SAMPING	29
3.14 ALINYEMEN VERTIKAL	29
3.15 JARAK PANDANGKELANDAIAAN MAKSIMUM	29
3.16 PANJANG KRITIS	30
3.17 LENGKUNG VERTIKAL	31
3.18 AUTOCAD CIVIL 3D	33
BAB IV METODE PENELITIAN	35
4.1 TAHAPAN PENELITIAN	35
4.2 LOKASI DAN WAKTU PENELITIAN	36
4.3 JENIS DATA	36
4.4 TEKNIK PENGAMBILAN DATA	37
4.5 ALAT YANG DIGUNAKAN	39
4.6 METODE ANALISIS DATA	40
4.7 BAGAN ALIR PENELITIAN	42
BAB V DATA, ANALISIS, DAN PEMBAHASAN	43

5.1 HASIL PENGAMBILAN DATA	43
5.1.1 Data Kecelakaan	43
5.1.2 Data Survei Lalulintas Harian	45
5.1.3 Data Lebar Jalur	47
5.1.4 Data Kecepatan Lapangan	48
5.2 ANALISIS KONDISI EKSISTING	48
5.2.1 Analisis VLHR untuk Penentuan Kelas dan Fungsi Jalan	48
5.2.2 Analisis Kecepatan Lapangan	48
5.2.3 Analisis Jarak Pandang Henti	50
5.2.4 Analisis Jarak Pandang Mendahului	50
5.2.5 Analisis Alinyemen Horisontal	51
5.3 ANALISIS <i>REDESIGN</i> ALTERNATIF 1	61
5.4 ANALISIS <i>REDESIGN</i> ALTERNATIF 2	70
5.5 PEMBAHASAN	78
5.5.1 Pembahasan Lebar jalur	78
5.5.2 Pembahasan Kecepatan Lapangan	79
5.5.3 Pembahasan Analisis <i>Existing</i>	79
5.5.4 Pembahasan Analisis <i>Redesign</i>	83
5.5.5 Penilaian Terhadap 2 Alternatif <i>Redesign</i>	87
BAB VI KESIMPULAN DAN SARAN	89
6.1 KESIMPULAN	89
6.2 SARAN	89
DAFTAR PUSTAKA	90
LAMPIRAN	91

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Rekapitulasi perbedaan penelitian terdahulu dengan sekarang	6
Tabel 3.1 Klasifikasi perencanaan jalan	9
Tabel 3.2 Ekuivalen mobil penumpang (EMP)	10
Tabel 3.3 Golongan kendaraan rencana	10
Tabel 3.4 Kecepatan rencana	13
Tabel 3.5 Lebar minimum median	14
Tabel 3.6 Lebar bahu jalan	15
Tabel 3.7 Lebar lajur	15
Tabel 3.8 Jari – jari yang diizinkan tanpa lengkung peralihan	17
Tabel 3.9 Panjang bagian lurus minimum	22
Tabel 3.10 Panjang jari –jari minimum	23
Tabel 3.11 Jari-jari tikungan yang tidak memerlukan lengkung peralihan	24
Tabel 3.12 Jarak pandang henti minimum	27
Tabel 3.13 Jarak pandang mendahului	28
Tabel 3.14 Kelandaian maksimum yang diizinkan	30
Tabel 3.15 Panjang kritis	30
Tabel 3.16 Penentuan faktor penampilan kenyamanan, Y	32
Tabel 3.17 Panjang minimum lengkung vertikal	32
Tabel 5.1 Rekapitulasi kecelakaan pada jalan Boyolali - Magelang km 22,9 - km 23,4 bulan september - november 2016	43
Tabel 5.2 Rekapitulasi satuan mobil penumpang hari ke - 1	46
Tabel 5.3 Rekapitulasi satuan mobil penampang hari ke - 2	46
Tabel 5.4 Rekapitulasi perhitungan alinyemen horisontal (Tikungan 1)	54
Tabel 5.5 Rekapitulasi perhitungan alinyemen horisontal (Tikungan 2)	54
Tabel 5.6 Rekapitulasi perhitungan alinyemen horisontal (Tikungan 3)	55
Tabel 5.7 Rekapitulasi perhitungan alinyemen horisontal (Tikungan 4)	56
Tabel 5.8 Rekapitulasi perhitungan alinyemen horisontal (Tikungan 5)	56
Tabel 5.9 Rekapitulasi perhitungan alinyemen horisontal (Tikungan 6)	57

Tabel 5.10 Rekapitulasi titik pias dan titik penting	60
Tabel 5.11 Rekapitulasi perhitungan <i>Redesign</i> alinyemen horisontal alternatif 1 (Tikungan 1)	63
Tabel 5.12 Rekapitulasi perhitungan <i>Redesign</i> alinyemen horisontal alternatif 1 (Tikungan 2)	64
Tabel 5.13 Rekapitulasi perhitungan <i>Redesign</i> alinyemen horisontal alternatif 1 (Tikungan 3)	65
Tabel 5.14 Rekapitulasi perhitungan <i>Redesign</i> alinyemen horisontal alternatif 1(Tikungan 4)	65
Tabel 5.15 Rekapitulasi perhitungan <i>Redesign</i> alinyemen horisontal alternatif 1 (Tikungan 5)	66
Tabel 5.16 Rekapitulasi titik pias dan titik penting <i>redesign</i> altenatif 1	69
Tabel 5.17 Rekapitulasi perhitungan <i>Redesign</i> alinyemen horisontal alternatif 2 (Tikungan 1)	72
Tabel 5.18 Rekapitulasi perhitungan <i>Redesign</i> alinyemen horisontal alternatif 2 (Tikungan 2)	73
Tabel 5.19 Rekapitulasi perhitungan <i>Redesign</i> alinyemen horisontal alternatif 2 (Tikungan 3)	74
Tabel 5.20 Rekapitulasi perhitungan <i>Redesign</i> alinyemen horisontal alternatif 2 (Tikungan 4)	74
Tabel 5.21 Rekapitulasi perhitungan <i>Redesign</i> alinyemen horisontal alternatif 2 (Tikungan 5)	75
Tabel 5.22 Rekapitulasi titik pias dan titik penting <i>Redesign</i> altenatif 2	77
Tabel 5.23 Rekapitulasi analisis <i>existing</i>	80
Tabel 5.24 Rekapitulasi analisis <i>Redesign</i>	84
Tabel 5.25 Penilaian terhadap 2 alternatif <i>Redesign</i>	87

DAFTAR GAMBAR

Gambar 3.1 Tikungan <i>full circle (FC)</i>	17
Gambar 3.2 Tikungan <i>spiral circle spiral (SCS)</i>	19
Gambar 3.3 Tikungan <i>spiral-spiral (SS)</i>	21
Gambar 3.4 Superelevasi tikungan <i>full circle (FC)</i>	24
Gambar 3.5 Superelevasi tikungan <i>spiral circle spiral (SCS)</i>	25
Gambar 3.6 Superelevasi tikungan <i>spiral-spiral (SS)</i>	25
Gambar 3.7 Jarak pandang mendahului	28
Gambar 3.8 Lengkung vertikal cembung	32
Gambar 3.9 Lengkung vertikal cekung	33
Gambar 4.1 Peta lokasi penelitian	36
Gambar 4.2 Jarak pandang henti di tikungan	38
Gambar 4.3 Bagan alir penelitian	42
Gambar 5.1 Grafik data kecelakaan yang terjadi pada jalan Boyolali – Magelang Km 22,9 – km 23,4	45
Gambar 5.2 Diagram lingkaran data harian lalulintas jalan Boyolali – Magelang Km 22,9 – km 23,4	47
Gambar 5.3 Alinyemen horisontal <i>existing</i> jalan Boyolali – Magelang km 22,9 – 23,4	51
Gambar 5.4 Alinyemen vertikal <i>existing</i> jalan Boyolali – Magelang km 22,9 – 23,4	58
Gambar 5.5 Koordinasi alinyemen horisontal - vertikal jalan Boyolali – Magelang km 22,9 - km 23,4	60
Gambar 5.6 <i>Redesign</i> alinyemen horisontal alternatif 1 jalan Boyolali – Magelang km 22,9 – 23,4	61
Gambar 5.7 <i>Redesign</i> alinyemen vertikal alternatif 1 jalan Boyolali – Magelang km 22,9 – 23,4	67
Gambar 5.8 Koordinasi alinyemen horisontal - vertikal alternatif 1 jalan Boyolali – Magelang km 22,9 - km 23,4	69

Gambar 5.9 <i>Redesign</i> alinyemen horisontal alternatif 2 jalan Boyolali – Magelang km 22,9 – 23,4	70
Gambar 5.10 <i>Redesign</i> alinyemen vertikal alternatif 2 jalan Boyolali – Magelang km 22,9 – km 23,4	75
Gambar 5.8 Koordinasi alinyemen horisontal - vertikal alternatif 2 jalan Boyolali – Magelang km 22,9 - km 23,4	78

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 Data Waktu Tempuh Kendaraan di Lapangan	92
Lampiran 2 Gambar Alinyemen Jarak Pandang <i>Existing</i>	93
Lampiran 3 Gambar Alinyemen Jarak Pandang <i>Redesign</i>	94
Lampiran 4 Gambar Alinyemen Horisontal <i>Existing</i>	95
Lampiran 5 Gambar Alinyemen Vertikal <i>Existing</i>	96
Lampiran 6 Gambar Koordinasi Alinyemen Horisontal – Vertikal <i>Existing</i>	97
Lampiran 7 Gambar Alinyemen Horisontal Alternatif 1	98
Lampiran 8 Gambar Alinyemen Vertikal Alternatif 1	99
Lampiran 9 Gambar Koordinasi Alinyemen Horisontal – Vertikal Alternatif 1	100
Lampiran 10 Gambar Alinyemen Horisontal Alternatif 2	101
Lampiran 11 Gambar Alinyemen Horisontal Alternatif 2	102
Lampiran 12 Gambar Koordinasi Alinyemen Horisontal – Vertikal Alternatif 2	103
Lampiran 13 Gambar Diagram Superelevasi <i>Existing</i>	104
Lampiran 14 Gambar Diagram Superelevasi Redesign Alternatif 1	105
Lampiran 15 Gambar Diagram Superelevasi Redesign Alternatif 2	106

DAFTAR NOTASI DAN SINGKATAN

MKJI	= Manual Kapasitas Jalan Indonesia
<i>GPS</i>	= <i>Global Positioning System</i>
SMP	= Satuan Mobil Penumpang
LHR	= Lalulintas Harian Rata-Rata
VLHR	= Volume Lalu Lintas Harian Rencana
EMP	= Ekuivalen Mobil Penumpang
V_R	= Kecepatan Rencana
<i>MCO</i>	= <i>Moving Car Observation</i>
<i>SMS</i>	= <i>Space Mean Speed</i>
J_h	= Jarak Pandang Henti
J_{ht}	= Jarak Tanggap
J_{hr}	= Jarak Pengereman
J_d	= Jarak Pandang Mendahului
JPM	= Jarak Pandang Mendahului
E	= Daerah Bebas Samping
<i>S-C-S</i>	= <i>Spiral-Circle-Spiral</i>
<i>S-S</i>	= <i>Spiral-Spiral</i>
<i>F-C</i>	= <i>Full Circle</i>
L_s	= Lengkung Peralihan
R_c	= Jari-Jari Tikungan
f_{max}	= Koefisien Gesek Maksimum
e	= Superelevasi
PVC	= Titik Permulaan Lengkung Vertikal
PPV	= Titik Pertemuan Kedua Garis Tangen
PVT	= Titik Permulaan Tangen Vertikal
EV	= Pergeseran Vertikal PPV ke Permukaan Jalan Rencana
L_v	= Panjang Lengkung Dengan Arah Horisontal

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 LATAR BELAKANG

Transportasi merupakan suatu proses pemindahan manusia atau barang dari suatu tempat ke tempat yang lain. Meningkatnya perekonomian masyarakat mengakibatkan aktivitas dan kegiatan manusia semakin lebih dinamis. Hal ini menyebabkan sarana dan prasarana transportasi dituntut harus dapat mengikuti perkembangan dan pertumbuhan masyarakat secara global. Salah satu dari sekian banyak prasarana transportasi tersebut adalah jalan raya. Jalan raya merupakan salah satu prasarana yang paling dominan dipilih oleh pengguna jalan. Jalan raya merupakan prasarana transportasi darat yang meliputi segala bagian jalan, termasuk bangunan pelengkap dan perlengkapannya yang diperuntukkan bagi lalu lintas. Adanya jalan raya akan memperlancar proses distribusi barang dan jasa serta kegiatan perekonomian masyarakat lainnya.

Laju pertumbuhan lalu lintas jalan raya terkadang tidak sesuai dengan prediksi pertumbuhan pengguna jalan raya yang direncanakan. Hal ini menimbulkan berbagai masalah yang serius jika tidak ditangani dan direncanakan sejak dini. Masalah geometri tikungan misalnya, perencanaan tikungan yang tidak sejalan dengan pertumbuhan kendaraan bisa menimbulkan masalah baru. Untuk mengetahui kelayakan tersebut maka perlu adanya peninjauan ulang atau observasi untuk mendapatkan data yang diinginkan. Data tersebut dianalisis untuk mengetahui penyebab masalah kemudian mencari solusinya. Geometri tikungan yang tidak sesuai standar sering kali menyebabkan terjadinya kecelakaan. Geometri yang tidak sesuai dengan standar Bina Marga biasanya meliputi jarak pandang, radius tikungan, pelebaran perkerasan di tikungan, dan kelandaian jalan. Oleh karena itu, perlu adanya peninjauan kembali jalan yang mempunyai tikungan yang ekstrim.

Jalan Boyolali-Magelang merupakan jalan provinsi yang menghubungkan antara kecamatan Selo dengan kota Boyolali. Jalan Boyolali-Magelang juga merupakan jalan utama yang digunakan menuju kota Magelang dan juga

merupakan jalan yang menghubungkan ke berbagai tempat wisata dan tempat penambangan pasir dari kota Boyolali. Pada ruas jalan Boyolali-Magelang km 22,9 – km 23,4 banyak terdapat tikungan-tikungan tajam dan banyak terjadi penyempitan lajur di tikungan tersebut. Jalur yang awalnya 2 lajur menjadi 1 lajur saja pada tikungan tersebut. Pada ruas jalan Boyolali-Magelang km 22,9 – km 23,4 juga memiliki jarak pandang yang terbatas sehingga hal tersebut dapat menyebabkan terjadinya kecelakaan. Berdasarkan keterangan dari Kecamatan Selo dan Kepolisian Resor Kabupaten Boyolali, kecelakaan yang terjadi pada ruas jalan Boyolali-Magelang km 22,9 – km 23,4 berada pada tingkat yang cukup tinggi, yaitu lebih dari 30 kali kecelakaan terjadi pada ruas jalan tersebut dalam rentang waktu 2 bulan. Adanya evaluasi geometrik jalan ini, diharapkan dapat membantu dan memperbaiki kondisi geometrik jalan Boyolali-Magelang sekarang ini sehingga bisa mengurangi resiko kecelakaan yang terjadi.

1.2 RUMUSAN MASALAH

Berdasarkan latar belakang yang telah diuraikan di atas maka rumusan masalah ini adalah sebagai berikut.

1. Apakah menurut standar Bina Marga 1997 geometri di ruas jalan Boyolali - Magelang km 22,9 – km 23,4 sudah layak memenuhi syarat yang ada?
2. Bagaimana seharusnya kondisi geometri yang sesuai menurut Bina Marga 1997?
3. Bagaimana *redesign* jalan tersebut jika kondisi geometri jalan Boyolali - Magelang km 22,9 – km 23,4 tidak memenuhi standar Bina Marga 1997?

1.3 TUJUAN PENELITIAN

Adapun tujuan dari penelitian ini adalah sebagai berikut.

1. Mengevaluasi kondisi geometri pada ruas jalan Boyolali-Magelang km 22,9 – km 23,4 berdasarkan pada kondisi eksisting.
2. Mengetahui kelayakan geometri di Ruas jalan Boyolali-Magelang km 22,9 – km 23,4 apakah sudah sesuai dengan Bina marga 1997 atau belum.
3. Memberikan usulan perbaikan berupa *redesign* geometrik jalan dengan menggunakan *Software Autocad Civil 3D 2014* jika tidak sesuai dengan standar.

1.4 MANFAAT PENELITIAN

Penelitian ini diharapkan dapat bermanfaat bagi penulis, pemerintah setempat dan institusi terkait, serta pembaca. Adapun manfaat dari penelitian ini adalah sebagai berikut.

1. Manfaat penelitian bagi penulis :
 - a. menambah pemahaman tentang evaluasi geometrik ruas jalan,
 - b. menambah pengetahuan mengenai penggunaan *Software Autocad Civil 3D* 2014
2. Manfaat penelitian bagi pemerintah setempat dan institusi terkait :
 - a. mengetahui apakah ruas jalan Boyolali-Magelang sesuai dengan ketentuan Bina Marga
 - b. sebagai pertimbangan jika dilakukannya *redesign* ruas jalan Boyolali-Magelang.
3. Manfaat penelitian bagi para pembaca :
 - a. menambah pengetahuan tentang ilmu teknik sipil, khususnya tentang evaluasi geometrik terhadap ruas jalan
 - b. dapat dijadikan sebagai bahan pertimbangan atau dikembangkan lebih lanjut.

1.5 BATASAN PENELITIAN

Penelitian ini memiliki beberapa batasan yang diharapkan sesuai dengan tujuan awal analisis yang ditentukan yaitu sebagai berikut.

1. Peraturan yang digunakan untuk mendesain geometri tikungan adalah Perencanaan Geometri Jalan Antar Kota Tahun 1997.
2. Dalam menganalisis geometri jalan, peneliti hanya menganalisis alinyemen horisontal, alinyemen vertikal, ruas jalan, bahu jalan, lengkung jalan, jarak pandang, dan ruang bebas samping.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 PENELITIAN TERDAHULU

Nurdin (2013) melakukan penelitian yang berjudul Evaluasi Tikungan di Ruas Jalan Dekso-Samigaluh, Kabupaten Kulon Progo. Untuk melakukan evaluasi pada tikungan ruas jalan Dekso - Samigaluh dibutuhkan data – data dari Dinas Pekerjaan Umum, Perumahan Dan Energi Sumber Daya Mineral dan dengan data yang diperoleh hasil survei sendiri. Perhitungan geometrik jalan menggunakan metode menurut pedoman dari Bina Marga. Dari hasil desain perhitungan kemudian dibandingkan dengan data geometrik di lapangan. Berdasarkan hasil evaluasi tikungan di ruas jalan Dekso – Samigaluh dapat diperoleh beberapa data yaitu jari – jari tikungan sebesar 37 m, sedangkan radius minimum yang diijinkan Bina Marga sebesar 26,00592 m. Pelebaran perkerasan pada tikungan tidak ada yang sesuai dengan desain perhitungan. Landai relatif tidak ada yang memenuhi syarat dengan perhitungan menurut pedoman dari Bina Marga.

Wasta (2014) melakukan penelitian yang berjudul Analisis Kelayakan Geometri Jalan pada Ruas Jalan Ring Road Selatan Yogyakarta KM 36,7- KM 37,4. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis keadaan geometri jalan yang ada pada saat ini sehingga diketahui hasil desain geometri yang sesuai dengan standar yang secara teoritis sesuai dengan keadaan di lapangan. Kesimpulan dari penelitian ini adalah lebar bahu jalan, jarak pandang henti, jarak antar tikungan, kemiringan jalan, dan alinyemen vertikal belum memenuhi dengan standar dari Bina Marga. Untuk kecepatan rata-rata di lapangan adalah 79 km/jam dengan pengambilan sampel kecepatan menggunakan metode *Moving Car Observed*, sedangkan pada tikungan balik arah tersebut hanya dapat melayani kecepatan maksimal 60 km/jam sehingga dipasang rambu kecepatan sebelum awal tikungan tersebut.

Paksi (2014) melakukan penelitian yang berjudul Evaluasi dan Perbaikan Geometri Jalan pada Ruas Jalan Magelang–Yogyakarta KM 12,9 – KM 13,3. Penelitian ini bertujuan mengevaluasi kondisi geometri apakah sesuai dengan standar Bina Marga dan merancang geometri jalan yang sesuai dengan kondisi dan

situasi di lapangan saat ini. Kesimpulan dari penelitian ini adalah kecepatan lapangan tidak sesuai dengan standar jalan arteri kelas I metode pengambilan sampel kecepatan menggunakan *Moving Car Observed*, sebagian lebar lajur, lebar bahu, dan lebar median sudah memenuhi dari standar Bina Marga, dari lima tikungan hanya satu tikungan yang memenuhi untuk jarak pandang henti, dan untuk kemiringan jalan serta elinyemen vertikal belum memenuhi standar Bina Marga. Berdasarkan analisis peneliti maka dilakukan perbaikan desain geometri yang memenuhi standar Bina Marga.

2.2 PERBEDAAN PENELITIAN SEKARANG DENGAN PENELITIAN TERDAHULU

Berdasarkan tinjauan dari berbagai sumber penelitian, evaluasi geometrik ruas jalan sudah pernah dilakukan. Namun evaluasi geometrik pada ruas jalan Boyolali-Magelang belum pernah dilakukan. Rekapitulasi perbedaan dapat dilihat pada tabel 2.1.

Tabel 2.1. Rekapitulasi perbedaan penelitian sekarang dan penelitian terdahulu

Penulis	Judul Penelitian	Lokasi Penelitian	Metode Penelitian	Hasil
Nurdin (2013)	Evaluasi Tikungan di Ruas Jalan Dekso-Samigaluh, Kabupaten Kulon Progo	Jalan Dekso-Samigaluh, Kabupaten Kulon Progo	Evaluasi ini menggunakan metode dari Perencanaan Geometrik Jalan Antar kota tahun 1997 dan Bina Marga 1997	ruas jalan Dekso – Samigaluh cukup berbahaya karena perhitungan geometrik tikungan yang tidak memenuhi syarat .

Lanjutan Tabel 2.1 Rekapitulasi perbedaan penelitian terdahulu dan sekarang

Penulis	Judul Penelitian	Lokasi Penelitian	Metode Penelitian	Hasil
Wasta (2014)	Analisis Kelayakan Geometri Jalan Pada Ruas Jalan Ring Road Selatan KM 36,7 – 37,4	Jalan Pada Ruas Jalan Ring Road Selatan km 36,7 – km 37,4	Analisis ini menggunakan metode dari Perencanaan Geometrik Jalan Antar kota tahun 1997 dan Bina Marga 1997	ruas jalan cukup berbahaya karena perhitungan geometrik tikungan yang tidak memenuhi syarat .
Paksi (2014)	Evaluasi Dan Perbaikan Geometri Jalan Pada Ruas Jalan Magelang – Yogyakarta KM 12,9 – KM 13,3	Jalan Magelang – Yogyakarta km 12,9 – km 13,3	Evaluasi ini menggunakan metode dari Perencanaan Geometrik Jalan Antar kota tahun 1997 dan Bina Marga 1997	ruas jalan cukup berbahaya karena perhitungan geometrik tikungan yang tidak memenuhi syarat .
Penulis (2016)	Evaluasi Kelayakan Geometri Pada Ruas Jalan Boyolali-Magelang KM 22,9 – 23,4	Jalan Boyolali-Magelang km 22,9 – km 23,4	Evaluasi ini menggunakan metode dari Perencanaan Geometrik Jalan Antar kota tahun 1997, Bina Marga 1997, dan program <i>AutoCAD Civil 3D</i> 2014	ruas jalan cukup berbahaya karena perhitungan geometrik tikungan yang tidak memenuhi syarat .

Sumber: Nurdin (2013), Wasta (2014), Paksi (2014)

BAB III

LANDASAN TEORI

3.1 GEOMETRI JALAN

Menurut Suraji (2008), geometri jalan dapat diartikan sebuah bangun jalan yang menggambarkan ruang, bentuk atau ukuran jalan yang baik sehingga memberikan pelayanan yang optimal, aman, nyaman, dan efisien. Perencanaan geometrik jalan adalah perencanaan *route* dari satu ruas jalan secara lengkap, meliputi beberapa elemen yang disesuaikan dengan kelengkapan dan data dasar yang ada atau tersedia dari hasil survei lapangan dan telah dianalisis, serta mengacu pada ketentuan berlaku. Elemen geometrik jalan meliputi alinyemen horisontal, alinyemen vertikal, dan potongan melintang jalan yang diatur sesuai ketentuan persyaratan teknis jalan yang tercantum dalam lampiran Peraturan Menteri Pekerjaan Umum No 19 tentang persyaratan teknis jalan dan kriteria perencanaan teknis jalan. Pedoman serta teori perencanaan perhitungan geometri jalan dapat mengacu pada Direktorat Jenderal Bina Marga, Badan Standardisasi Nasional, dan Peraturan Menteri Pekerjaan Umum.

3.2 KLASIFIKASI PERENCANAAN

Volume lalu lintas rencana (VLR), fungsi jalan raya, dan medan jalan, merupakan faktor pada kelas jalan raya untuk penerapan pengendalian dan kriteria perencanaan geometrik. Volume lalu lintas rencana (VLR) mempunyai peranan yang sangat penting yaitu menjadi pedoman dalam penentuan standar lebar daerah manfaat jalan, standar alinyemen, dan standar lainnya. Kelas – kelas standar juga harus mengikuti fungsi jalan. Fungsi jalan dikelompokkan menjadi tiga yaitu arteri, kolektor, dan lokal. Dari pengelompokan ini maka nantinya akan berkaitan dengan perencanaan geometri suatu jalan. Klasifikasi jalan ini merupakan suatu titik awal dan penentuan dalam perencanaan jalan raya. Klasifikasi perencanaan jalan yang didasarkan pada volume kendaraan yang melewati ruas jalan dapat dilihat pada Tabel 3.1.

Tabel 3. 1 Klasifikasi Perencanaan Jalan

Spesifikasi Penyediaan Jalan Prasarana jalan		Jalan Bebas Hambatan			Jalan Raya			Jalan Sedang	Jalan Kecil
									Untuk Kendaraan Beroda 3 atau Lebih
LHRT (SMP/Hari)	Medan Datar	≤ 156.000	≤ 117.000	≤ 78.000	≤ 110.000	≤ 82.000	≤ 61.000	≤ 22.000	≤ 17.000
	Medan Bukit	≤ 153.000	≤ 115.000	≤ 77.000	≤ 106.600	≤ 79.900	≤ 59.800	≤ 21.500	≤ 16.300
	Medan Gunung	≤ 146.000	≤ 110.000	≤ 73.000	≤ 103.400	≤ 77.700	≤ 58.100	≤ 20.800	≤ 15.800
Fungsi Jalan		Arteri (Kelas I, II, III, Khusus)			Arteri (Kelas I, II, III, Khusus)			Jalan Lokal, Lingkungan (kelas III)	
		Kolektor (Kelas I, II, III)			Kolektor (Kelas I, II, III)				
					Lokal(Kelas II, III)				

Sumber :Peraturan Menteri Pekerjaan Umum No 19 (2011)

3.3 SATUAN MOBIL PENUMPANG

Satuan mobil penumpang (SMP) adalah jumlah mobil penumpang yang digantikan tempatnya oleh kendaraan jenis lain dalam kondisi jalan, lalu lintas, dan pengawasan berlaku. Volume lalu lintas harian rencana (VLHR) adalah prakiraan volume lalu lintas harian pada akhir tahun rencana lalu lintas dinyatakan dalam SMP/hari. Persamaan 3.1 digunakan untuk menghitung VLHR seperti berikut ini.

$$VLHR = \frac{\text{Jumlah lalu lintas selama pengamatan}}{\text{lamanya pengamatan}} \quad (3.1)$$

3.4 EKIVALENSI MOBIL PENUMPANG

Menurut Manual Kapasitas Jalan Indonesia (1997), Ekuivalensi Mobil Penumpang(EMP) adalah faktor konversi berbagai jenis kendaraan dibandingkan dengan mobil penumpang atau kendaraan ringan lainnya. Sehubungan dengan dampaknya pada perilaku lalu lintas. EMP untuk klasifikasi perencanaan jalan luar kota terbagi 2 arah dapat dilihat pada Tabel 3.2.

Tabel 3.2 EMP untuk jalan luar kota terbagi 2 arah

Tipe alinyemen	Arus total (kend/jam)	EMP					
		MHV	LB	LT	MC		
					Lebar jalur lalu lintas		
					<6m	6 - 8m	> 8m
Datar	0	1,2	1,2	1,8	0,8	0,6	0,4
	800	1,8	1,8	2,7	1,2	0,9	0,6
	1350	1,5	1,6	2,5	0,9	0,7	0,5
	≥1900	1,3	1,5	2,5	0,6	0,5	0,4
Bukit	0	1,8	1,6	5,2	0,7	0,5	0,3
	650	2,4	2,5	5,0	1,0	0,8	0,5
	1100	2,0	2,0	4,0	0,8	0,6	0,4
	≥1600	1,7	1,7	3,2	0,5	0,4	0,3
Gunung	0	3,5	2,5	6,0	0,6	0,4	0,2
	450	3,0	3,2	5,5	0,9	0,7	0,4
	900	2,5	2,5	5,0	0,7	0,5	0,3
	≥1350	1,9	2,2	4,0	0,5	0,4	0,3

Sumber : Manual Kapasitas Jalan Indonesia (1997)

3.5 KENDARAAN RENCANA

Menurut Bina Marga (1997), kendaraan rencana adalah kendaraan yang dimensi dan radius putarnya digunakan sebagai acuan dalam perencanaan geometrik jalan. Kendaraan rencana dikelompokkan menjadi 8 kategori menurut Bina Marga yaitu sebagai berikut.

Tabel 3.3 Tabel Golongan Kendaraan Rencana

Golongan Kendaraan	Deskripsi Kendaraan
1	Sepeda motor (MC) dengan 2 atau 3 roda (meliputi sepeda motor dan kendaraan roda 3 sesuai sistem klasifikasi Bina Marga)
2	Sedan, jeep, dan station wagon (sesuai sistem klasifikasi Bina Marga)

Lanjutan Tabel 3.3 Tabel Golongan Kendaraan Rencana

Golongan Kendaraan	Deskripsi Kendaraan
3	<p>Oplet, pick-up oplet, combi dan minibus (sesuai sistem klasifikasi Bina Marga)</p> <p>a. Kecuali combi, umumnya sebagai kendaraan penumpang umum, maksimum 12 tempat duduk, seperti : mikrolet, angkot, minibus.</p> <p>b. Pick-up yang diberi penaung, kanvas/pelat dengan route dalam kota atau angkutan pedesaan</p>
4	<p>Pick-up, micro truck dan mobil hantaran atau pick-up box (sesuai sistem klasifikasi Bina Marga)</p> <p>a. Umumnya sebagai kendaraan barang, maksimal beban sumbu belakang 3,5 ton dengan bagian belakang sumbu tunggal roda tunggal (STRT)</p>
5a	<p>Sebagai kendaraan penumpang umum dengan tempat duduk 16 – 26 buah seperti : kopaja, metromini, elf dengan bagian belakang sumbu tunggal roda ganda (STRG), panjang kendaraan maksimal 9 m, dengan sebutan bus $\frac{3}{4}$</p>
5b	<p>Sebagai kendaraan penumpang umum dengan tempat duduk 30 – 56 buah seperti : bus malam, Bus Kota, Bus Antar Kota dengan bagian belakang sumbu tunggal roda ganda (STRG)</p>
6a	<p>Truck 2 sumbu 4 roda</p> <p>Kendaraan barang dengan muatan sumbu terberat 5 ton (MST-5, STRT) pada sumbu belakang dengan as depan 2 roda dan as belakang 2 roda</p>

Lanjutan Tabel 3.3 Tabel Golongan Kendaraan Rencana

Golongan Kendaraan	Deskripsi Kendaraan
6b	Truck 2 sumbu 6 roda Kendaraan barang dengan muatan sumbu terberat 8 – 10 ton (MST 8 – 10, STRG) pada sumbu belakang dengan as depan 2 roda dan as belakang 4 roda
7a	Truck 3 sumbu Kendaraan barang dengan 3 sumbu yang tata letaknya STRT (Sumbu Tunggal Roda Tunggal) dan SGRG (Sumbu Ganda Roda Ganda)
7b	Truck gandengan Kendaraan nomor 6 atau 7 yang diberi gandengan bak truck dan dihubungkan dengan batang besi segitiga disebut juga Full Trailler Truck
7c	Truck semi trailer Atau disebut truck tempelan, adalah kendaraan yang terdiri dari kepala truck dengan 2-3 sumbu yang dihubungkan secara sendi dengan pelat dan rangka bak yang beroda belakang, yang mempunyai 2 atau 3 sumbu pula
8	Kendaraan bertenaga manusia atau hewan di atas roda (meliput sepeda, becak, kereta kuda dan kereta dorong sesuai sistem klasifikasi Bina Marga). Catatan: dalam hal ini kendaraan bermotor tidak dianggap sebagai unsur lalu-lintas, tetapi sebagai unsur hambatan samping.

Sumber : Manual Kapasitas Jalan Indonesia (1997)

3.6 KECEPATAN RENCANA

Kecepatan rencana (V_r) adalah kecepatan yang dipilih sebagai dasar perencanaan geometrik jalan yang memungkinkan kendaraan-kendaraan bergerak dengan aman dan nyaman dalam kondisi cuaca yang cerah, lalu lintas yang lengang, dan pengaruh samping jalan yang tidak berarti. Untuk kondisi medan yang sulit, V_r suatu segmen jalan dapat diturunkan dengan syarat bahwa penurunan tersebut tidak lebih dari 20 km/jam. V_r untuk masing masing fungsi jalan dapat ditetapkan dari Tabel 3.4.

Tabel 3.4 Kecepatan Rencana

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

Sumber : Direktorat Jenderal Bina Marga (1997)

3.7 KECEPATAN DI LAPANGAN

Kecepatan lapangan adalah kecepatan kendaraan sebenarnya di lapangan. Kecepatan lapangan didapat dengan menggunakan berbagai metode salah satunya adalah *MCO (Moving Car Observation)* yaitu metode pengukuran yang mengikut sertakan pengamat dalam kendaraan yang bergerak mengikuti arus lalu lintas. Untuk menghitung kecepatan di lapangan dapat dihitung pada Persamaan 3.2

$$SMS = \frac{X}{\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n t^i} \quad (3.2)$$

dengan :

SMS = *Space Mean Speed*/kecepatan rata-rata

X = jarak yang ditempuh

N = jumlah sampel kendaraan

t_1 = $\frac{\text{waktu tempuh rata-rata}}{\text{sampel kendaraan}}$

3.8 MEDIAN

Median merupakan ruang yang disediakan pada bagian tengah daerah manfaat jalan untuk membagi jalur lalu lintas mengikuti arahnya dan menjamin ruang bebas samping pada jalur. Jalan raya yang memiliki 4 lajur atau lebih harus memiliki median, adapun median mempunyai fungsi yaitu untuk memisahkan dua jurusan arus lalu lintas demi keamanan dan kenyamanan pengemudi dengan demikian guna membatasi belokan supaya arus lalu lintas lancar. Lebar minimum median dapat dilihat pada Tabel 3.4.

Tabel 3.4 Lebar Minimum Median

Bentuk median	Lebar minimum (m)
Median ditinggikan	2,0
Median direndahkan	7,0

Sumber : Direktorat Jenderal Bina Marga (1997)

3.9 BAHU JALAN

Bahu jalan adalah bagian tepi jalan yang dipergunakan sebagai tempat untuk kendaraan yang mengalami kerusakan berhenti atau digunakan oleh kendaraan darurat seperti ambulans, pemadam kebakaran dan polisi. Jalan lalu lintas hendaknya dilengkapi dengan bahu jalan, bila jalur lintas telah dilengkapi dengan median, jalur pemisah atau jalur parkir maka bahu jalan tidak diperlukan lagi. Berdasarkan nilai klasifikasi jalan memiliki lebar minimum bahu jalan yang dapat dilihat pada Tabel 3.5.

Tabel 3.5 Lebar Bahu Jalan

VLHR (smp/hari)	Bahu Jalan	Arteri	Kolektor	Lokal
<3.000	Lebar Minimum (m)	1,0	1,0	1,0
	Lebar Ideal (m)	1,5	1,5	1,0
3.000-10.000	Lebar Minimum (m)	1,5	1,5	1,0
	Lebar Ideal (m)	2,0	1,5	1,5
10.000-25.000	Lebar Minimum (m)	2,0	**)	-
	Lebar Ideal (m)	2,0	2,0	-
>25.000	Lebar Minimum (m)	2,0	**)	-
	Lebar Ideal (m)	2,5	2,0	-

Sumber : Direktorat Jenderal Bina Marga (1997)

Keterangan: **) = Mengacu pada persyaratan ideal
 - = Tidak ditentukan

3.10 LEBAR LAJUR

Lebar lajur merupakan jalan yang dilewati lalulintas, tetapi tidak termasuk bahu jalan. Lajur menjadi salah satu pertimbangan keselamatan kecelakaan dengan adanya pelebaran lajur akan mengurangi tingkat kecelakaan antara 2 – 15% per meter pelebaran (nilai yang besar mengacu pada jalan kecil / sempit), lajur pendakian pada kelandaian yang curam mengurangi tingkat kecelakaan 25 – 30%, lajur menyalip (lajur tambahan untuk menyalip pada daerah datar) mengurangi tingkat kecelakaan 15 – 20 %. Untuk lebar lajur berbagai klasifikasi perencanaan sebaiknya sesuai dengan Tabel 3.6.

Tabel 3.6 Lebar Lajur

Bentuk median	Lebar ideal (m)
Arteri	3,0 - 3,75
Kolektor	3,00
Lokal	3,00

Sumber : Direktorat Jenderal Bina Marga (1997)

3.11 ALINYEMEN HORIZONTAL

Menurut Bina Marga 1997, alinyemen horisontal adalah proyeksi sumbu jalan pada bidang horisontal. Alinyemen horisontal dikenal juga dengan nama situasi jalan atau trase jalan. Alinyemen horisontal terdiri dari garis lurus yang dihubungkan dengan garis lengkung. Garis lengkung tersebut dapat terdiri dari busur lingkaran ditambah busur peralihan, busur peralihan saja ataupun busur lingkaran saja. Tampak atas yang menggambarkan jalan secara horisontal yang merupakan garis proyeksi sumbu jalan yang tegak lurus pada bidang peta, jalan yang dimaksud adalah gabungan bentuk jalan lurus dan lengkung (belokan) sesuai dengan arah mata angin. Pada bagian lurus secara geometrik tidak ada masalah, sedangkan yang perlu mendapat perhatian adalah pada bagian lengkung, karena stabilitas gerakan kendaraan di daerah lengkung mengalami gangguan seperti adanya gaya sentrifugal akibat gerakan membelok. Pada daerah lengkung, yang perlu mendapat perhatian adalah kecepatan rencana, jari – jari lengkung, jenis dan panjang kurva, super elevasi dan pelebaran jalur. Dalam perencanaan alinyemen horisontal akan ditemui dua jenis bagian jalan yaitu bagian jalan yang lurus dan bagian jalan yang lengkung atau umumnya disebut tikungan yang terdiri dari tiga jenis tikungan. Tiga jenis tikungan menurut Bina Marga 1997 tersebut adalah sebagai berikut.

1. Lingkaran penuh / *full circle (FC)*
2. Spiral lingkaran spiral / *spiral circle spiral (SCS)*
3. Spiral spiral / *spiral spiral (SS)*

3.11.1 Bentuk – Bentuk Tikungan

Bentuk bagian lengkung terdiri dari tiga bentuk tikungan yaitu sebagai berikut.

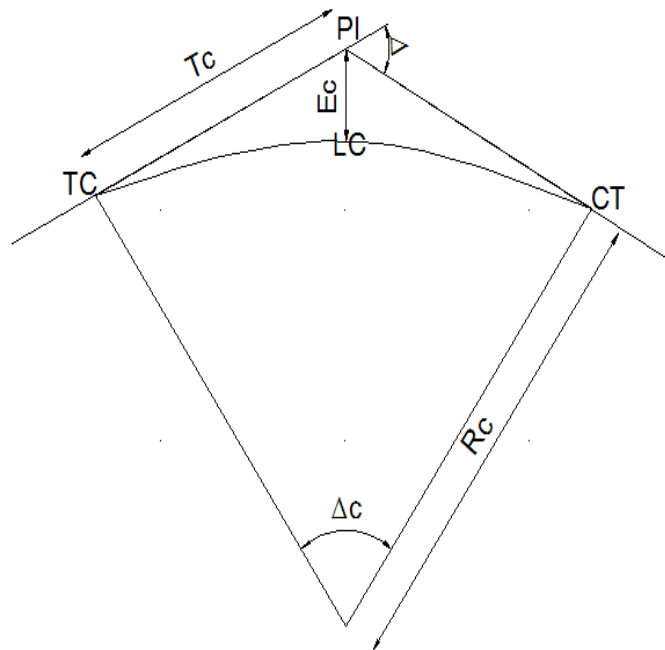
1. *Full Circle (FC)* adalah jenis tikungan yang hanya terdiri dari bagian suatu lingkaran saja, tikungan ini merupakan tikungan berbentuk busur lingkaran secara penuh. Tikungan FC hanya digunakan untuk jari – jari tikungan yang besar agar tidak terjadi patahan. Syarat menggunakan jenis tikungan ini dengan menggunakan Tabel 3.7

Tabel 3.7 Jari-jari yang diizinkan Tanpa Lengkung Peralihan

Kecepatan rencana(km/jam)	60	80	100	120
R minimum (m)	700	1250	2000	5000

Sumber : Direktorat Jenderal Bina Marga (1997).

Karena dengan jari – jari yang kecil maka diperlukan superelevasi yang besar. Tikungan *Full Circle* dinyatakan pada Gambar 3.1.

Gambar 3.1 Tikungan *Full Circle* (FC)

(Sumber : Hendarsin, 2000)

dengan :

PI = *Point of Intersection* (titik potongan *Tangen*)

TC = Titik dari *Tangen* ke *Circle*

CT = Titik dari *Circle* ke *Tangen*

Ec = Jarak luar dari *PI* ke busur lingkaran (m)

Tc = Panjang *Tangen* jarak dari *TC* ke *PI* atau *PI* ke *CT* (m)

R_c = Jari – jari lingkaran (m)

L_c = Panjang busur lingkaran, dari titik TC ke titik CT (m)

Δ_c = Sudut lingkaran

Δ = sudut tikungan alinyemen horizonntal

Untuk parameter lengkung *Full Circle* bisa dilihat pada Persamaan 3.3, Persamaan 3.4, dan Persamaan 3.5.

$$T_c = R_c \tan \frac{1}{2} \Delta \quad (3.3)$$

$$E_c = T_c \tan \frac{1}{4} \Delta \quad (3.4)$$

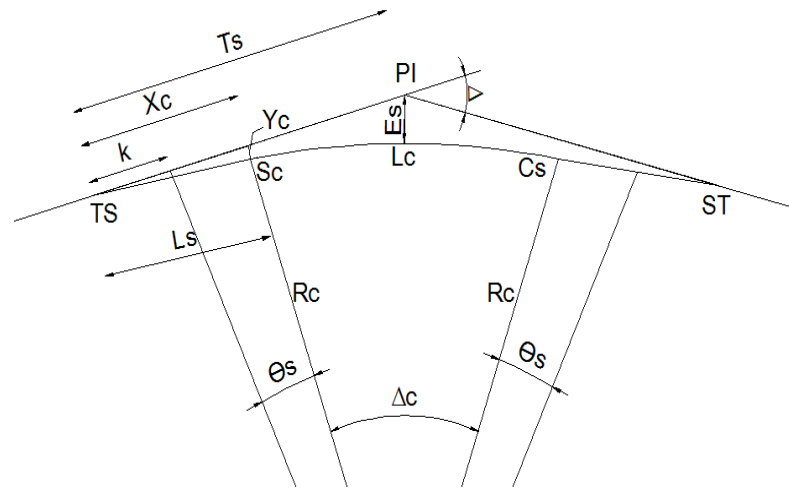
$$L_c = \frac{\Delta \cdot 2\pi \cdot R_c}{360} \quad (3.5)$$

2. *Spiral Circle Spiral (SCS)* merupakan tikungan yang digunakan pada saat tikungan peralihan, lengkung *Spiral Circle Spiral* adalah tikungan yang terdiri atas 1 lengkung *Circle* dan 2 lengkung *Spiral*. Lengkung ini disisipkan di antar bagian lurus jalan dan bagian lengkung jalan serta berfungsi untuk mengantisipasi perubahan alinyemen jalan dari bentuk lurus sampai bagian lengkung jalan berjari – jari tetap, lengkung pada tikungan ini merupakan jenis lengkung yang mempunyai jari-jari serta sudut tangen Δ sedang, perubahan dari *Tangen* ke lengkung *Spiral* dihubungkan oleh lengkung peralihan (L_s). Syarat untuk menggunakan jenis tikungan ini adalah sebagai berikut.

a. Kondisi tikungan *Full Circle* tidak terpenuhi

b. $L_c > 20$ meter

Tikungan *SCS* ini bentuk dan komponen tikungan *Spiral Circle Spiral* dapat dilihat pada Gambar 3.2.



Gambar 3.2 Tikungan *Spiral-Circle-Spiral* (SCS)

(Sumber : Hendarsin, 2000)

dengan :

PI	=	<i>Point of Intersection</i> (titik potongang <i>Tangen</i>)
θ_s	=	Sudut dalam lengkung <i>Spiral</i>
Δ_c	=	Sudut dalam lengkung lingkaran
Δ	=	Sudut tikungan
L_s	=	Panjang lengkung <i>Spiral</i> , panjang titik <i>TS</i> ke titik <i>SC</i> atau titik <i>CS</i> ke <i>ST</i> (m)
L_c	=	Panjang busur lingkaran, panjang titik <i>SC</i> ke titik <i>CS</i> (m)
R_c	=	Jari-jari lingkaran (m)
X_c	=	Absis titik <i>SC</i> pada garis <i>Tangen</i> , jarak dari titik <i>TS</i> ke <i>SC</i> (jarak lurus lengkung peralihan) (m)
Y_c	=	Ordinat titik <i>SC</i> pada garis tegak lurus garis <i>Tangen</i> , jarak tegak lurus garis <i>Tangen</i> ke titik <i>SC</i> pada lengkung (m)
T_S	=	Panjang <i>Tangen</i> jarak dari <i>TS</i> ke <i>PI</i> atau <i>PI</i> ke <i>ST</i> (m)
K	=	Absis dari p pada garis <i>Tangen</i> terhadap <i>spiral</i> (m)
E_s	=	Jarak luar dari <i>PI</i> ke busur lingkaran (m)
PI	=	Titik potongang antara 2 garis lintasan lurus (m)
T_S	=	Titik dari <i>Tangen</i> ke <i>Spiral</i>
ST	=	Titik dari <i>Spiral</i> ke <i>Tangen</i>

SC = Titik dari *Spiral* ke *Circle*

CS = Titik dari *Circle* ke *Spiral*

Pada Persamaan 3.6 sampai Persamaan 3.15 bawah ini bisa dilihat rumus – rumus yang perlukan untuk perhitungan tikungan *SCS* :

$$\Theta_s = \frac{90.L_s}{\pi.R_c} \quad (3.6)$$

$$\Delta_c = \Delta - 2 \cdot \Theta_s \quad (3.7)$$

$$L_c = \frac{\Delta_c}{360} \cdot 2\pi.R_c \quad (3.8)$$

$$L_{tot} = L_c + 2.L_s \quad (3.9)$$

$$X_c = L_s \cdot \left(1 - \frac{L_s \times L_s}{40.rc.rc} \right) \quad (3.10)$$

$$Y_c = \frac{L_s}{6.R_c} \quad (3.11)$$

$$P = Y_c - R_c (1 - \cos \Theta_s) \quad (3.12)$$

$$K = X_c - R_c \sin \Theta_s$$

(3.13)

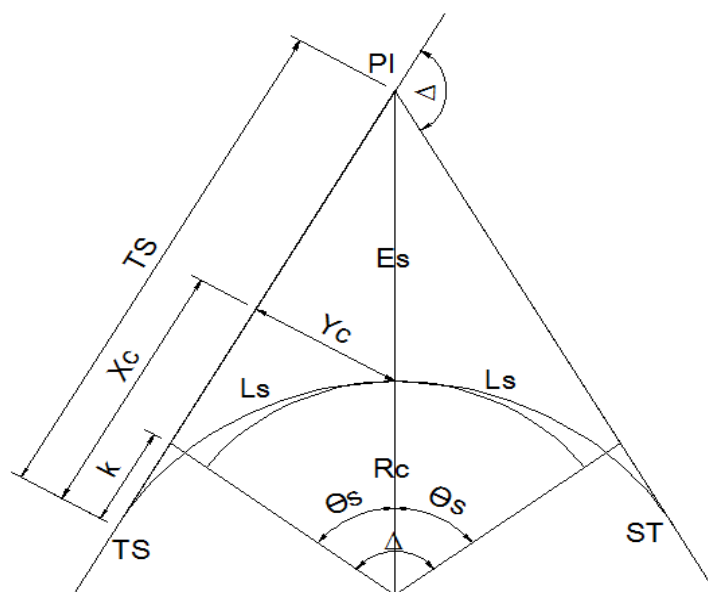
$$TS = (R_c + p) \tan \frac{\Delta}{2} + K \quad (3.14)$$

$$Es = \frac{R_c + p}{\cos \frac{\Delta}{2}} - R_c \quad (3.15)$$

3. *Spiral Spiral (SS)* adalah tikungan yang terdiri atas dua lengkung spiral, jenis lengkung pada tikungan *Spiral Spiral* mempunyai sudut tangen Δ yang sangat besar. Pada lengkung ini tidak dijumpai adanya busur lingkaran sehingga titik SC berhimpit dengan titik CS. Syarat menggunakan jenis tikungan ini adalah sebagai berikut.

- a. Kondisi tikungan *SCS* tidak memenuhi
- b. Nilai Pergeseran (S) = 0,5

Berikut bentuk lengkung *Spiral Spiral* serta penjelasannya dapat dilihat pada Gambar 3.3.



Gambar 3.3 Tikungan *Spiral – Spiral (SS)*

(Sumber : Hendarsin, 2000)

dengan :

- PI = *Point of Intersection* (titik potong *Tangen*)
 Θ_s = Sudut dalam lengkung *Spiral*
 Δ_c = Sudut dalam lengkung lingkaran
 Δ = Sudut tikungan
 L_s = Panjang lengkung *Spiral*, panjang titik *TS* ke titik *SC* atau titik *CS* ke *ST* (m)
 R_c = Jari-jari lingkaran (m)
 x_c = Absis titik *SC* pada garis *Tangen*, jarak dari titik *TS* ke *SC* (jarak lurus lengkung peralihan) (m)
 y_c = Ordinat titik *SC* pada garis tegak lurus garis *Tangen*, jarak tegak lurus garis *Tangen* ke titik *SC* pada lengkung (m)
 TS = Panjang *Tangen* jarak dari *TS* ke *PI* atau *PI* ke *ST* (m)
 k = Absis dari p pada garis *Tangen* terhadap *spiral* (m)
 E_s = Jarak luar dari *PI* ke busur lingkaran (m)
 TS = Titik dari *Tangen* ke *Spiral*
 ST = Titik dari *Spiral* ke *Tangen*

Parameter lengkung *Spiral - Spiral* dapat dilihat pada Persamaan 3.16 sampai Persamaan 3.20 di bawah ini.

$$\Theta_s = \frac{1}{2} \Delta \quad (3.16)$$

$$P = \frac{L_s}{6.Rc} - Rc (1 - \text{Cos } \Theta_s) \quad (3.17)$$

$$K = L_s \cdot \left(1 - \frac{L_s \times L_s}{40.rc.rc} \right) - Rc \text{ Sin } \Theta_s \quad (3.18)$$

$$TS = (Rc + p) \tan \frac{\Delta}{2} + K \quad (3.19)$$

$$Es = \frac{Rc+p}{\text{Cos } \frac{\Delta}{2}} - Rc \quad (3.20)$$

3.11.2 Panjang Bagian Lurus

Faktor keselamatan pemakai jalan merupakan salah satu faktor yang harus diperhatikan dalam perencanaan geometri jalan. dengan mempertimbangkan faktor keselamatan pemakai jalan, ditinjau dari segi kelelahan pengemudi, maka panjang maksimum bagian jalan yang lurus harus ditempuh dalam waktu tidak lebih dari 2,5 menit (sesuai VR). Panjang bagian lurus dapat ditetapkan dari Tabel 3.8.

Tabel 3.8 Panjang Bagian Lurus Maksimum

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

Sumber : Direktorat Jenderal Bina Marga (1997)

3.11.3 Jari-Jari Tikungan

Dalam perencanaan yang aman perlu ada perhitungan jari-jari minimum dengan kecepatan tertentu untuk menghindari terjadinya kecelakaan, sehingga pengendara dapat menggunakan jalan dengan aman dan nyaman. Untuk perhitungan jari - jari tikungan minimum (R_{min}) ditetapkan pada Persamaan 3.21 sebagai berikut.

$$R_{min} = \frac{V_R^2}{127 (e_{max} + f)} \quad (3.21)$$

dengan :

- R_{min} = Jari jari tikungan minimum (m),
- V_R = Kecepatan rencana (km/j),
- e_{max} = Superelevasi maximum (%),
- F = Koefisien gesek, untuk perkerasan aspal $f=0,14-0,24$

Untuk Tabel 3.9 dapat digunakan untuk menetapkan R_{min} .

Tabel 3.9 Panjang Jari-jari Minimum

V_r (Km/jam)	120	100	80	60	50	40	30	20
R_{min} (m)	600	370	210	110	80	50	30	15

Sumber : Direktorat Jenderal Bina Marga (1997)

3.11.4 Superelevasi

Superelevasi adalah kemiringan melintang di tikungan yang berfungsi mengimbangi gaya sentrifugal yang diterima kendaraan pada saat berjalan melalui tikungan pada kecepatan (V_r). Superelevasi berlaku pada jalur lalulintas dan bahu jalan, pada setiap tikungan superelevasi sangat penting untuk dibuat kecuali tikungan yang memiliki *radius* yang lebih besar dari R_{min} tanpa superelevasi. Hubungan parameter perencanaan lengkung horisontal dengan kecepatan rencana ditunjukkan pada nilai superelevasi.

Tabel 3.10 menyatakan jari – jari tikungan yang tidak memerlukan lengkung

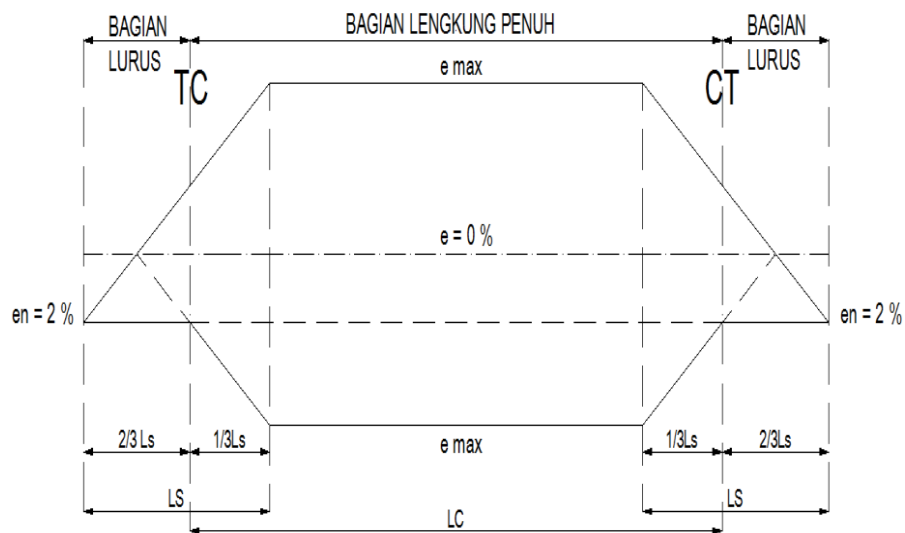
peralihan.

Tabel 3.10 Jari – Jari Tikungan yang Tidak Memerlukan Lengkung Peralihan

Vr (Km/jam)	80	60	50	40	30	20
Rc min	3500	2000	1300	800	500	200

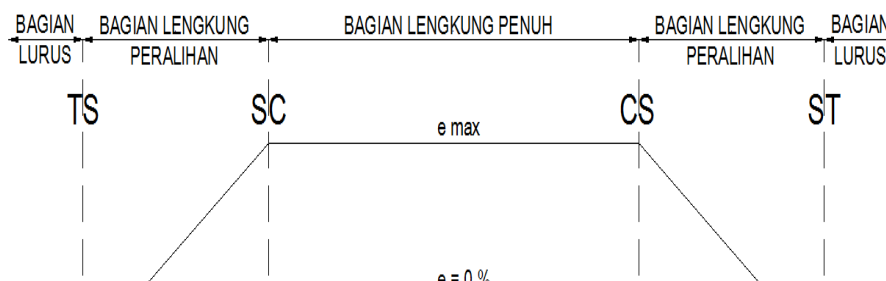
Sumber : Direktorat Jenderal Bina Marga (1990)

Berikut adalah metode pencapaian superelevasi pada tikungan pada tikungan *FC*, *SCS*, dan *SS*. Gambar superelevasi *FC*, *SCS*, dan *SS* dapat dilihat pada Gambar 3.4, Gambar 3.5, dan Gambar 3.6.



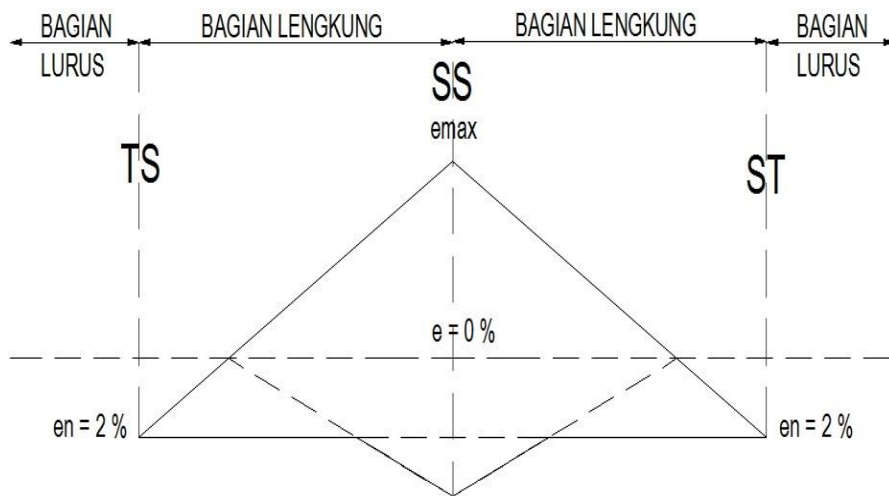
Gambar 3.4 Superelevasi Tikungan *Full Circle (FC)*

(Sumber : Hendarsin, 2000)



Gambar 3.5 Superelevasi Tikungan *Spiral Circle Spiral (SCS)*

(Sumber : Hendarsin, 2000)



Gambar 3.6 Superelevasi Tikungan *Spiral – Spiral (SS)*

(Sumber : Hendarsin, 2000)

3.12 JARAK PANDANG

Berdasarkan Bina Marga 1997, jarak pandang adalah suatu jarak yang diperlukan oleh seorang pengemudi pada saat mengemudi sedemikian sehingga jika pengemudi melihat suatu halangan yang membahayakan pengemudi dapat melakukan sesuatu untuk menghindari bahaya tersebut dengan aman. Jarak pandang dapat dibedakan menjadi dua, yaitu Jarak Pandang Henti (JPH) dan Jarak Pandang Mendahului (JPM).

3.12.1 Jarak Pandang Henti

Berdasarkan Bina Marga 1997, jarak pandang henti adalah jarak minimum yang diperlukan oleh setiap pengemudi untuk menghentikan kendaraannya dengan aman begitu melihat adanya halangan di depan. Setiap titik di sepanjang jalan harus memenuhi Jarak pandang henti. Jarak pandang henti (JPH) diukur berdasarkan asumsi bahwa tinggi mata pengemudi adalah 105 cm dan tinggi halangan 15 cm diukur dari permukaan jalan. Jarak pandang henti terdiri atas 2 elemen jarak, yaitu :

1. jarak tanggap (Jht) adalah jarak yang ditempuh oleh kendaraan sejak pengemudi melihat suatu halangan yang menyebabkan kendaraan harus berhenti sampai saat pengemudi menginjak rem.
2. jarak pengereman (Jhr) adalah jarak yang dibutuhkan untuk menghentikan kendaraan sejak pengemudi menginjak rem sampai kendaraan berhenti.

Untuk menghitung Jarak pandang henti dapat menggunakan Persamaan 3.21.

$$\begin{aligned} \text{JPH} &= \text{Jht} + \text{Jhr} \\ &= \left(\frac{v}{3,6}\right) * t + \left(\frac{(v/3,6)^2}{2gf}\right) \end{aligned} \quad (3.21)$$

dengan :

Jht = Jarak tanggap yang ditempuh oleh kendaraan sejak pengemudi melihat suatu halangan sampai saat pengemudi melihat suatu halangan sampai saat pengemudi menginjak rem.

Jhr = Jarak pengereman yang diperlukan untuk menghentikan kendaraan sejak pengemudi menginjak rem sampai kendaraan berhenti.

- V = Kecepatan rencana (km/jam)
 t = Waktu tanggap, ditetapkan Bina Marga 2,5 detik
 g = Percepatan gravitasi, 9,8 m/dt²
 f = koefisien gesek memanjang antara ban dengan perkerasaan aspal, (0,30 – 0,40)

Berikut Tabel 3.11 yang dapat digunakan untuk mengetahui jarak pandang henti minimum.

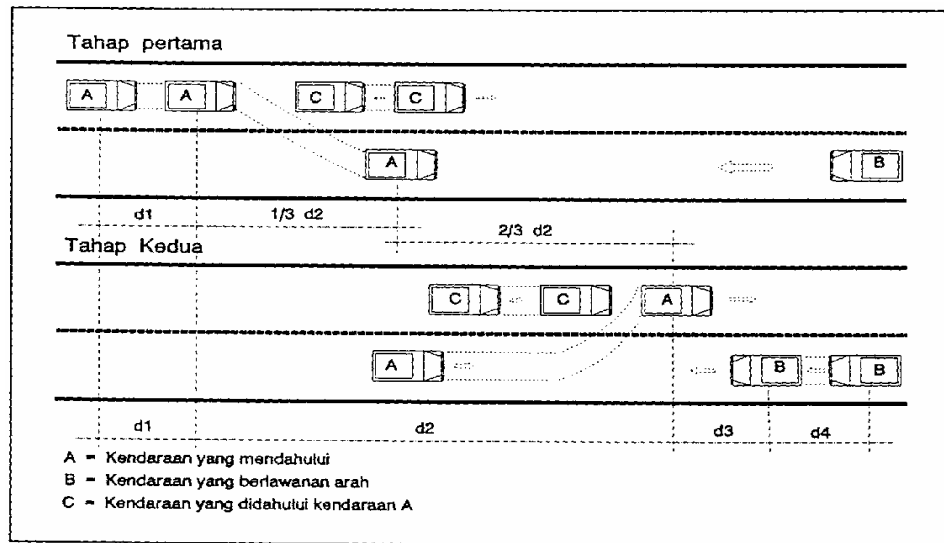
Tabel 3.11 Jarak Pandang Henti Minimum

Vr (Km/jam)	120	100	80	60	50	40	30	20
JPH Minimum (m)	250	175	120	75	55	40	27	16

Sumber : Direktorat Jenderal Bina Marga (1997)

3.12.2 Jarak Pandang Mendahului

Jarak pandang mendahului adalah jarak yang memungkinkan suatu kendaraan mendahului kendaraan lain di depannya dengan aman sampai kendaraan tersebut kembali ke lajur semula (lihat Gambar 3.7). Jarak pandang mendahului diukur berdasarkan asumsi bahwa tinggi mata pengemudi adalah 105 cm dan tinggi halangan adalah 105 cm. Untuk menghitung Jarak Pandang Henti (JPM) dapat menggunakan Persamaan 3.22.



Gambar 3.7 Jarak Pandang Mendahului
 (Sumber : Direktorat Jenderal Bina Marga, 1997)

$$\text{JPM Total} = d_1 + d_2 + d_3 + d_4 \quad (3.22)$$

dengan :

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

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

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

d_4 = jarak yang ditempuh oleh kendaraan yang datang dari arah berlawanan, yang besarnya diambil sama dengan $2/3 d_2$ (m).

Berikut Tabel 3.12 yang dapat digunakan untuk mengetahui jarak pandang mendahului.

Tabel 3.12 Jarak Pandang Mendahului

Vr (Km/jam)	120	100	80	60	50	40	30	20
JPM (m)	800	670	550	350	250	200	150	100

Sumber : Direktorat Jenderal Bina Marga (1997)

3.13 DAERAH BEBAS SAMPING

Badan Standardisasi Nasional (2004), menyatakan daerah bebas samping dimaksudkan untuk memberikan kemudahan pandangan di tikungan dengan membebaskan obyek-obyek penghalang sejauh E (m), yang diukur dari garis tengah lajur dalam sampai obyek penghalang pandangan, sehingga persyaratan jarak pandang henti terpenuhi. Adapun rumus untuk menentukan daerah bebas samping dengan menggunakan Persamaan 3.23 dan Persamaan 3.24.

$$JPH < Lt$$

$$E = R * \{1 - \cos 90^\circ \cdot JPH \pi \cdot R\} \quad (3.23)$$

$$JPH > Lt$$

$$E = \{R * (1 - \cos 90^\circ \cdot JPH \pi \cdot R)\} + 12(JPH - Lt) \sin(90^\circ \cdot JPH \pi \cdot R) \quad (3.24)$$

3.14 ALINYEMEN VERTIKAL

Alinyemen vertikal adalah perencanaan elevasi sumbu jalan pada setiap titik yang ditinjau, berupa profil memanjang. Alinyemen vertikal terdiri atas bagian landai vertikal dan bagian lengkung vertikal. Ditinjau dari titik awal perencanaan, bagian landai vertikal dapat berupa landai positif (tanjakan), atau landai negatif (turunan), atau landai nol (datar). Kondisi tersebut dipengaruhi oleh keadaan topografi yang dilalui rute jalan rencana.

Kondisi topografi tidak saja terpengaruh pada perencanaan alinyemen horisontal, tetapi juga mempengaruhi perencanaan alinyemen vertikal. Bagian lengkung vertikal dapat berupa lengkung cekung atau lengkung cembung.

3.15 KELANDAIAAN MAKSIMUM

Kelandaian maksimum dimaksudkan untuk memungkinkan kendaraan bergerak terus tanpa kehilangan kecepatan yang berarti. Kelandaian maksimum didasarkan pada kecepatan truk yang bermuatan penuh yang mampu bergerak dengan penurunan kecepatan tidak lebih dari separuh kecepatan semula tanpa harus menggunakan gigi rendah. Kelandaian maksimum untuk berbagai V_R ditetapkan

dapat dilihat dalam Tabel 3.13.

Tabel 3.13 Kelandaian maksimum yang diizinkan

V_R (Km/jam)	120	110	100	80	60	50	40	<40
Kelandaian Maksimal (%)	3	3	4	5	8	9	10	10

Sumber : Direktorat Jendral Bina Marga (1997)

Persamaan 3.25 merupakan perhitungan yang digunakan untuk mencari kelandaian jalan.

$$g_n = \frac{PPV_n - PPV_{(n-10)}}{Sta\ PPV_n - Sta\ PPV_{(n-1)}} \quad (3.25)$$

dengan :

g_n =Kelandaian tangen

PPV =Titik pertemuan kedua garis tangen

3.16 PANJANG KRITIS

Panjang kritis yaitu panjang landai maksimum yang harus disediakan agar kendaraan dapat mempertahankan kecepatannya sedemikian sehingga penurunan kecepatan tidak lebih dari separuh V_R . Lama perjalanan tersebut ditetapkan tidak lebih dari satu menit. Panjang kritis dapat ditetapkan dari Tabel 3.14.

Tabel 3.14 Panjang kritis (m)

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

Sumber : Direktorat Jendral Bina Marga (1997)

3.17 LENGKUNG VERTIKAL

Lengkung vertikal direncanakan untuk merubah secara bertahap perubahan dari dua macam kelandaian arah memanjang jalan pada setiap lokasi yang diperlukan. Hal ini dimaksudkan untuk mengurangi guncangan akibat perubahan kelandaian dan menyediakan jarak pandang henti yang cukup, untuk keamanan dan kenyamanan. Lengkung vertikal terdiri lengkung cembung dan lengkung cekung.

1. Lengkung Cembung

Jika jarak pandang henti lebih kecil dari panjang lengkung vertikal cembung, panjangnya ditetapkan dengan Persamaan 3.26.

$$L = \frac{A S^2}{405} \quad (3.26)$$

2. Lengkung Cekung

Jika jarak pandang henti lebih besar dari panjang lengkung vertikal cekung, panjangnya di tetapkan dengan Persamaan 3.27.

$$L = 2S \frac{405}{A} \quad (3.27)$$

Panjang minimum lengkung vertikal ditentukan dengan Persamaan 3.28. dan 3.29.

$$L = A Y \quad (3.28)$$

$$L = \frac{S^2}{405} \quad (3.29)$$

dengan :

L = panjang lengkung (m)

A = perbedaan grade (m)

Jh = jarak pandang henti (m)

Y = faktor penampilan kenyamanan

Tabel 3.15 Penentuan Faktor Penampilan Kenyamanan, Y

Kecepatan Rencana (Km/jam)	Faktor Penampilan Kenyamanan, Y
----------------------------	---------------------------------

<40	1,5
40 – 60	3
>60	8

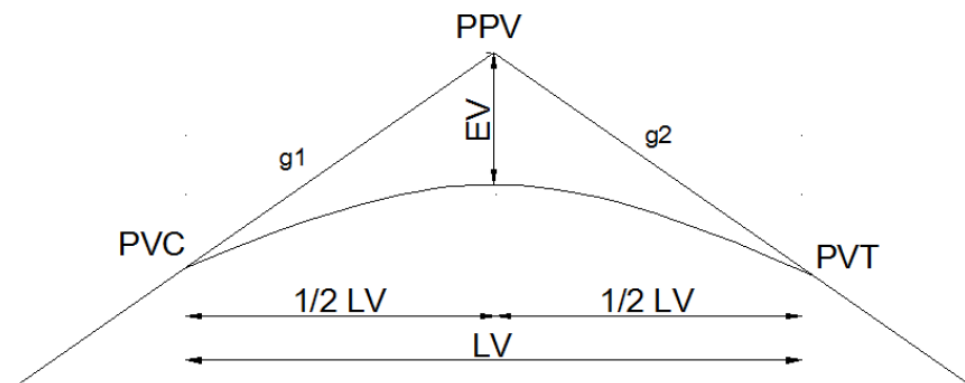
Sumber : Direktorat Jendral Bina Marga (1997)

Panjang lengkung vertikal bisa ditentukan langsung sesuai Tabel 3.16 Panjang minimum lengkung vertikal yang didasarkan pada gambar, kenyamanan, dan jarak pandang. Untuk jelasnya lihat Gambar 3.8 dan 3.9.

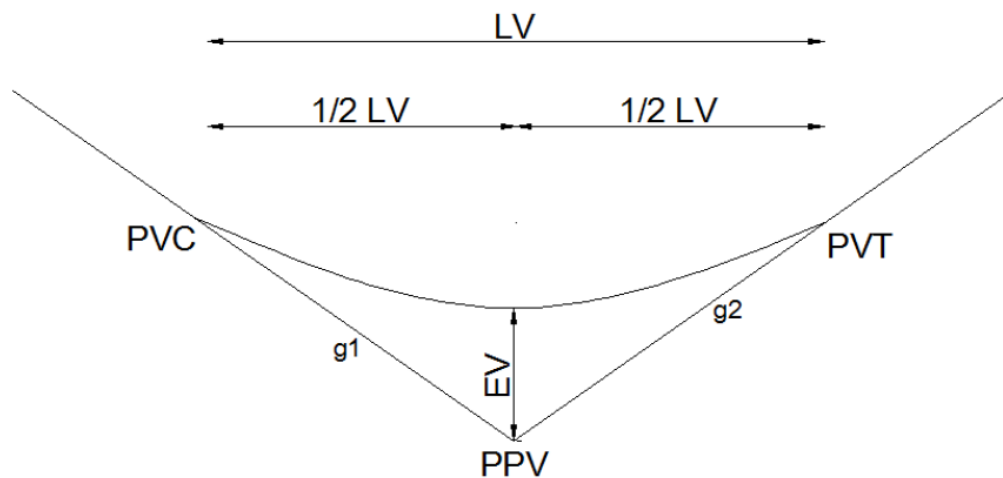
Tabel 3.16 Panjang Minimum Lengkung Vertikal

Kecepatan Rencana (Km/jam)	Perbedaan Kelandaian Memanjang (%)	Panjang Lengkung (m)
<40	1	20 - 30
40 - 60	0,6	40 – 80
>60	0,4	80 – 150

Sumber : Direktorat Jendral Bina Marga (1997)



Gambar 3.8 Lengkung Vertikal Cembung
(Sumber : Direktorat Jendral Bina Marga, 1997)



Gambar 3.9 Lengkung Vertikal Cekung
(Sumber : Direktorat Jendral Bina Marga, 1997)

3.18 AUTOCAD CIVIL 3D

AutoCAD Civil 3D merupakan program baru yang menggunakan teknologi perangkat lunak untuk memberikan suatu solusi yang benar-benar inovatif, menjadikan proses perancangan *civil engineering* khususnya geometrik jalan lebih mudah dan lebih cepat. Sehingga memberikan kelonggaran waktu yang lebih untuk mencari solusi proyek yang terbaik. AutoCAD Civil 3D dibangun diatas program, sehingga secara bersamaan semua fungsi – fungsi AutoCAD dapat dijalankan.

Dalam suatu perencanaan yang akan saat ini dilakukan menggunakan AutoCAD Civil 3D 2014. Versi ini memiliki keunggulan fitur dalam suatu analisis perencanaan. Keunggulan yang dimiliki AutoCAD Civil 3D dibandingkan program bantu perencanaan lainnya yaitu memiliki konsep *3D Dynamic Modelling*. Konsep ini merupakan suatu solusi atas permasalahan yang sering terjadi dalam proses desain perencanaan. Adapun masalah yang sering dijumpai dalam proses desain, diantaranya sebagai berikut.

1. Waktu yang singkat dan terbatas dalam proses desain seringkali menjadikan *designer* jalan tidak dapat mencoba berbagai alternatif desain sehingga desain menjadi optimal.
2. Setiap adanya revisi/perbaikan desain seringkali membutuhkan upaya yang

besar, sehingga menghabiskan waktu dan biaya yang tidak kecil.

Adanya permasalahan yang sering terjadi dalam desain, maka konsep *3D Dynamic Modelling* yang ada dalam *AutoCAD Civil 3D* dapat memungkinkan proses desain menjadi cepat dan lebih optimal. Selain itu revisi/perbaikan desain yang dilakukan menjadi lebih cepat dan mudah, sehingga akan menghemat biaya dan waktu dalam proses desain yang akan dilakukan.

BAB IV METODE PENELITIAN

4.1 TAHAPAN PENELITIAN

Penelitian ini dilakukan terbagi dengan beberapa tahapan, yaitu sebagai berikut.

1. Pencarian referensi

Pencarian referensi bertujuan untuk memperoleh informasi berupa data, dasar teori, metode analisis yang didapat dari literatur-literatur, hasil penelitian, hingga media lainnya. Referensi dari penelitian ini diambil dari makalah, jurnal, tugas akhir, dan buku yang berkaitan dengan kecelakaan dan perencanaan geometri dengan metode bina marga 1997.

2. Identifikasi Masalah

Masalah yang akan diteliti adalah evaluasi terhadap kondisi geometrik di jalan Boyolali-Magelang.

3. Pengambilan data

Data dalam penelitian ini berupa data primer dan data sekunder.

4. Pengolahan data

Untuk mendapatkan data yang diperlukan dalam penelitian ini, pengambilan data dilakukan dengan dua macam cara sebagai berikut ini.

a. Data primer diperoleh dengan pengukuran langsung dilapangan untuk data yang berkaitan dengan fisik jalan seperti lebar lajur, lebar bahu, kecepatan di lapangan, jari-jari lengkungan, dan superelevasi di tikungan.

b. Data sekunder didapatkan melalui buku referensi dan data dari pihak terkait untuk melengkapi data

5. Analisis data

Analisis data dari penelitian ini adalah mengevaluasi geometrik pada ruas jalan tersebut.

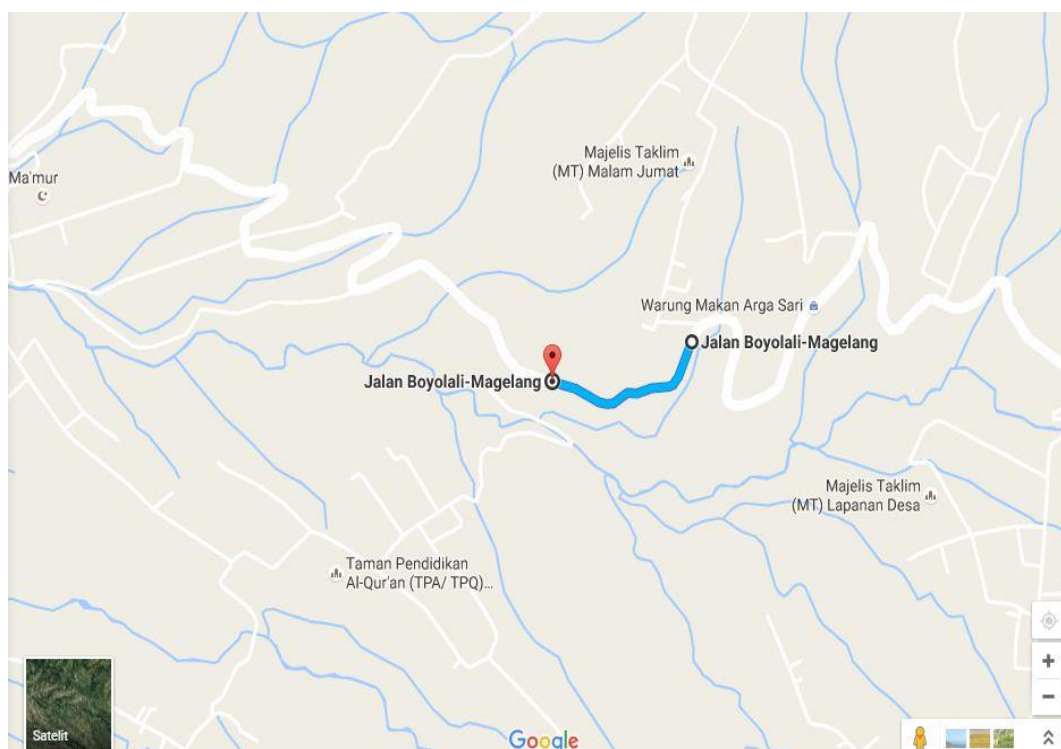
6. Kesimpulan

4.2 LOKASI DAN WAKTU PENELITIAN

Berikut merupakan data waktu dan lokasi penelitian yang akan dilakukan.

1. Waktu penelitian: Senin 09 Januari 2017 – Selasa 10 Januari 2017
2. Lokasi penelitian: Jalan Boyolali-Magelang km 22,9 – km 23,4

Peta lokasi penelitian yang akan dilakukan dapat dilihat pada Gambar 4.1



Gambar 4.1 Peta Lokasi Penelitian

(Sumber: *Google Maps*, 2016)

4.3 JENIS DATA

Jenis data yang dikumpulkan dalam penelitian adalah sebagai berikut.

1. Data Primer

Data primer yang digunakan adalah data yang diperoleh dari hasil pengukuran selama pengambilan sampel di lapangan. Data primer digunakan untuk mengetahui kondisi sebenarnya di lapangan. Survei ini meliputi sebagai berikut.

- a. Data fisik jalan, meliputi lebar jalur, lebar lajur, dan lebar bahu.
 - b. Data yang berkaitan dengan lalu lintas meliputi volume lalu lintas harian, kecepatan di lapangan, jarak pandang henti, jarak pandang menyiap, serta penerangan jalan.
2. Data Sekunder
- Data sekunder ini diperoleh dari instansi-instansi pemerintah daerah yang terkait, seperti Polres Boyolali, Dinas Pekerjaan Umum Bina Marga provinsi Jawa Tengah, dan instansi lainnya yang terkait. Data sekunder yang diambil adalah data kecelakaan yang terjadi pada ruas jalan Boyolali – Magelang KM 22,9 – 23,4.

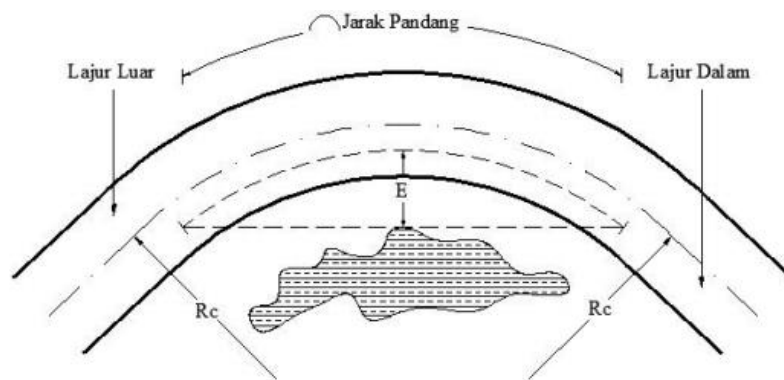
4.4 TEKNIK PENGAMBILAN DATA

Teknik pengambilan data yang digunakan adalah sebagai berikut.

1. Melakukan survei pemetaan
- Survei pemetaan dilakukan menggunakan alat *theodolit* agar mendapatkan koordinat dari trase jalan. Dengan menggunakan patok di pinggir jalan dapat sebagai penentuan titik stationer. Agar mengurangi resiko kecelakaan suveyor dan mengurangi resiko rusaknya alat *theodolit* didirikan di pinggir jalan. Sebelum melakukan pembidikan tentukan dulu tempat – tempat yang akan dibidik, dan hasil akhir dari metode ini adalah elevasi yang dibidik, titik tersebut dihubungkan menggunakan garis dan diperoleh gambar tampak dari atas Ruas jalan Boyolali-Magelang
- Adapun pelaksanaan pembidikan lintasan trase jalan di lapangan dengan metode pemetaan adalah sebagai berikut ini.
- a. Berdasarkan kondisi lapangan, tentukan titik stasiun pada jalan tersebut, untuk jarak antar stasiun pada jalan lurus adalah 20 m dan untuk jarak antar stasiun pada tikungan adalah 5 m.
 - b. Berdasarkan kondisi lapangan, tentukan titik alat. Mempertimbangkan banyaknya faktor penghalang pandangan pada saat penembakan *crosssection* (potongan melintang), maka penentuan titik alat ditentukan

± delapan titik alat dengan syarat ada hubungan antara satu titik alat ke titik alat selanjutnya

- c. Pasang alat *theodolit* pada titik alat yang telah ditentukan.
 - d. Setelah alat dipasang, bidik *crosssection* (potongan melintang) pada jalan tersebut setiap titik stasiun yang telah di tentukan, apabila sudah dibidik, catat data yang diperlukan seperti batas benang atas, benang bawah, sudut vertikal, dan sudut horisontal.
2. Mengukur lebar jalur, lebar bahu, dan lebar median di lapangan.
 3. Mencari jarak pandang henti dihitung berdasarkan kecepatan yang diukur di lapangan. Adapun kegiatan pengukuran JPH adalah sebagai berikut.
 - a. Kegiatan ini dilakukan lebih dari satu orang, satu orang (A) melihat dengan ketinggian mata pengemudi 105 cm atau 1,05 meter, satu orang lagi (B) membawa kotak sebagai objek pandangan pengemudi dengan ketinggian 15 cm atau 0,15 meter.



Gambar 4.2 Jarak Pandang Henti di Tikungan

(Sumber : Hendarsin, 2000)

- b. Setiap pengamat sudah tidak jelas melihat objek tersebut maka catat panjang benang tersebut.

- c. JPH tidak perlu dicatat lagi apabila pengamat bisa melihat objek tersebut lebih dari panjang benang, ini menandakan bahwa JPH di titik tersebut sudah terpenuhi.
 - d. Apabila kurang dari panjang benang pengamat sudah tidak jelas melihat objek tersebut maka catat jarak benang antara pengamat sampai dengan objek tersebut.
4. Menentukan kecepatan kendaraan di lapangan dengan cara metode mengukur kecepatan kendaraan menggunakan alat *Moving Car Observed* yang melewati ruas jalan Boyolali-Magelang
 5. Jari-jari tikungan dan superelevasi didapat dari hasil metode penelitian, setelah di plot ke program *AutoCAD Civil 3D 2014* analisis jari-jari tikungan ini dicoba menggunakan trial sehingga didapat jari-jari tikungan yang paling mendekati. Untuk analisis superelevasi didapat dari pengecekan potongan melintang jalan, dan nantinya sesuai atau tidak superelevasi jalan sesuai dengan standar Bina Marga
 6. Medan jalan didapatkan dengan cara mengukur elevasi menggunakan *Theodolit*

4.5 ALAT YANG DIGUNAKAN

Dalam proses pengumpulan data dan analisis, menggunakan beberapa alat untuk membantu dalam pengerjaan yaitu sebagai berikut.

1. Alat tulis (kertas, pensil, pena, penggaris, penghapus, tip -x).
2. Alat pengukur panjang (roll meter).
3. Perangkat *Theodolit*
4. Program komputer (*Autocad Civil 3D 2014, Microsoft Excel, Microsoft Word*).
5. Kalkulator.
6. Kendaraan bermotor.
7. Alat dokumentasi kegiatan (kamera)
8. Formulir survei

4.6 METODE ANALISIS DATA

Metode analisis data yang digunakan menggunakan beberapa metode sebagai berikut.

1. Analisis kondisi *existing*

Analisis *existing* di lapangan meliputi pengambilan data-data berikut.

a. Data kontur muka tanah

Data kontur diambil dengan menggunakan alat *theodolite* yang dilakukan di lokasi penelitian. Setelah data didapatkan, maka data tersebut diolah dengan menggunakan program *Microsoft excel*

b. Data Volume Lalulintas Harian Rencana

Data volume lalulintas harian rencana diambil dari tiap – tiap titik di lapangan kemudian dikonversikan sehingga didapat nilai Satuan Mobil Penumpang (SMP) pada tiap – tiap titik tikungan. Setelah data didapatkan, maka data tersebut diolah sehingga mendapatkan kelas jalan *existing*

c. Kecepatan lapangan

Kecepatan lapangan didapatkan dari rata-rata kecepatan sebenarnya pada setiap tikungan yang didapatkan dari mengukur kecepatan kendaraan menggunakan metode *Spot Speed*.

d. Jarak pandang henti

- 1) Setelah didapatkan kecepatan rencana di lapangan, Jarak Pandang Henti minimum
- 2) Setelah diperoleh JPH minimum, maka cocokkan hasil pengukuran JPH di lapangan.
- 3) Lakukan pengukur jarak pandang di tikungan dari sumbu lajur sebelah dalam.

e. Analisis Daerah Bebas Samping

Daerah Bebas Samping pada tikungan dapat dihitung menggunakan Persamaan 3.22 dan Persamaan 3.23.

2. Analisis kelayakan Berdasarkan Bina Marga Tahun 1997

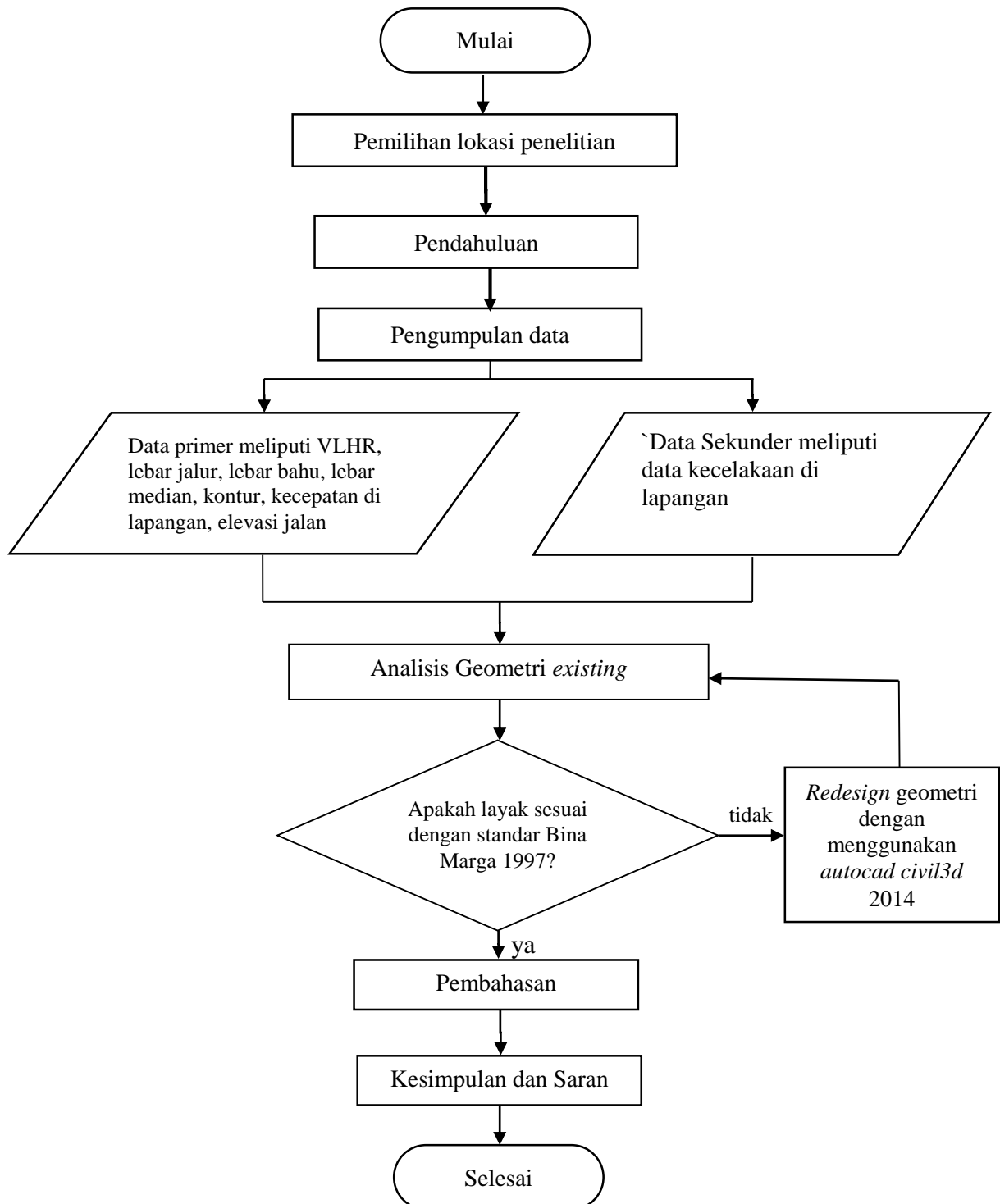
Analisis kelayakan berdasarkan Bina Marga 1997 dilakukan setelah analisis *existing* telah dilakukan. Data-data yang didapat disesuaikan dengan ketentuan yang telah ditetapkan oleh Bina Marga 1997 lalu dilakukan analisis terhadap data-data tersebut, apakah sesuai dengan ketentuan Bina Marga atau tidak.

3. Analisis dan *redesign* geometrik

- a. Berdasarkan pengukuran di lapangan, didapatkan titik – titik penting sepanjang jalan. Analisis tampak atas jalan menggunakan *software AutoCAD Civil 3D 2014*
- b. Berdasarkan hasil perhitungan, didapatkan titik PI dan sudut tikungan Δ dengan menggambar garis – garis tangen jalan.
- c. Trial lengkung tikungan didesain sehingga didapatkan detail tikungan yang sesuai dengan hasil pengukuran di lapangan

4.7 BAGAN ALIR PENELITIAN

Bagan alir untuk penelitian geometri pada ruas jalan Boyolali-Magelang km 22,9 – km 23,4 adalah sebagai berikut.



Gambar 4.2 Bagan Alir Penelitian

BAB V DATA, ANALISIS, DAN PEMBAHASAN

5.1 HASIL PENGAMBILAN DATA

5.1.1 Data Kecelakaan

Data kecelakaan yang terjadi pada ruas jalan Boyolali – Magelang KM 22,9 – 23,4 didapat dari kantor Polres Boyolali dan juga dari pihak Kecamatan Selo. Setelah didapat data tersebut, kemudian direkapitulasi jumlah kecelakaannya. Untuk rekapitulasi data kecelakaan bisa dilihat pada Tabel 5.1.

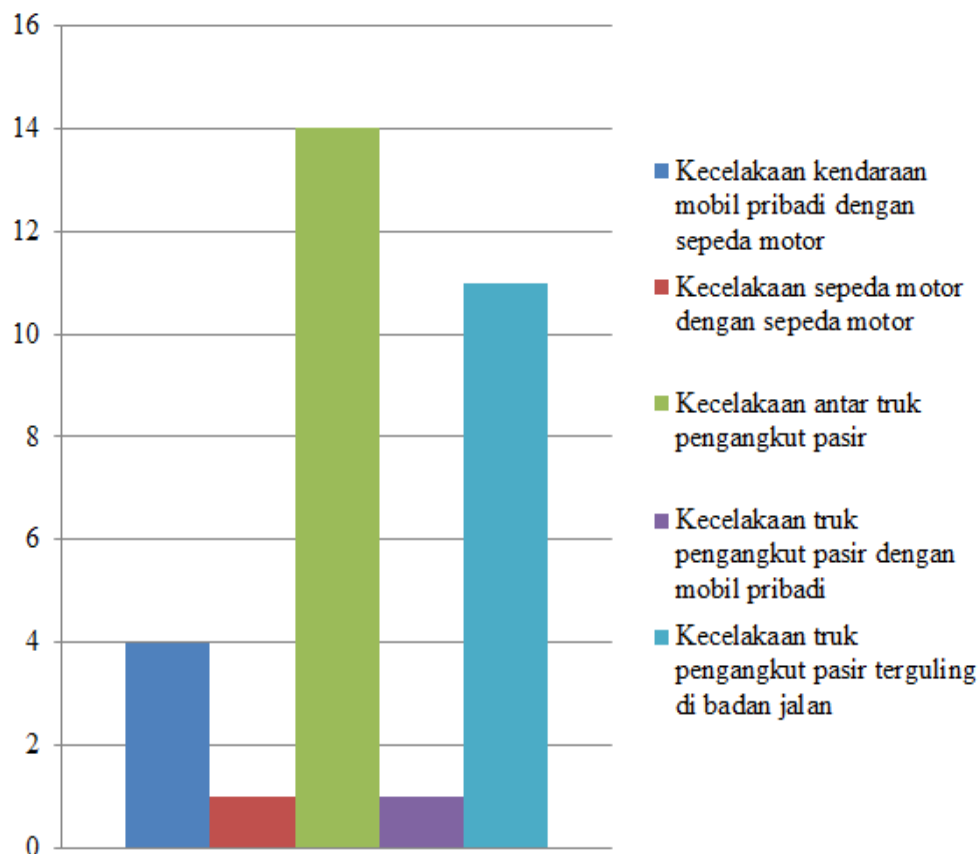
Tabel 5.1 Rekapitulasi Kecelakaan pada Jalan Boyolali – Magelang
KM 22,9 – 23,4 Bulan September – November 2016

No	Jenis Kecelakaan	Lokasi Kecelakaan
1	Kecelakaan kendaraan mobil pribadi dengan sepeda motor	Jalan Boyolali – Magelang km 22,9 – 23,4
2	Kecelakaan sepeda motor dengan sepeda motor	Jalan Boyolali – Magelang km 22,9 – 23,4
3	Kecelakaan truk pengangkut pasir terguling di badan jalan	Jalan Boyolali – Magelang km 22,9 – 23,4
4	Kecelakaan kendaraan mobil dengan sepeda motor	Jalan Boyolali – Magelang km 22,9 – 23,4
5	Kecelakaan antar truk pengangkut pasir	Jalan Boyolali – Magelang km 22,9 – 23,4
6	Kecelakaan antar truk pengangkut pasir	Jalan Boyolali – Magelang km 22,9 – 23,4
7	Kecelakaan antar truk pengangkut pasir	Jalan Boyolali – Magelang km 22,9 – 23,4
8	Kecelakaan truk pengangkut pasir dengan sepeda motor	Jalan Boyolali – Magelang km 22,9 – 23,4
9	Kecelakaan truk pengangkut pasir dengan mobil pribadi	Jalan Boyolali – Magelang km 22,9 – 23,4
10	Kecelakaan antar truk pengangkut pasir	Jalan Boyolali – Magelang km 22,9 – 23,4
11	Kecelakaan antar truk pengangkut pasir	Jalan Boyolali – Magelang km 22,9 – 23,4
12	Kecelakaan truk pengangkut pasir terguling di badan jalan	Jalan Boyolali – Magelang km 22,9 – 23,4
13	Kecelakaan truk pengangkut pasir terguling di badan jalan	Jalan Boyolali – Magelang km 22,9 – 23,4

Lanjutan Tabel 5.1 Rekapitulasi Kecelakaan pada Jalan Boyolali – Magelang
KM 22,9 – 23,4

No	Jenis Kecelakaan	Lokasi Kecelakaan
14	Kecelakaan truk pengangkut pasir terguling di badan jalan	Jalan Boyolali – Magelang km 22,9 – 23,4
15	Kecelakaan antar truk pengangkut pasir	Jalan Boyolali – Magelang km 22,9 – 23,4
16	Kecelakaan antar truk pengangkut pasir	Jalan Boyolali – Magelang km 22,9 – 23,4
17	Kecelakaan antar truk pengangkut pasir	Jalan Boyolali – Magelang km 22,9 – 23,4
18	Kecelakaan truk pengangkut pasir terguling di badan jalan	Jalan Boyolali – Magelang km 22,9 – 23,4
19	Kecelakaan truk pengangkut pasir terguling di badan jalan	Jalan Boyolali – Magelang km 22,9 – 23,4
20	Kecelakaan truk pengangkut pasir terguling di badan jalan	Jalan Boyolali – Magelang km 22,9 – 23,4
21	Kecelakaan truk pengangkut pasir terguling di badan jalan	Jalan Boyolali – Magelang km 22,9 – 23,4
22	Kecelakaan antar truk pengangkut pasir	Jalan Boyolali – Magelang km 22,9 – 23,4
23	Kecelakaan antar truk pengangkut pasir	Jalan Boyolali – Magelang km 22,9 – 23,4
24	Kecelakaan truk pengangkut pasir terguling di badan jalan	Jalan Boyolali – Magelang km 22,9 – 23,4
25	Kecelakaan truk pengangkut pasir terguling di badan jalan	Jalan Boyolali – Magelang km 22,9 – 23,4
26	Kecelakaan antar truk pengangkut pasir	Jalan Boyolali – Magelang km 22,9 – 23,4
27	Kecelakaan antar truk pengangkut pasir	Jalan Boyolali – Magelang km 22,9 – 23,4
28	Kecelakaan truk pengangkut pasir terguling di badan jalan	Jalan Boyolali – Magelang km 22,9 – 23,4
29	Kecelakaan antar truk pengangkut pasir	Jalan Boyolali – Magelang km 22,9 – 23,4
30	Kecelakaan truk pengangkut pasir terguling di badan jalan	Jalan Boyolali – Magelang km 22,9 – 23,4

Berikut merupakan grafik dari data kecelakaan yang terjadi pada jalan Boyolali – Magelang km 22,9 – km 23,4



Gambar 5.1 Grafik Data Kecelakaan yang Terjadi pada Jalan Boyolali – Magelang km 22,9 – km 23,4

5.1.2 Data Survei Lalu Lintas Harian

Data lalu lintas harian pada tahun 2017 didapat dari hasil survey langsung pada jalan Boyolali – Magelang km 22,9 – 23,4. Untuk rekapitulasi satuan mobil penumpang dapat dilihat pada Tabel 5.2 dan Tabel 5.3.

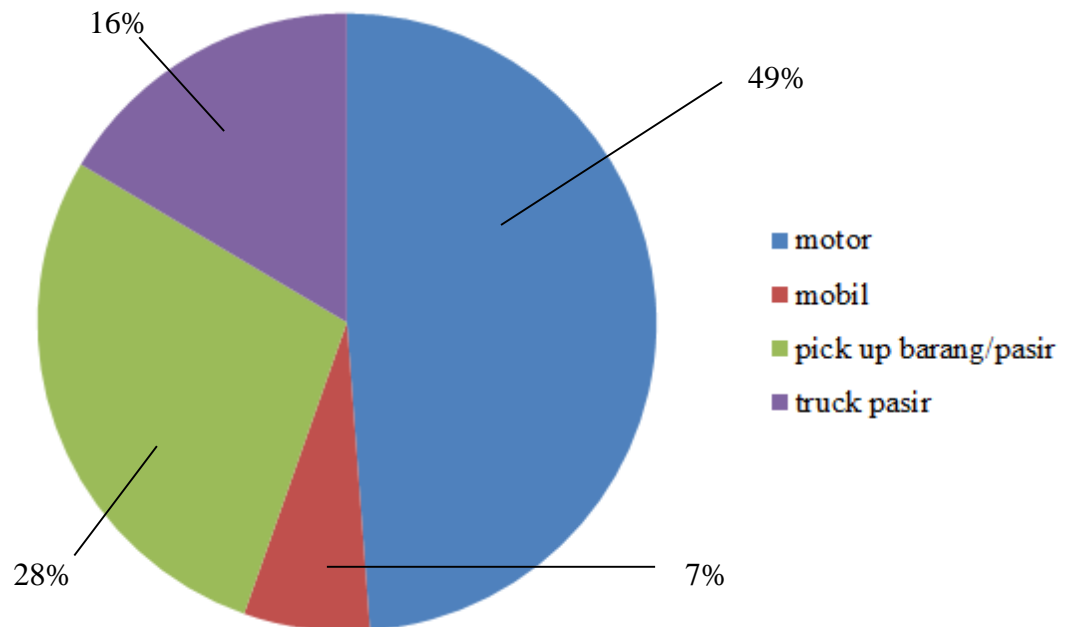
Tabel 5.2 Rekapitulasi Satuan Mobil Penumpang Hari ke-1

Golongan	Total LHR P2017 (kend/hari)	EMP	SMP/hari (2017)
1	2100	0,4	840
2	283	2,5	708
3	0	0	0
4	1211	5	6055
5a	0	0	0
5b	0	0	0
6a	708	3	2124
6b	0	0	0
7a	0	0	0
7b	0	0	0
7c	0	0	0
8	0	0	0
Jumlah			9727

Tabel 5.3 Rekapitulasi Satuan Mobil Penumpang Hari ke-2

Golongan	Total LHR P2017 (kend/hari)	EMP	SMP/hari (2017)
1	2204	0,4	882
2	313	2,5	783
3	0	0	0
4	1264	5	6320
5a	0	0	0
5b	0	0	0
6a	752	3	2256
6b	0	0	0
7a	0	0	0
7b	0	0	0
7c	0	0	0
8	0	0	0
Jumlah			10241

Berikut merupakan diagram lingkaran dari data harian lalulintas yang terjadi pada jalan Boyolali – Magelang km 22,9 – km 23,4



Gambar 5.2 Diagram Lingkaran Data Harian Lalulintas Jalan Boyolali – Magelang km 22,9 – km 23,4

5.1.3 Data Lebar Jalur

Setelah pengukuran langsung di lapangan maka didapatkan data lapangan lebar jalan jalan Boyolali – Magelang KM 22,9 – 23,4, jalan tersebut terdiri dari 2 jalur, 2 arah. Setelah dilakukan pengukuran di lapangan, didapat hasil jalan Boyolali – Magelang km 22,9 – km 23,4 mempunyai lebar jalur sebesar 3 m

5.1.4 Data Kecepatan Lapangan

Data kecepatan di lapangan diperoleh dari waktu tempuh kendaraan seperti pada Lampiran 1 yang kemudian dilakukan perhitungan untuk mendapatkan kecepatan kendaraan di lapangan. Waktu tempuh kendaraan di lapangan yang diambil adalah dua arah yaitu arah normal (Selatan ke Utara) dan *opposite* (Utara ke Selatan).

5.2 ANALISIS KONDISI EKSISTING

5.2.1 Analisis VLHR untuk Penentuan Kelas dan Fungsi Jalan

VLHR (Volume Lalulintas Harian Rencana) dihitung berdasarkan data total jumlah Satuan Mobil Penumpang di jalan Boyolali – Magelang km 22,9 – 23,4 yang dapat dilihat pada Tabel 5.2 dan Tabel 5.3 seperti berikut ini.

$$VLHR = \frac{\text{Jumlah lalu lintas selama pengamatan}}{\text{lamanya pengamatan}}$$

$$VLHR = \frac{9727+10241}{2} = 9984 \text{ smp/hari}$$

Dari hasil perhitungan didapatkan VLHR adalah 9984 smp/hari. Berdasarkan Tabel 3.1 jalan Boyolali – Magelang KM 22,9 – 23,4 merupakan jenis medan jalan pegunungan dan VLHR yang didapat kurang dari 20.800 SMP/hari maka jalan tersebut jenis jalan Sedang Kolektor Kelas III.

5.2.2 Analisis Kecepatan Lapangan

Kecepatan rata-rata di lapangan dihitung dengan berdasarkan waktu tempuh mobil di lapangan pada Lampiran 1 sebagai berikut ini.

Arah Boyolali

$$SMS = \frac{X}{\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n t^i}$$

Keterangan :

$$X = 0,1 \text{ km}$$

$$n = 30 \text{ mobil}$$

$$\begin{aligned} t1 &= \frac{\text{waktu tempuh rata-rata}}{\text{sampel kendaraan}} \\ &= \frac{00:07'15''98 \text{ (Lampiran 1)}}{30} \\ &= 14,5327 \text{ detik} \approx 0,00404 \text{ jam} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} SMS &= \frac{0,1}{\frac{1}{30} \sum_{i=1}^{30} t^{0,00316}} \\ &= \frac{0,1}{\frac{1}{30} \times (0,00404 \times 30)} \\ &= 24,7525 \text{ km/jam} \approx 25 \text{ km/jam} \end{aligned}$$

Arah Magelang

$$\begin{aligned} t1 &= \frac{\text{waktu tempuh rata-rata}}{\text{sampel kendaraan}} \\ &= \frac{00:06'39''79 \text{ (Lampiran 1)}}{30} \\ &= 13,3263 \text{ detik} \approx 0,003272 \text{ jam} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} SMS &= \frac{0,1}{\frac{1}{30} \sum_{i=1}^{30} t^{0,00322}} \\ &= \frac{0,1}{\frac{1}{30} \times (0,003272 \times 30)} \\ &= 30,5623 \text{ km/jam} \approx 31 \text{ km/jam} \end{aligned}$$

Jadi kecepatan kendaraan di setiap tikungan arah Boyolali dan Magelang berbeda, ini dikarenakan kondisi jalan yang mana arah Boyolali itu kondisi jalan mendaki sedangkan arah Magelang kondisi jalan menurun.

5.2.3 Analisis Jarak Pandang Henti

Kecepatan kendaraan rencana yang digunakan untuk perhitungan jarak pandang adalah 30 km/jam, kemudian nilai jarak pandang henti dihitung menggunakan Persamaan 3.3.

$$\begin{aligned}
 J_h &= J_{ht} + J_{hr} \\
 J_h &= \frac{vr}{3,6} T + \frac{\left(\frac{vr}{3,6}\right)^2}{2gf} \\
 &= \left(\frac{30}{3,6} \times 2,5\right) + \left(\frac{\left(\frac{30}{3,6}\right)^2}{2 \times 9,8 \times 0,35}\right) \\
 &= 30,96 \text{ meter}
 \end{aligned}$$

$$J_h > J_h \text{ minimum} = 27 \text{ meter}$$

Sedangkan jarak pandang yang terukur di lapangan 16,85 meter, sehingga jarak pandang di lapangan kurang dari jarak pandang minimum 27 meter.

5.2.4 Analisis Jarak Pandang Mendahului

Kecepatan kendaraan rencana yang digunakan untuk perhitungan jarak pandang adalah 30 km/jam, kemudian nilai jarak mendahului dihitung menggunakan Persamaan 3.7.

$$\begin{aligned}
 J_d \text{ total} &= d_1 + d_2 + d_3 + d_4 \\
 d_1 &= 0,278 \times t_1 \times \left(v - m + \frac{a \cdot t_1}{2}\right) \\
 &= 0,278 \times 2,9 \times \left(30 - 15 + \frac{2,162 \times 2,9}{2}\right) \\
 &= 14,62 \text{ meter} \\
 d_2 &= 0,278 \times 30 \times 8 \\
 &= 66,72 \text{ meter} \\
 d_3 &= 30 \text{ meter} \\
 d_4 &= \frac{2}{3} \times 66,72
 \end{aligned}$$

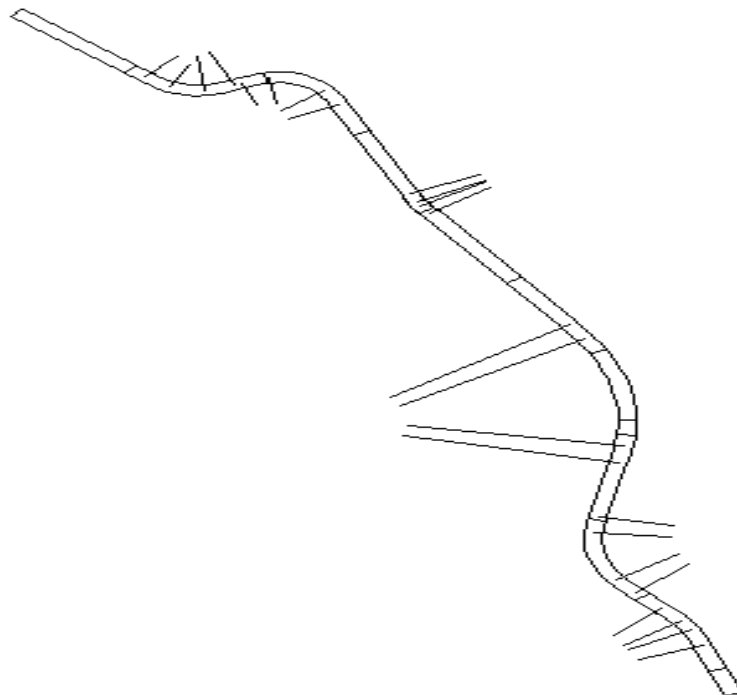
$$\begin{aligned} &= 44,48 \text{ meter} \\ \text{Jd total} &= 14,6180 + 66,72 + 30 + 44,48 \\ &= 155,82 \text{ meter} \\ \text{Jd} &> \text{Jd minimum} = 100 \text{ meter} \end{aligned}$$

5.2.5 Analisis Alinyemen Horizontal

Setelah dilakukan pengambilan data primer dan sekunder, maka dilakukan analisis terhadap alinyemen horizontal existing.

1. Gambar Alinyemen Horizontal

Berikut merupakan gambar dari alinyemen horizontal *existing* jalan Boyolali – Magelang km 22,9 – 23,4 dapat dilihat pada gambar 5.3 dan detail gambar dapat dilihat pada lampiran.



Gambar 5.3 Alinyemen horizontal existing jalan Boyolali – Magelang
km 22,9 – km 23,4

2. Analisis Tikungan Horisontal

Data pengukuran di lapangan menggunakan alat *theodolit* kemudian bentuk tikungan diasumsikan tipe *spiral-circle-spiral* dan digambar menggunakan program *AutoCAD Civil 3D 2014* untuk lengkung horisontal pada tikungan didapatkan dari *trial* dengan *AutoCAD Civil 3D 2014* dan rekapitulasi analisis perhitungan tikungan alinyemen horisontal tersebut terdapat pada Tabel 5.4 sampai Tabel 5.10, sedangkan untuk hasil perhitungan tikungan alinyemen horisontal sebagai berikut.

a. Tikungan 1

Diketahui data lapangan :

$$R_c = 23 \text{ meter}$$

$$L_s = 10 \text{ meter}$$

$$\Delta = 64^\circ$$

Perhitungan :

$$\begin{aligned} Y_c &= \frac{L_s^2}{6\pi R_c} \\ &= \frac{10^2}{6\pi \times 23} \\ &= 0,725 \text{ meter} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \phi_s &= \frac{90}{\pi} \times \frac{L_s}{R_c} \\ &= \frac{90}{\pi} \times \frac{10}{23} \\ &= 12,456^\circ \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\Delta c &= \Delta - 2 \phi s \\ &= 64 - (2 \times 12,456) \\ &= 39,089^\circ\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}Lc &= \frac{\Delta c}{360} \times 2\pi Rc \\ &= \frac{38,089}{360} \times 2\pi \cdot 23 \\ &= 15,691 \text{ meter}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}k &= Ls - \frac{Ls^3}{40 \times Rc^2} - Rc \sin \phi s \\ &= 10 - \frac{10^3}{40 \times 23^2} - 23 \sin 12,456 \\ &= 4,992 \text{ meter}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}p &= \frac{Ls^2}{6 \times Rc} - Rc (1 - \cos \phi s) \\ &= \frac{10^2}{6 \times 23} - 23 (1 - \cos 12,456) \\ &= 0,183 \text{ meter}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}Es &= (Rc + p) \sec \frac{1}{2} \Delta - Rc \\ &= (23 + 0,183) \sec \frac{1}{2} 64^\circ - 23 \\ &= 4,337 \text{ meter}\end{aligned}$$

Perhitungan yang dilakukan dengan menggunakan Persamaan 3.3 sampai Persamaan 3.21. Hasil rekapitulasi perhitungan tikungan 1 dapat dilihat pada Tabel 5.5

Tabel 5.5 Rekapitulasi Perhitungan Alinyemen Horisontal (Tikungan 1)

Tikungan 1 Tipe S-C-S		Satuan
Rc	23	meter
Ls	10	meter
Δ	64	°
Yc	0,725	meter
$\emptyset s$	12,456	°
Δc	39,089	°
Lc	15,691	meter
k	4,992	meter
p	0,183	meter
Es	4,337	meter

b. Tikungan 2

Diketahui data lapangan :

$$Rc = 23 \text{ meter}$$

$$Ls = 10 \text{ meter}$$

$$\Delta = 88^\circ$$

Perhitungan yang dilakukan dengan menggunakan Persamaan 3.3 sampai Persamaan 3.21. Hasil rekapitulasi perhitungan tikungan 2 dapat dilihat pada Tabel 5.6

Tabel 5.6 Rekapitulasi Perhitungan Alinyemen Horisontal (Tikungan 2)

Tikungan 2 Tipe S-C-S		Satuan
Rc	23	meter
Ls	10	meter
Δ	88	°
Yc	0,725	meter
$\emptyset s$	12,456	°
Δc	63,089	°
Lc	25,325	meter
k	4,992	meter
p	0,183	meter
Es	9,229	meter

c. Tikungan 3

Diketahui data lapangan :

$$R_c = 40 \text{ meter}$$

$$L_s = 5 \text{ meter}$$

$$\Delta = 11^\circ$$

Perhitungan yang dilakukan dengan menggunakan Persamaan 3.3 sampai Persamaan 3.21. Hasil rekapitulasi perhitungan tikungan 3 dapat dilihat pada Tabel 5.7

Tabel 5.7 Rekapitulasi Perhitungan Alinyemen Horisontal (Tikungan 3)

Tikungan 3 Tipe S-C-S		Satuan
Rc	40	meter
Ls	5	meter
Δ	11	°
Yc	0,104	meter
ϕ_s	3,581	°
Δ_c	3,838	°
Lc	2,679	meter
k	2,5	meter
p	0,026	meter
Es	0,211	meter

d. Tikungan 4

Diketahui data lapangan :

$$R_c = 90 \text{ meter}$$

$$L_s = 10 \text{ meter}$$

$$\Delta = 48^\circ$$

Perhitungan yang dilakukan dengan menggunakan Persamaan 3.3 sampai Persamaan 3.21. Hasil rekapitulasi perhitungan tikungan 4 dapat dilihat pada Tabel 5.8.

Tabel 5.8 Rekapitulasi Perhitungan Alinyemen Horisontal (Tikungan 4)

Tikungan 4 Tipe S-C-S		Satuan
Rc	90	meter
Ls	10	meter
Δ	48	°
Yc	0,185	meter
$\emptyset s$	3,183	°
Δc	41,634	°
Lc	65,398	meter
k	4,999	meter
p	0,046	meter
Es	8,568	meter

e. Tikungan 5

Diketahui data lapangan :

$$Rc = 40 \text{ meter}$$

$$Ls = 10 \text{ meter}$$

$$\Delta = 56^\circ$$

Perhitungan yang dilakukan dengan menggunakan Persamaan 3.3 sampai Persamaan 3.21. Hasil rekapitulasi perhitungan tikungan 5 dapat dilihat pada Tabel 5.9.

Tabel 5.9 Rekapitulasi Perhitungan Alinyemen Horisontal (Tikungan 5)

Tikungan 5 Tipe S-C-S		Satuan
Rc	40	meter
Ls	10	meter
Δ	56	°
Yc	0,417	meter
$\emptyset s$	7,162	°
Δc	41,676	°
Lc	29,095	meter
k	4,997	meter
p	0,105	meter
Es	5,421	meter

f. Tikungan 6

Diketahui data lapangan :

$$R_c = 40 \text{ meter}$$

$$L_s = 10 \text{ meter}$$

$$\Delta = 23^\circ$$

Perhitungan yang dilakukan dengan menggunakan Persamaan 3.3 sampai Persamaan 3.21. Hasil rekapitulasi perhitungan tikungan 6 dapat dilihat pada Tabel 5.10

Tabel 5.10 Rekapitulasi Perhitungan Alinyemen Horisontal (Tikungan 6)

Tikungan 6 Tipe S-C-S		Satuan
Rc	43	meter
Ls	10	meter
Δ	23	°
Yc	0,417	meter
ϕ_s	7,162	°
Δ_c	8,676	°
Lc	6,057	meter
k	4,997	meter
p	0,105	meter
Es	0,926	meter

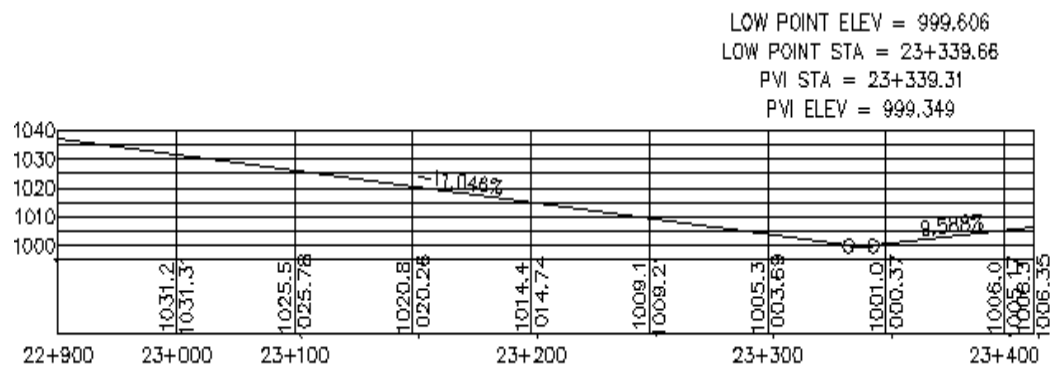
Tikungan 1 ke tikungan 2 tidak memiliki bagian lurus, sedangkan bagian lurus antara tikungan 2 ke tikungan 3 yaitu 56,587 meter, bagian lurus antara tikungan 3 ke tikungan 4 yaitu 79,5958 meter, bagian lurus antara tikungan 4 ke tikungan 5 yaitu 31,9637 meter, bagian lurus antara tikungan 5 ke tikungan 6 yaitu 12,4413 meter. Panjang bagian lurus antara tikungan 1 dan 2 dengan tikungan 5 dan 6 tidak memenuhi standar, sedangkan tikungan lainnya memenuhi standar, dimana panjang bagian lurus antara dua tikungan minimal 20 meter.

3. Analisis Alinyemen Vertikal

Setelah dilakukan analisis alinyemen horizontal existing, maka dilakukan analisis terhadap alinyemen vertikal existing.

a. Gambar alinyemen vertikal

Berikut merupakan gambar dari alinyemen vertikal jalan Boyolali – Magelang km 22,9 – 23,4 dapat dilihat pada gambar 5.4.



Gambar 5.4 Alinyemen vertikal existing jalan Boyolali – Magelang
 km 22,9 – km 23,4

b. Analisis alinyemen vertikal

Dari data pengukuran di lapangan menggunakan alat *theodolit* kemudian didapatkan kelandaian jalan pada tikungan tersebut, karena jalan tersebut termasuk jenis jalan datar jadi didapat 1 kelandaian saja, kemudian dari kelandaian tersebut didapatkan perhitungan seperti berikut ini.

$$g_1 = -11,046 \% \text{ (Turun)}$$

$$g_2 = 9,588 \% \text{ (Naik)}$$

$$\begin{aligned}\Delta &= g_2 - g_1 \\ &= 9,588 + 11,046 \\ &= 20,634 \%\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Lv Serap Guncang} &= \frac{v^2 \times \Delta}{360} \\ &= \frac{30^2 \times 20,634}{360} \\ &= 51,585 \text{ m}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Lv Berdasarkan Jh} &= Jh^2 \times \frac{\Delta}{398} \\ &= 30,96 \times \frac{20,634}{398} \\ &= 48,694 \text{ m}\end{aligned}$$

$$\text{Lv seharusnya} = 20 - 30 \text{ m}$$

$$\begin{aligned}\text{EV1} &= \frac{\Delta \times \text{Lv}}{800} \\ &= \frac{20,634 \times 51,585}{800} \\ &= 1,3305 \text{ m}\end{aligned}$$

Elevasi dan stasiun tiap pias

$$\begin{aligned}\text{X1} &= \frac{\text{Lv}}{5} \\ &= \frac{51,585}{5} \\ &= 10,317 \text{ m}\end{aligned}$$

$$\text{X2} = 20,634 \text{ m}$$

$$\text{X3} = 30,951 \text{ m}$$

$$\text{X4} = 41,268 \text{ m}$$

$$\text{X5} = 51,585 \text{ m}$$

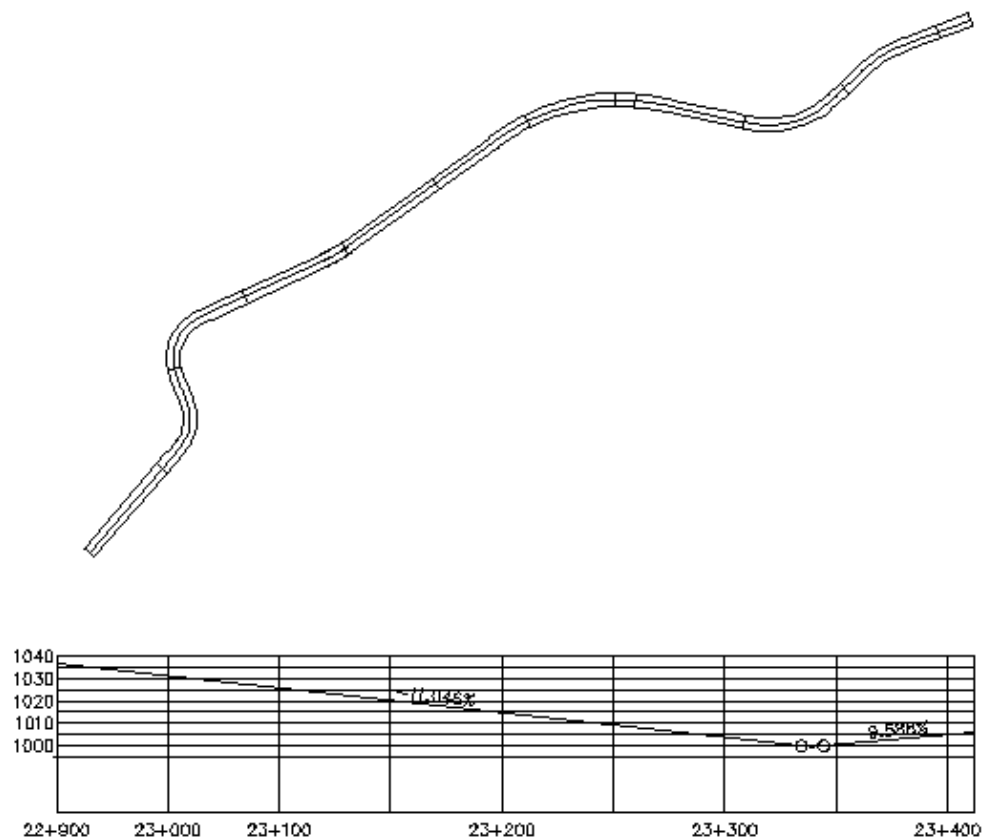
Untuk perhitungan pias selanjutnya dapat dilihat pada Tabel 5.11 rekapitulasi titik penting berikut ini.

Tabel 5.11 Rekapitulasi titik penting

No	Keterangan	Elevasi (meter)	Stasiun
1	Lv	51,585	-
2	PVC	1002,28	23 + 313,399
3	PVI	999,4309	23 + 339,192
4	PVT	1001,904	23 + 364,984

4. Koordinasi alinyemen horizontal - alinyemen vertikal

Setelah dilakukan analisis alinyemen horizontal dan alinyemen vertikal existing, maka dilakukan koordinasi terhadap ruas jalan tersebut.



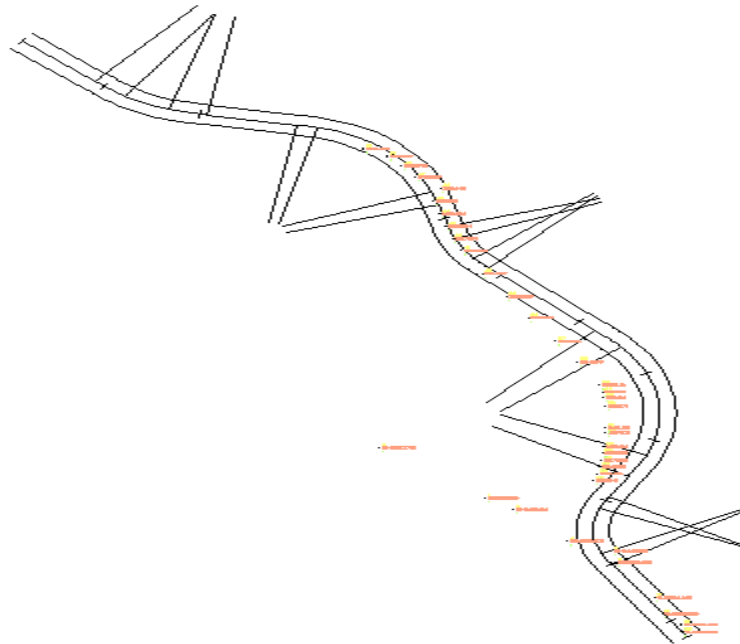
Gambar 5.5 Koordinasi alinyemen horizontal – alinyemen vertikal jalan
Boyolali – Magelang km 22,9 – km 23,4

5.3 ANALISIS *REDESIGN* ALTERNATIF 1

Setelah dilakukan analisis terhadap alinyemen horizontal existing, ternyata banyak kondisi yang tidak sesuai dengan persyaratan Bina Marga 1997. Maka dilakukan *redesign* terhadap geometri existing. Berikut merupakan analisis terhadap *redesign* alinyemen horizontal.

1. Gambar *redesign* alinyemen horizontal.

Berikut merupakan gambar dari *redesign* alinyemen horizontal *existing* jalan Boyolali – Magelang km 22,9 – 23,4



Gambar 5.6 Redesign alinyemen horizontal jalan Boyolali – Magelang
km 22,9 – km 23,4.

2. Analisis *Redesign* Alinyemen Horizontal Alternatif 1

Data pengukuran di lapangan menggunakan alat *theodolit* kemudian bentuk tikungan diasumsikan tipe *spiral-circle-spiral* dan digambar menggunakan program *AutoCAD Civil 3D 2014* untuk lengkung horisontal pada tikungan didapatkan dari *trial* dengan *AutoCAD Civil 3D 2014* dan rekapitulasi analisis perhitungan tikungan alinyemen horisontal tersebut terdapat pada Tabel 5.4 sampai Tabel 5.10, sedangkan untuk hasil perhitungan tikungan alinyemen horisontal sebagai berikut

a. Tikungan 1

Diketahui data lapangan :

$$R_c = 76 \text{ meter}$$

$$L_s = 18 \text{ meter}$$

$$\Delta = 31^\circ$$

Perhitungan :

$$Y_c = \frac{L_s^2}{6 \times R_c}$$

$$= \frac{18^2}{6 \times 76}$$

$$= 0,711 \text{ meter}$$

$$\phi_s = \frac{90}{\pi} \times \frac{L_s}{R_c}$$

$$= \frac{90}{\pi} \times \frac{18}{76}$$

$$= 6,785^\circ$$

$$\Delta_c = \Delta - 2 \phi_s$$

$$= 31 - (2 \times 6,785)$$

$$= 17,430^\circ$$

$$\begin{aligned} Lc &= \frac{\Delta c}{360} \times 2\pi Rc \\ &= \frac{17,430}{360} \times 2\pi 76 \\ &= 23,12 \text{ meter} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} k &= Ls - \frac{Ls^3}{40 \times Rc^2} - Rc \sin \emptyset s \\ &= 18 - \frac{10^3}{40 \times 76^2} - 76 \sin 6,785 \\ &= 8,996 \text{ meter} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} p &= \frac{Ls^2}{6 \times Rc} - Rc (1 - \cos \emptyset s) \\ &= \frac{18^2}{6 \times 76} - 76 (1 - \cos 6,785) \\ &= 0,178 \text{ meter} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} Es &= (Rc + p) \sec \frac{1}{2} \Delta - Rc \\ &= (76 + 0,178) \sec \frac{1}{2} 31^\circ - 76 \\ &= 3,053 \text{ meter} \end{aligned}$$

Tabel 5.12 Rekapitulasi Perhitungan Alinyemen Horisontal (Tikungan 1)

Tikungan 1 Tipe S-C-S		Satuan
Rc	76	meter
Ls	18	meter
Δ	31	°
Yc	0,711	meter
$\emptyset s$	6,785	°
Δc	17,43	°
Lc	23,12	meter
k	8,996	meter
p	0,178	meter
Es	3,053	meter

b. Tikungan 2

Diketahui data lapangan :

$$R_c = 50 \text{ meter}$$

$$L_s = 20 \text{ meter}$$

$$\Delta = 63^\circ$$

Perhitungan yang dilakukan dengan menggunakan persamaan 3.3 sampai 3.21.

Berikut merupakan hasil rekapitulasi perhitungan tikungan 2.

Tabel 5.12 Rekapitulasi Perhitungan Alinyemen Horisontal (Tikungan 2)

Tikungan 2 Tipe S-C-S		Satuan
Rc	50	meter
Ls	20	meter
Δ	63	°
Yc	1,333	meter
\emptyset_s	11,459	°
Δ_c	40,082	°
Lc	34,978	meter
k	9,987	meter
p	0,337	meter
Es	9,036	meter

c. Tikungan 3

Diketahui data lapangan :

$$R_c = 60 \text{ meter}$$

$$L_s = 10 \text{ meter}$$

$$\Delta = 30^\circ$$

Perhitungan yang dilakukan dengan menggunakan persamaan 3.3 sampai 3.21.

Berikut merupakan hasil rekapitulasi perhitungan tikungan 3.

Tabel 5.13 Rekapitulasi Perhitungan Alinyemen Horisontal (Tikungan 3)

Tikungan 3 Tipe S-C-S		Satuan
Rc	60	meter
Ls	10	meter
Δ	30	°
Yc	0,278	meter
$\emptyset s$	4,775	°
Δc	20,451	°
Lc	21,416	meter
k	4,999	meter
p	0,070	meter
Es	2,189	meter

d. Tikungan 4

Diketahui data lapangan :

$$Rc = 76 \text{ meter}$$

$$Ls = 18 \text{ meter}$$

$$\Delta = 77^\circ$$

Perhitungan yang dilakukan dengan menggunakan persamaan 3.3 sampai 3.21.

Berikut merupakan hasil rekapitulasi perhitungan tikungan 4.

Tabel 5.14 Rekapitulasi Perhitungan Alinyemen Horisontal (Tikungan 4)

Tikungan 4 Tipe S-C-S		Satuan
Rc	76	meter
Ls	18	meter
Δ	77	°
Yc	0,711	meter
$\emptyset s$	6,785	°
Δc	63,430	°
Lc	84,137	meter
k	8,996	meter
p	0,178	meter
Es	21,339	meter

e. Tikungan 5

Diketahui data lapangan :

$$R_c = 40 \text{ meter}$$

$$L_s = 10 \text{ meter}$$

$$\Delta = 64^\circ$$

Perhitungan yang dilakukan dengan menggunakan persamaan 3.3 sampai 3.21.

Berikut merupakan hasil rekapitulasi perhitungan tikungan 5.

Tabel 5.15 Rekapitulasi Perhitungan Alinyemen Horisontal (Tikungan 5)

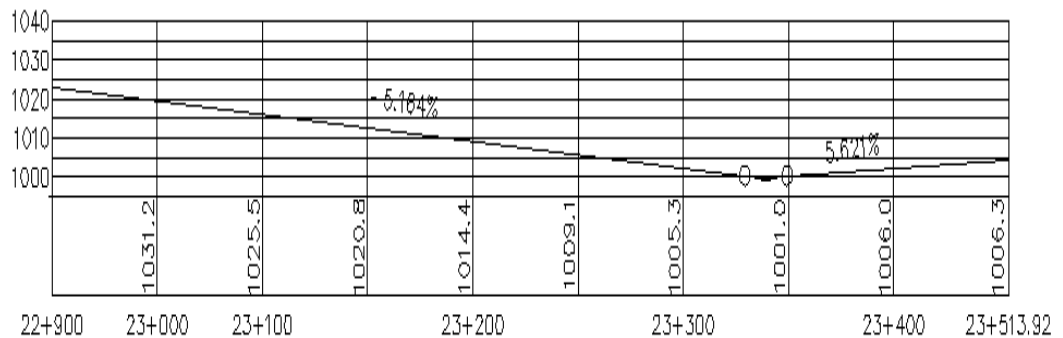
Tikungan 5 Tipe S-C-S		Satuan
Rc	40	meter
Ls	10	meter
Δ	64	°
Yc	0,417	meter
\emptyset_s	7,162	°
Δ_c	49,676	°
Lc	34,68	meter
k	4,997	meter
p	0,105	meter
Es	7,290	meter

3. Analisis *Redesign* Alinyemen Vertikal Alternatif 1

Setelah dilakukan analisis alinyemen horizontal existing, maka dilakukan analisis terhadap alinyemen vertikal existing.

a. Gambar alinyemen vertikal

Berikut merupakan gambar dari *redesign* alinyemen vertikal jalan Boyolali – Magelang km 22,9 – 23,4 dapat dilihat pada gambar 5.7.



Gambar 5.7 *Redesign* alternatif 1 alinyemen vertikal existing jalan Boyolali
– Magelang km 22,9 – km 23,4

b. Analisis alinyemen vertikal

Dari data pengukuran di lapangan menggunakan alat *theodolit* kemudian didapatkan kelandaian jalan pada tikungan tersebut, karena jalan tersebut termasuk jenis jalan datar jadi didapat 2 kelandaian saja, kemudian dari kelandaian tersebut didapatkan perhitungan seperti berikut ini.

$$g1 = -5,164 \% \text{ (turun)}$$

$$g2 = 5,621 \% \text{ (naik)}$$

$$\begin{aligned} \Delta &= g2 - g1 \\ &= 5,621 + 5,164 \\ &= 10,785 \% \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} L_v \text{ Serap Guncang} &= \frac{v^2 \times \Delta}{360} \\ &= \frac{30^2 \times 10,785}{360} \\ &= 26,9625 \text{ m} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 L_v \text{ Berdasarkan } J_h &= J_h^2 \times \frac{\Delta}{398} \\
 &= 30,96 \times \frac{10,785}{398} \\
 &= 25,974 \text{ m} \\
 L_v \text{ seharusnya} &= 20 - 30 \text{ m}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 EV1 &= \frac{\Delta \times L_v}{800} \\
 &= \frac{10,785 \times 26,9625}{800} \\
 &= 0,3635 \text{ m}
 \end{aligned}$$

Elevasi dan stasiun tiap pias

$$\begin{aligned}
 X1 &= \frac{L_v}{5} \\
 &= \frac{26,9625}{5} \\
 &= 5,3925 \text{ m} \\
 X2 &= 10,785 \text{ m} \\
 X3 &= 16,1775 \text{ m} \\
 X4 &= 21,57 \text{ m} \\
 X5 &= 26,9625 \text{ m}
 \end{aligned}$$

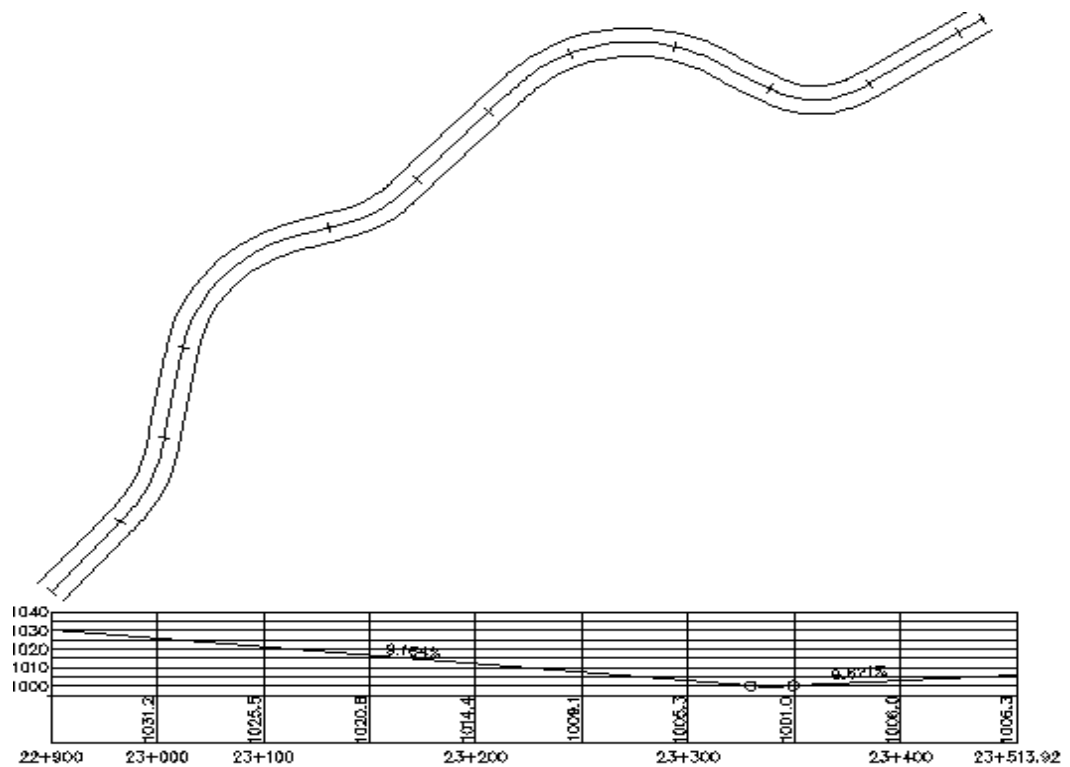
Untuk perhitungan pias selanjutnya dapat dilihat pada Tabel 5.16 rekapitulasi dan titik penting berikut ini.

Tabel 5.16 Rekapitulasi titik penting

No	Keterangan	Elevasi (meter)	Stasiun
1	Lv	26,9625	-
2	PVC	1006,265	23 + 325,711
3	PPV	1005,569	23 + 339,192
4	PVT	1006,327	23 + 352,673

4. Koordinasi alinyemen horizontal - alinyemen vertikal

Setelah dilakukan analisis alinyemen horizontal dan alinyemen vertikal existing, maka dilakukan koordinasi terhadap ruas jalan tersebut.



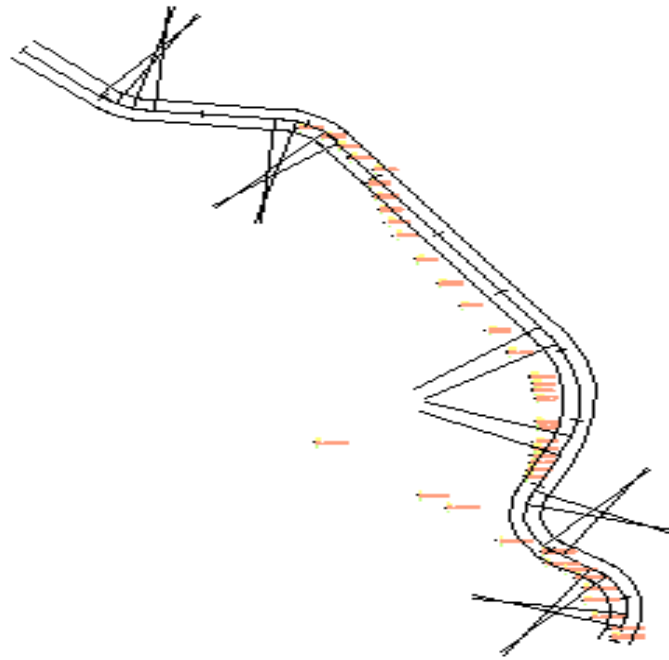
Gambar 5.8 Koordinasi *redesign* alternatif 1 alinyemen horizontal – alinyemen vertikal jalan Boyolali – Magelang km 22,9 – km 23,4

5.4 ANALISIS *REDESIGN* ALTERNATIF 2

5.4.1 Analisis *Redesign* Alinyemen Horizontal Alternatif 2

1. Gambar *redesign* alinyemen horizontal alternatif 2

Berikut merupakan gambar dari *redesign* alinyemen horizontal *existing* jalan Boyolali – Magelang km 22,9 – 23,4 dapat dilihat pada gambar 5.9.



Gambar 5.9 *Redesign* alternatif 2 alinyemen horisontal jalan Boyolali – Magelang
km 22,9 – km 23,4

2. Analisis *Redesign* Alinyemen Horisontal Alternatif 2

Data pengukuran di lapangan menggunakan alat *theodolit* kemudian bentuk tikungan diasumsikan tipe *spiral-circle-spiral* dan digambar menggunakan program *AutoCAD Civil 3D 2014* untuk lengkung horisontal pada tikungan didapatkan dari *trial* dengan *AutoCAD Civil 3D 2014* dan rekapitulasi analisis perhitungan tikungan alinyemen horisontal tersebut terdapat pada Tabel 5.4 sampai Tabel 5.10, sedangkan untuk hasil perhitungan tikungan alinyemen horisontal sebagai berikut.

a. Tikungan 1

Diketahui data lapangan :

$$R_c = 50 \text{ meter}$$

$$L_s = 10 \text{ meter}$$

$$\Delta = 35^\circ$$

Perhitungan :

$$\begin{aligned} Y_c &= \frac{Ls^2}{6xRc} \\ &= \frac{10^2}{6x50} \\ &= 0,333 \text{ meter} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \phi_s &= \frac{90}{\pi} \times \frac{Ls}{Rc} \\ &= \frac{90}{\pi} \times \frac{10}{50} \\ &= 5,730^\circ \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \Delta_c &= \Delta - 2 \phi_s \\ &= 35 - (2 \times 5,730) \\ &= 23,541^\circ \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} L_c &= \frac{\Delta_c}{360} \times 2\pi R_c \\ &= \frac{23,541}{360} \times 2\pi \cdot 50 \\ &= 20,543 \text{ meter} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} k &= Ls - \frac{Ls^3}{40 \times Rc^2} - Rc \sin \phi_s \\ &= 10 - \frac{10^3}{40 \times 50^2} - 50 \sin 5,730 \\ &= 4,998 \text{ meter} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} p &= \frac{Ls^2}{6 \times Rc} - Rc (1 - \cos \phi_s) \\ &= \frac{10^2}{6 \times 50} - 50 (1 - \cos 5,730) \\ &= 0,084 \text{ meter} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 E_s &= (R_c + p) \sec \frac{1}{2} \Delta - R_c \\
 &= (50 + 0,084) \sec \frac{1}{2} 35^\circ - 50 \\
 &= 2,514 \text{ meter}
 \end{aligned}$$

Tabel 5.17 Rekapitulasi Perhitungan Alinyemen Horisontal (Tikungan 1)

Tikungan 1 Tipe S-C-S		Satuan
Rc	50	meter
Ls	10	meter
Δ	35	°
Yc	0,333	meter
ϕ_s	5,730	°
Δ_c	23,541	°
Lc	20,543	meter
k	4,998	meter
p	0,084	meter
Es	2,514	meter

b. Tikungan 2

Diketahui data lapangan :

$$R_c = 50 \text{ meter}$$

$$L_s = 10 \text{ meter}$$

$$\Delta = 48^\circ$$

Perhitungan yang dilakukan dengan menggunakan persamaan 3.3 sampai 3.21.

Berikut merupakan hasil rekapitulasi perhitungan tikungan 2.

Tabel 5.17 Rekapitulasi Perhitungan Alinyemen Horisontal (Tikungan 2)

Tikungan 2 Tipe S-C-S		Satuan
Rc	50	meter
Ls	10	meter
Δ	48	°
Yc	0,333	meter
$\emptyset s$	5,73	°
Δc	36,541	°
Lc	31,888	meter
k	4,998	meter
p	0,084	meter
Es	4,823	meter

c. Tikungan 3

Diketahui data lapangan :

$$Rc = 76 \text{ meter}$$

$$Ls = 15 \text{ meter}$$

$$\Delta = 61^\circ$$

Perhitungan yang dilakukan dengan menggunakan persamaan 3.3 sampai 3.21.

Berikut merupakan hasil rekapitulasi perhitungan tikungan 3.

Tabel 5.18 Rekapitulasi Perhitungan Alinyemen Horisontal (Tikungan 3)

Tikungan 3 Tipe S-C-S		Satuan
Rc	76	meter
Ls	15	meter
Δ	61	°
Yc	0,493	meter
$\emptyset s$	5,654	°
Δc	49,692	°
Lc	65,913	meter
k	7,498	meter
p	0,124	meter
Es	12,349	meter

d. Tikungan 4

Diketahui data lapangan :

$$R_c = 30 \text{ meter}$$

$$L_s = 10 \text{ meter}$$

$$\Delta = 81^\circ$$

Perhitungan yang dilakukan dengan menggunakan persamaan 3.3 sampai 3.21.

Berikut merupakan hasil rekapitulasi perhitungan tikungan 4.

Tabel 5.19 Rekapitulasi Perhitungan Alinyemen Horisontal (Tikungan 4)

Tikungan 4 Tipe S-C-S		Satuan
Rc	30	meter
Ls	10	meter
Δ	81	°
Yc	0,556	meter
\emptyset_s	9,549	°
Δ_c	61,901	°
Lc	32,412	meter
k	4,995	meter
p	0,140	meter
Es	9,637	meter

e. Tikungan 5

Diketahui data lapangan :

$$R_c = 40 \text{ meter}$$

$$L_s = 10 \text{ meter}$$

$$\Delta = 75^\circ$$

Perhitungan yang dilakukan dengan menggunakan persamaan 3.3 sampai 3.21.

Berikut merupakan hasil rekapitulasi perhitungan tikungan 5.

Tabel 5.20 Rekapitulasi Perhitungan Alinyemen Horisontal (Tikungan 5)

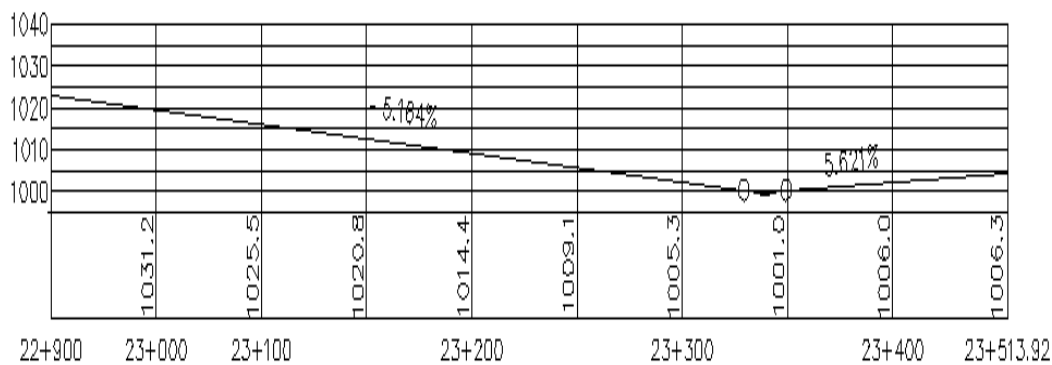
Tikungan 5 Tipe S-C-S		Satuan
Rc	40	meter
Ls	10	meter
Δ	75	°
Yc	0,417	meter
$\emptyset s$	7,162	°
Δc	60,676	°
Lc	42,360	meter
k	4,997	meter
p	0,105	meter
Es	10,551	meter

5.4.2 Analisis *Redesign* Alinyemen Vertikal Alternatif 2

Setelah dilakukan analisis alinyemen horizontal existing, maka dilakukan analisis terhadap alinyemen vertikal existing.

c. Gambar alinyemen vertikal

Berikut merupakan gambar dari *redesign* alinyemen vertikal jalan Boyolali – Magelang km 22,9 – 23,4 dapat dilihat pada gambar 5.10.



Gambar 5.10 *Redesign* alternatif 2 alinyemen vertikal existing jalan Boyolali – Magelang km 22,9 – km 23,4.

d. Analisis alinyemen vertikal

Dari data pengukuran di lapangan menggunakan alat *theodolit* kemudian didapatkan kelandaian jalan pada tikungan tersebut, karena jalan tersebut termasuk jenis jalan datar jadi didapat 2 kelandaian saja, kemudian dari kelandaian tersebut didapatkan perhitungan seperti berikut ini.

$$g1 = -5,164 \% \text{ (turun)}$$

$$g2 = 5,621 \% \text{ (naik)}$$

$$\begin{aligned} \Delta &= g2 - g1 \\ &= 5,621 + 5,164 \\ &= 10,785 \% \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Lv Serap Guncang} &= \frac{V^2 \times \Delta}{360} \\ &= \frac{30^2 \times 10,785}{360} \\ &= 26,9625 \text{ m} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Lv Berdasarkan Jh} &= Jh^2 \times \frac{\Delta}{398} \\ &= 30,96 \times \frac{10,785}{398} \\ &= 25,974 \text{ m} \end{aligned}$$

$$\text{Lv seharusnya} = 20 - 30 \text{ m}$$

$$\begin{aligned} \text{EV1} &= \frac{\Delta \times \text{Lv}}{800} \\ &= \frac{10,785 \times 26,9625}{800} \\ &= 0,3635 \text{ m} \end{aligned}$$

Elevasi dan stasiun tiap pias

$$\begin{aligned} \text{X1} &= \frac{\text{Lv}}{5} \\ &= \frac{26,9625}{5} \\ &= 5,3925 \text{ m} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} X2 &= 10,785 \text{ m} \\ X3 &= 16,1775 \text{ m} \\ X4 &= 21,57 \text{ m} \\ X5 &= 26,9625 \text{ m} \end{aligned}$$

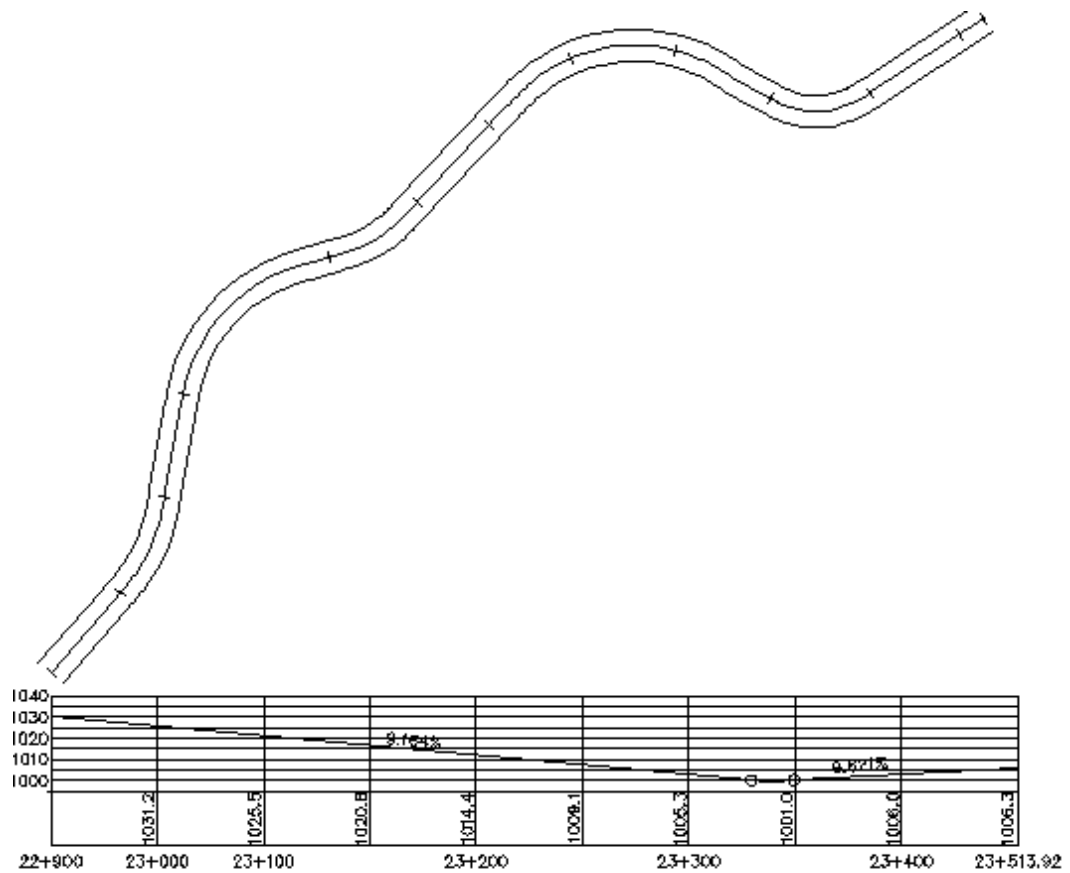
Untuk perhitungan pias selanjutnya dapat dilihat pada Tabel 5.16 rekapitulasi titik penting berikut ini.

Tabel 5.16 Rekapitulasi titik pias dan titik penting

No	Keterangan	Elevasi (meter)	Stasiun
1	Lv	26,9625	-
2	PVC	1006,265	23 + 325,711
3	PPV	1005,569	23 + 339,192
4	PVT	1006,327	23 + 352,673

4. Koordinasi alinyemen horizontal - alinyemen vertikal

Setelah dilakukan analisis alinyemen horizontal dan alinyemen vertikal existing, maka dilakukan koordinasi terhadap ruas jalan tersebut.



Gambar 5.11 Koordinasi *redesign* alternatif 2 alinyemen horizontal – alinyemen vertikal jalan Boyolali – Magelang km 22,9 – km 23,4

5.5 PEMBAHASAN

5.5.1 Pembahasan Lebar Jalur

Lebar jalur pada jalan Boyolali – Magelang KM 22,9 – 23,4 adalah 6 meter, dimana setiap lajunya mempunyai lebar 2,5 meter. Lebar lajur ini tidak memenuhi standar bina marga tahun 1997 untuk jalan kolektor kelas IIIA dan IIIB adalah 3,5 meter.

5.5.2 Pembahasan Kecepatan Lapangan

Pada jalan Boyolali – Magelang KM 22,9 – 23,4 terdapat 6 tikungan yang ditinjau kecepatan di lapangannya setiap tikungan karena faktor geometri tikungan.

Di setiap tikungan mempunyai waktu tempuh kendaraan seperti pada Lampiran 1 yang kemudian diolah untuk mendapatkan nilai kecepatan di lapangan, kondisi kecepatan di lapangan ini tidak memenuhi standar bina marga tahun 1997, karena untuk kecepatan kendaraan jalan kolektor kelas 3 yaitu 30 km/jam, hal ini bisa dipengaruhi keadaan lapangan dan kondisi pengemudi.

5.5.3 Pembahasan Analisis *Existing*

Dengan menggunakan program *AutoCAD Civil 3D* 2014 didapatkan bentuk lengkung horisontal berdasarkan pengukuran di lapangan. Bentuk lengkung pada tikungan 1 sampai tikungan 6 yaitu berupa *spiral-circle-spiral*, untuk mendapatkan jari-jari yang sesuai di lapangan menggunakan cara *trial*, ada penanda yang menjadi acuan bagian lengkung di lapangan, hal ini dikarenakan untuk mempermudah *trial* tersebut.

Dari hasil analisis dengan menggunakan *AutoCAD Civil 3D* 2014, tikungan 1 sampai tikungan 6 tidak memenuhi standar jalan kolektor kelas 3 pada bina marga tahun 1997.

Tabel 5.22 Rekapitulasi analisis *existing*

Jenis Analisis	Syarat	Kondisi lapangan	Satuan	Keterangan
Lebar Lajur	3,5	3	Meter	Tidak Terpenuhi
Lebar Bahu	2,5 (Tabel 3.8)	0	Meter	Tidak Terpenuhi
VLHR	Hari ke-1	9727	SMP/Hari	Tahun 2016
	Hari ke-2	10241	SMP/Hari	Tahun 2016
Jenis Jalan	Tabel 3.1	9984	SMP/Hari	Kolektor Kelas III
Kecepatan	20-40	30	Km/jam	Terpenuhi
Jarak Pandang Henti	30,96	6,85	Meter	Tidak Terpenuhi
Jarak Pandang Mendahului	155,82	6,85	Meter	Tidak Terpenuhi
Ruang Bebas Samping	11,73	3,6	Meter	Tidak Terpenuhi
	6,1	4		
	3,78	4		
Superelevasi	Untuk kecepatan 30 km/jam	10	%	Terpenuhi
		10		
		10		
Lengkung Vertikal	30	1,2	Meter	Tidak Terpenuhi
		22,72		
Tikungan 1 tipe S-C-S				
Jenis Analisis	Syarat	Kondisi lapangan	Satuan	Keterangan
Rc	30	23	meter	Tidak Terpenuhi
Ls	<18,85	10	meter	Tidak Terpenuhi
Δ	-	64	$^{\circ}$	-
Yc	-	0,725	meter	Tidak Terpenuhi
ϕ_s	-	12,456	$^{\circ}$	Tidak Terpenuhi
Δ_c	-	39,089	$^{\circ}$	-
Lc	>20	49,93	meter	Terpenuhi
k	-	4,992	meter	Tidak Terpenuhi

p	-	0,183	meter	Tidak Terpenuhi
Lanjutan Tabel 5.22 Rekapitulasi Analisis <i>Existing</i>				
Es	-	4,337	meter	-
Tikungan 2 tipe S-C-S				
Jenis Analisis	Syarat	Kondisi lapangan	Satuan	Keterangan
Rc	30	23	meter	Tidak Terpenuhi
Ls	<18,85	10	meter	Tidak Terpenuhi
Δ	-	88	°	-
Yc	-	0,725	meter	Tidak Terpenuhi
\emptyset s	-	12,456	°	Terpenuhi
Δ c	-	63,089	°	-
Lc	>20	25,325	meter	Terpenuhi
k	-	4,992	meter	Tidak Terpenuhi
p	-	0,183	meter	Tidak Terpenuhi
Es	-	9,229	meter	-
Tikungan 3 tipe S-C-S				
Jenis Analisis	Syarat	Kondisi lapangan	Satuan	Keterangan
Rc	30	40	meter	Terpenuhi
Ls	<18,85	5	meter	Tidak Terpenuhi
Δ	-	11	°	-
Yc	-	0,104	meter	Tidak Terpenuhi
\emptyset s	-	3,581	°	Tidak Terpenuhi
Δ c	-	3,838	°	-
Lc	>20	2,679	meter	Tidak Terpenuhi
k	-	2,5	meter	Tidak Terpenuhi

p	-	0,026	meter	Tidak Terpenuhi
Es	-	0,211	meter	-
Tikungan 4 tipe S-C-S				
Jenis Analisis	Syarat	Kondisi lapangan	Satuan	Keterangan
Rc	30	40	meter	Terpenuhi
Ls	<18,85	5	meter	Tidak Terpenuhi
Δ	-	11	$^{\circ}$	-
Yc	-	0,104	meter	Tidak Terpenuhi
$\emptyset s$	-	3,581	$^{\circ}$	Tidak Terpenuhi
Δc	-	3,838	$^{\circ}$	-
Lc	>20	2,679	meter	Tidak Terpenuhi
Jenis Analisis	Syarat	Kondisi lapangan	Satuan	Keterangan
k	19,98	2,5	meter	Tidak Terpenuhi
p	0,61	0,026	meter	Tidak Terpenuhi
Es	-	0,211	meter	-
Tikungan 5 tipe S-C-S				
Jenis Analisis	Syarat	Kondisi lapangan	Satuan	Keterangan
Rc	30	40	meter	Terpenuhi
Ls	<18,85	5	meter	Tidak Terpenuhi
Δ	-	11	$^{\circ}$	-
Yc	-	0,104	meter	Tidak Terpenuhi
$\emptyset s$	-	3,581	$^{\circ}$	Tidak Terpenuhi
Δc	-	3,838	$^{\circ}$	-
Lc	>20	2,679	meter	Tidak Terpenuhi
k	-	2,5	meter	Tidak Terpenuhi

p	-	0,026	meter	Tidak Terpenuhi
Lanjutan Tabel	5.22 Rekapitulasi Analisis Existing			
Es	-	0,211	meter	-
Tikungan 6 tipe S-C-S				
Jenis Analisis	Syarat	Kondisi lapangan	Satuan	Keterangan
Rc	30	40	meter	Terpenuhi
Ls	<18,85	5	meter	Tidak Terpenuhi
Δ	-	11	$^{\circ}$	-
Yc	-	0,104	meter	Tidak Terpenuhi
$\emptyset s$	-	3,581	$^{\circ}$	Tidak Terpenuhi
Δc	-	3,838	$^{\circ}$	-
Lc	>20	2,679	meter	Tidak Terpenuhi
k	-	2,5	meter	Tidak Terpenuhi
p	-	0,026	meter	Tidak Terpenuhi
Es	-	0,211	meter	-

5.5.4 Pembahasan Analisis Redesign

Dengan menggunakan program *AutoCAD Civil 3D 2014* didapatkan bentuk lengkung horisontal berdasarkan pengukuran di lapangan. Bentuk lengkung pada tikungan 1 sampai tikungan 5 yaitu berupa *spiral-circle-spiral*, untuk mendapatkan jari-jari yang sesuai di lapangan menggunakan cara *trial*, ada penanda yang menjadi acuan bagian lengkung di lapangan, hal ini dikarenakan untuk mempermudah *trial* tersebut.

Dari hasil analisis dengan menggunakan *AutoCAD Civil 3D 2014*, tikungan 1 sampai tikungan 5 sudah memenuhi standar jalan kolektor kelas 3 pada bina marga tahun 1997.

Tabel 5.23 Rekapitulasi analisis *redesign*

Jenis Analisis	Syarat	Hasil Redesign	Satuan	Keterangan
Lebar Lajur	3,5	3,5	Meter	Terpenuhi
Lebar Bahu	1,5	1,5	Meter	Terpenuhi
VLHR	Hari ke-1	9727	SMP/Hari	Tahun 2016
	Hari ke-2	10241	SMP/Hari	Tahun 2016
Jenis Jalan	Tabel 3.1	9984	SMP/Hari	Kolektor Kelas III
Kecepatan	20-40	30	Km/jam	Terpenuhi
Jarak Pandang Henti	30,96	31	Meter	Terpenuhi
Jarak Pandang Mendahului	155,82	6,85	Meter	Terpenuhi
Ruang Bebas Samping	11,73	3,6	Meter	Terpenuhi
	6,1	4		
	3,78	4		
Superelevasi	Untuk kecepatan 30 km/jam	10	%	Terpenuhi
		10		
		10		
Lengkung Vertikal	30	1,2	Meter	Terpenuhi
		22,72		
Tikungan 1 tipe S-C-S				
Jenis Analisis	Syarat	Hasil Redesign	Satuan	Keterangan
Rc	30	76	meter	Terpenuhi
Ls	<18,85	18	meter	Terpenuhi
Δ	-	31	$^{\circ}$	-
Yc	-	0,711	meter	Terpenuhi
ϕ_s	-	6,785	$^{\circ}$	Terpenuhi
Δ_c	-	17,43	$^{\circ}$	-
Lc	>20	23,12	meter	Terpenuhi
k	-	8,996	meter	Terpenuhi
p	-	0,178	meter	Terpenuhi

Es	-	3,053	meter	-
Lanjutan Tabel 5.23 Rekapitulasi Analisis Redesign				
Tikungan 2 tipe S-C-S				
Jenis Analisis	Syarat	Hasil Redesign	Satuan	Keterangan
Rc	30	50	meter	Terpenuhi
Ls	<18,85	20	meter	Terpenuhi
Δ	-	63	$^{\circ}$	-
Yc	-	1,333	meter	Terpenuhi
$\emptyset s$	-	11,459	$^{\circ}$	Terpenuhi
Δc	-	40,082	$^{\circ}$	-
Lc	>20	34,978	meter	Terpenuhi
k	-	9,987	meter	Terpenuhi
p	-	0,337	meter	Terpenuhi
Es	-	9,036	meter	-
Tikungan 3 tipe S-C-S				
Jenis Analisis	Syarat	Kondisi lapangan	Satuan	Keterangan
Rc	30	60	meter	Terpenuhi
Ls	<18,85	10	meter	Terpenuhi
Δ	-	30	$^{\circ}$	-
Yc	-	0,278	meter	Terpenuhi
$\emptyset s$	-	4,775	$^{\circ}$	Terpenuhi
Δc	-	20,451	$^{\circ}$	-
Lc	>20	21,416	meter	Terpenuhi
k	-	4,999	meter	Terpenuhi
p	-	0,070	meter	Terpenuhi
Es	-	2,189	meter	-

Lanjutan Tabel 5.23 Rekapitulasi Analisis *Redesign*

Tikungan 4 tipe S-C-S				
Jenis Analisis	Syarat	Kondisi lapangan	Satuan	Keterangan
Rc	30	76	meter	Terpenuhi
Ls	<18,85	18	meter	Terpenuhi
Δ	-	77	°	-
Yc	-	0,711	meter	Terpenuhi
$\emptyset s$	-	6,785	°	Terpenuhi
Δc	-	63,430	°	-
Lc	>20	84,137	meter	Terpenuhi
k	-	8,996	meter	Terpenuhi
p	-	0,178	meter	Terpenuhi
Es	-	21,339	meter	-
Tikungan 5 tipe S-C-S				
Jenis Analisis	Syarat	Kondisi lapangan	Satuan	Keterangan
Rc	30	40	meter	Terpenuhi
Ls	<18,85	10	meter	Terpenuhi
Δ	-	64	°	-
Yc	-	0,417	meter	Terpenuhi
$\emptyset s$	-	7,162	°	Terpenuhi
Δc	-	49,676	°	-
Lc	>20	34,68	meter	Terpenuhi
k	-	4,997	meter	Terpenuhi
p	-	0,105	meter	Terpenuhi
Es	-	7,290	meter	-

5.5.5 Penilaian Terhadap 2 Alternatif *Redesign*

Berikut merupakan hasil penilaian terhadap 2 alternatif *redesign* jalan Boyolali – Magelang km 22,9 – km 23,4. Penilaian terhadap 2 alternatif *redesign* dapat dilihat pada tabel 5.24 berikut ini.

Tabel 5.24 Penilaian Terhadap 2 Alternatif *Redesign*

Alternatif <i>Redesign</i>	Aspek yang dinilai	Keterangan
Alternatif 1	Keamanan	Tingkat keamanan pada alternatif ini sudah memenuhi syarat Bina Marga 1997. Aspek keamanan meliputi jarak pandang, kelengkapan jalan, kondisi tikungan, dan lebar jalur.
	Kesulitan pengerjaan	Tingkat kesulitan pengerjaan pada alternatif ini cukup sulit. Pengerjaan alternatif jalan ini terdapat tebing yang harus digali terlebih dahulu.
	Ketersediaan lahan	Ketersediaan lahan pada alternatif ini cukup sempit. Pada alternatif jalan ini terdapat tebing yang harus digali terlebih dahulu sehingga membuat pengerjaan cukup sulit dilakukan
	Biaya pengerjaan	Biaya Pengerjaan pada alternatif ini cukup besar. Pada alternatif jalan ini terdapat tebing yang harus digali terlebih dahulu sehingga membuat pekerjaan menjadi lebih lama dan memakan biaya yang cukup besar

Lanjutan Tabel 5.24 Penilaian Terhadap 2 Alternatif *Redesign*

Alternatif <i>Redesign</i>	Aspek yang dinilai	Keterangan
Alternatif 2	Keamanan	Tingkat keamanan pada alternatif ini sudah memenuhi syarat Bina Marga 1997. Aspek keamanan meliputi jarak pandang, kelengkapan jalan, kondisi tikungan, dan lebar jalur.
	Kesulitan pengerjaan	Tingkat kesulitan pengerjaan pada alternatif ini relatif mudah. Pengerjaan alternatif jalan ini dilakukan dengan cara melakukan penimbunan pada sisi kanan jalan yang terdapat lahan kosong untuk dilakukan pelebaran jalan.
	Ketersediaan lahan	Ketersediaan lahan pada alternatif ini cukup luas. Pada alternatif jalan ini terdapat lahan yang kosong di sisi kanan jalan yang dapat dijadikan pelebaran jalan tersebut.
	Biaya pengerjaan	Biaya Pengerjaan pada alternatif ini tidak terlalu besar. Pada alternatif jalan ini dilakukan pelebaran jalan pada sisi kanan jalan tersebut sehingga bisa mengurangi biaya pekerjaan dibandingkan dengan alternatif 1

Berdasarkan penilaian terhadap 2 alternatif diatas, maka dipilih salah satu alternatif yang memenuhi semua syarat Bina Marga 1997. Kedua alternatif tersebut sudah memenuhi semua persyaratan berdasarkan Bina Marga 1997, dan dipilih alternatif ke 2. *Redesign* alternatif ke 2 dipilih karena ditinjau dari segi kesulitan pengerjaan, ketersediaan lahan, dan biaya pengerjaannya yang lebih mudah dan efisien dibandingkan dengan alternatif 1.

BAB VI

KESIMPULAN DAN SARAN

6.1 KESIMPULAN

Pada bab sebelumnya menunjukkan hasil analisis kondisi eksisting dan desain alternatif, maka setelah itu didapatkan hasil kesimpulan untuk analisis kelayakan geometri tikungan berganda substandar pada jalan Boyolali – Magelang km 22,9 – km 23,4 yaitu sebagai berikut ini :

1. Kondisi *existing* pada jalan Boyolali – Magelang km 22,9 – km 23,4 seperti yang dapat dilihat pada pembahasan sebelumnya banyak terdapat kondisi yang tidak memenuhi standar Bina Marga 1997.
2. Dari hasil analisis kondisi *existing*, dapat dilihat bahwa kondisi jalan Boyolali – Magelang km 22,9 – km 23,4 tidak memenuhi syarat Bina Marga 1997, maka perlu dilakukan *redesign* terhadap jalan tersebut
3. Berdasarkan analisis dan pembahasan *redesign* jalan Boyolali – Magelang km 22,9 – 23,4, didapatkan 2 alternatif *redesign*. Dari 2 pilihan tersebut, diambil alternatif ke 2 karena mempertimbang aspek keamanan, ketersediaan lahan, kesulitan pengerjaan, dan biaya pengerjaan.

6.2 SARAN

Pada kesimpulan diatas maka saran yang diberikan adalah melakukan desain alternatif geometri jalan, maka pada bab sebelumnya berjudul desain alternatif untuk memenuhi kelayakan dari kekurangan standar geometri, adapun saran yang mendukung untuk memenuhi kelayakan desain alternatif sesuai standar geometri sebagai berikut ini :

1. Pada jalan Boyolali – Magelang km 22,9 – km 23,4, sebaiknya diberi rambu – rambu dan pencahayaan agar jarak pandang terpenuhi
2. Pada jalan Boyolali – Magelang km 22,9 – km 23,4, diberi bahu jalan agar mengurangi resiko kecelakaan yang terjadi.
3. Pada jalan Boyolali – Magelang km 22,9 – km 23,4, sebaiknya struktur jalan dilebarkan lagi agar memenuhi standar Bina Marga 1997 dan mengurangi resiko kecelakaan.

DAFTAR PUSTAKA

- Badan Standardisasi Nasional, 2004, *Geometrik Jalan Perkotaan* Badan Standardisasi Nasional Jakarta
- Direktorat Jenderal Bina Marga, 1990, *Speksifikasi Standar Untuk Perencanaan Geometrik Jalan Luar Kota (Rancangan Akhir)*. Sub Direktorat Perencanaan Teknis Bina Marga Jakarta
- Direktorat Jenderal Bina Marga, 1997, *Tata Cara Perencanaan Geometrik Jalan Antar Kota*, Departemen Pekerjaan Umum, Jakarta.
- Direktorat Jenderal Bina Marga, 1997, *Manual Kapasitas Jalan Indonesia*, Departemen Pekerjaan Umum, Jakarta.
- Direktorat Jenderal Tata Perkotaan dan Tata perdesaan, *Tata Cara Penyelenggaraan Pemisah Jalan Perkotaan* (No. 04/T/KOTDES/2001)
- Google Maps., 2016, *Peta Lokasi Penelitian Jalan Boyolali – Magelang KM 22,9-KM23,4*, (<https://google.co.id/maps/place/Jl+Boyolali+Magelang+Jawa+Tengah/>)
- Hendarsin, S. L., 2000, *Pedoman Teknik Jalan Raya*. Politeknik Negeri Bandung, Bandung
- Nurdin, M., 2013, *Evaluasi Tikungan Di Ruas Jalan Dekso-Samigaluh Kabupaten Kulonprogo*, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Yogyakarta
- Menteri Pekerjaan Umum, *Persyaratan Teknis Jalan Dan Kriteria Perencanaan Teknis Jalan* (No. 19/PRT/M/2011)
- Paksi, P., 2014, *Evaluasi dan Perbaikan Geometri Jalan pada Ruas Jalan Magelang - Yogyakarta Km. 12.9 - Km.13.3*, Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan Universitas Islam Indonesia
- Standar No. 031/T/BM/1999 / SK. No. 76/KPTS/Db/1999 ,Tata Cara Perencanaan Geometri Jalan Perkotaan.
- Suraji A, 2008, *Perancangan Geometrik Jalan*. Universitas Widyagama, Malang
- Wasta, A.S., 2014, *Analisis Kelayakan Geometri Jalan Pada Ruas Jalan Ring Road Selatan KM 36,7 – 37,4*, Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan Universitas Islam Indonesia

Lampiran 1 Data waktu tempuh kendaraan di lapangan

Kendaraan	Arah	
	Boyolali	Magelang
1	00:00'15''32	00:00'06''20
2	00:00'19''19	00:00'10''10
3	00:00'13''07	00:00'17''62
4	00:00'14''62	00:00'13''59
5	00:00'13''14	00:00'11''13
6	00:00'16''13	00:00'12''07
7	00:00'11''50	00:00'11''75
8	00:00'12''75	00:00'16''06
9	00:00'16''84	00:00'11''18
10	00:00'18''25	00:00'16''02
11	00:00'16''89	00:00'21''28
12	00:00'13''57	00:00'10''19
13	00:00'15''36	00:00'15''37
14	00:00'15''14	00:00'11''12
15	00:00'11''46	00:00'14''57
16	00:00'12''97	00:00'15''15
17	00:00'09''68	00:00'16''63
18	00:00'16''71	00:00'08''15
19	00:00'15''04	00:00'08''19
20	00:00'14''40	00:00'19''50
21	00:00'12''44	00:00'11''59
22	00:00'15''55	00:00'10''71
23	00:00'10''97	00:00'10''11
24	00:00'17''45	00:00'12''75
25	00:00'12''72	00:00'11''30
26	00:00'16''20	00:00'13''57
27	00:00'15''16	00:00'16''38
28	00:00'15''19	00:00'20''31
29	00:00'16''56	00:00'10''39
30	00:00'11''71	00:00'16''81
Total Waktu	00:07'15''98	00:06'39''79



JUDUL TUGAS AKHIR

**EVALUASI KELAYAKAN GEOMETRI
PADA RUAS JALAN BOYOLALI -
MAGELANG KM 22,9 - 23,4**

DIKERJAKAN OLEH :

FIDO NADAREZA

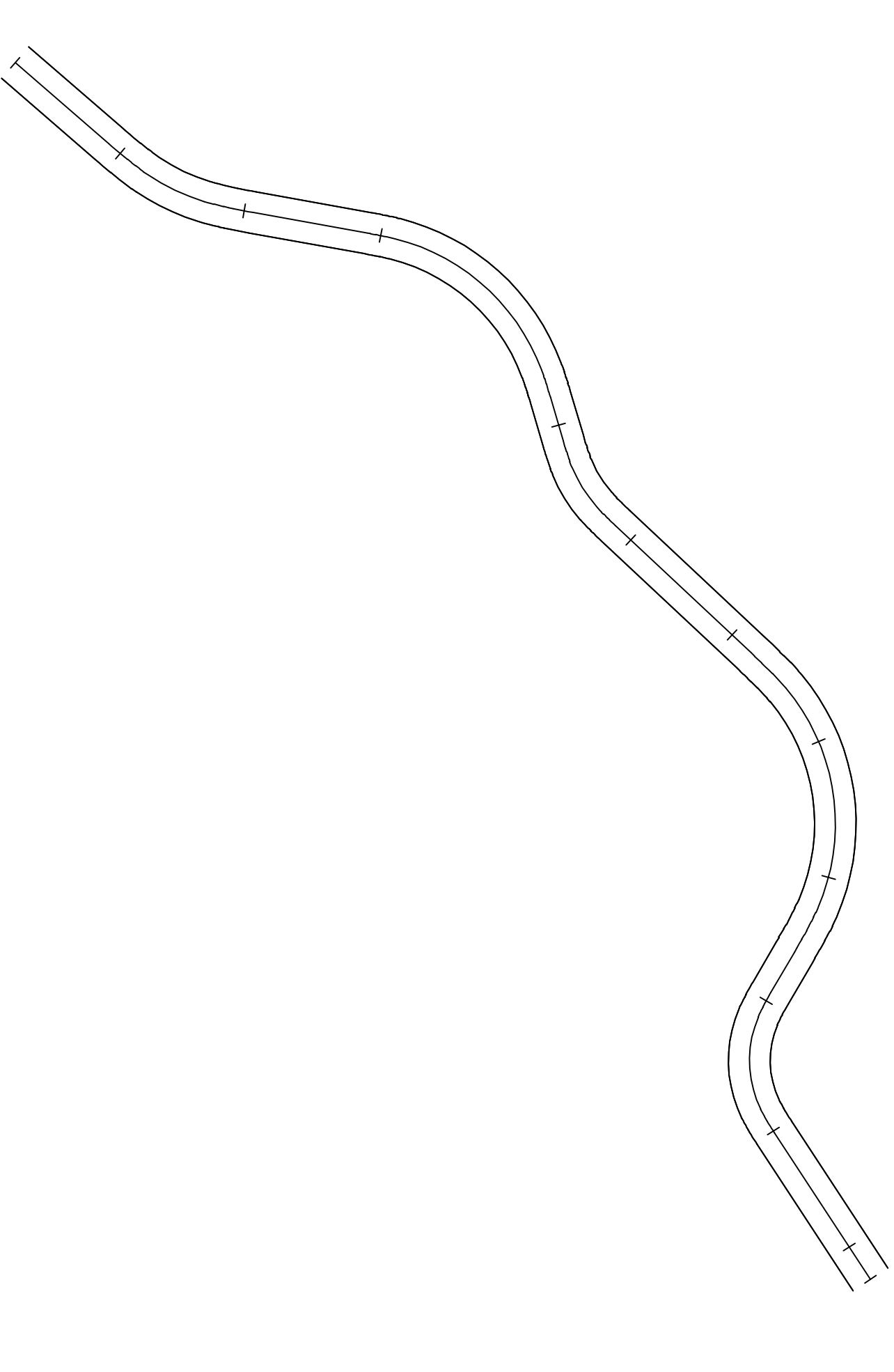
JUDUL GAMBAR

**Gambar Koordinasi Alinyemen
Horizontal - Vertikal Redesign 1**

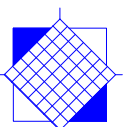
DISETUJUI OLEH :
DOSEN

FAZUL CHASANAH S.T, M.Sc

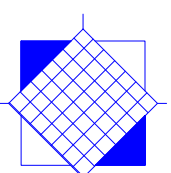
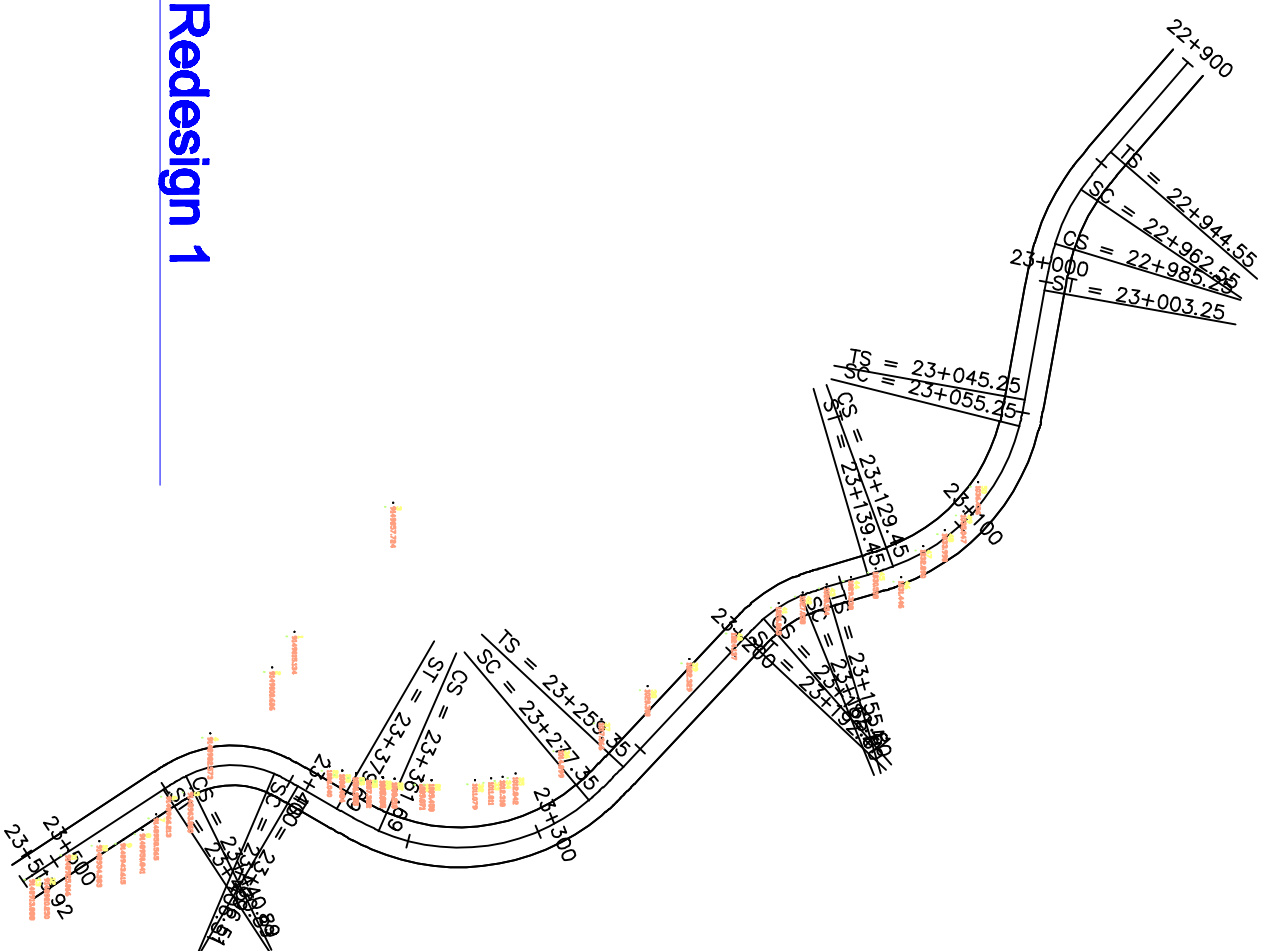
NOMER. LMBR JUMLAH LMBR



1040								
1030								
1020								
1010								
1000								
	22+900	23+000	23+100	23+200	23+300	23+400	23+513.92	
		1031.2	1025.5	1020.8	1014.4	1009.1	1005.3	
						1001.0	1001.0	
						1006.0		
								1006.3



Koordinasi Alinyemen Horizontal-Vertikal



Redesign 1



JUDUL TUGAS AKHIR

**EVALUASI KELAYAKAN GEOMETRI
PADA RUAS JALAN BOYOLALI -
MAGELANG KM 22,9 - 23,4**

DIKERJAKAN OLEH :

FIDO NADAREZA

JUDUL GAMBAR

Gambar Jalan Redesign

DISETUJUI OLEH :
DOSEN

FAZUL CHASANAH S.T, M.Sc

NOMER. LMBR JUMLAH LMBR



JUDUL TUGAS AKHIR

**EVALUASI KELAYAKAN GEOMETRI
PADA RUAS JALAN BOYOLALI -
MAGELANG KM 22,9 - 23,4**

DIKERJAKAN OLEH :

FIDO NADAREZA

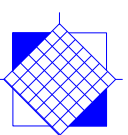
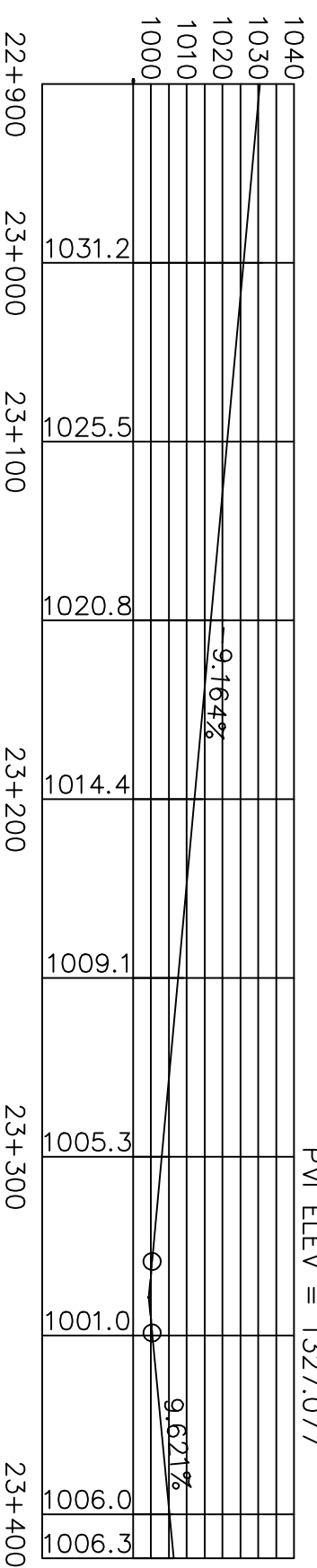
JUDUL GAMBAR

**Gambar Potongan Memanjang
Redesign 1**

DISETUJUI OLEH :
DOSEN

FAZUL CHASANAH S.T, M.Sc

NOMER. LMBR JUMLAH LMBR



Potongan Memanjang



JUDUL TUGAS AKHIR

**EVALUASI KELAYAKAN GEOMETRI
PADA RUAS JALAN BOYOLALI -
MAGELANG KM 22,9 - 23,4**

DIKERJAKAN OLEH :

FIDO NADAREZA

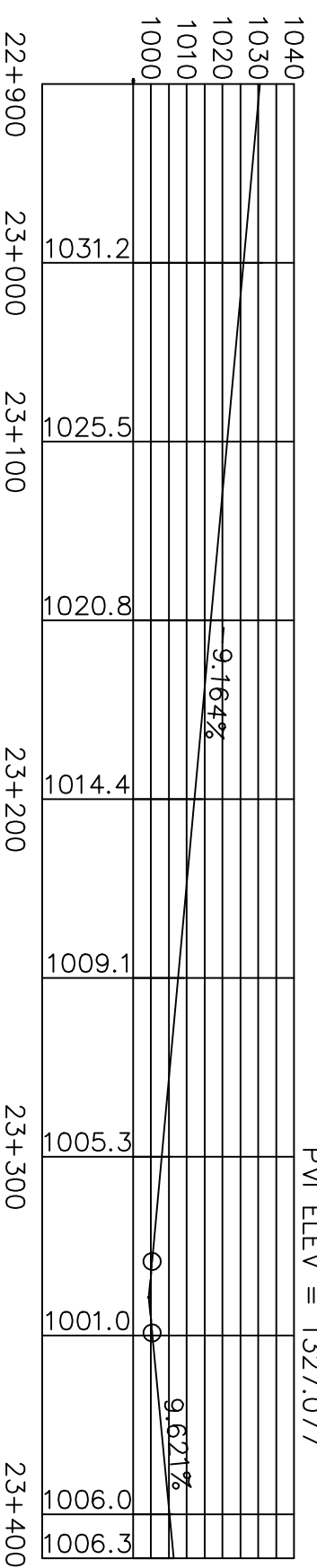
JUDUL GAMBAR

**Gambar Potongan Memanjang
Redesign 2**

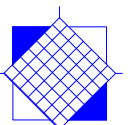
DISETUJUI OLEH :
DOSEN

FAZUL CHASANAH S.T, M.Sc

NOMER. LMBR JUMLAH LMBR



Potongan Memanjang





JUDUL TUGAS AKHIR

**EVALUASI KELAYAKAN GEOMETRI
PADA RUAS JALAN BOYOLALI -
MAGELANG KM 22,9 - 23,4**

DIKERJAKAN OLEH :

FIDO NADAREZA

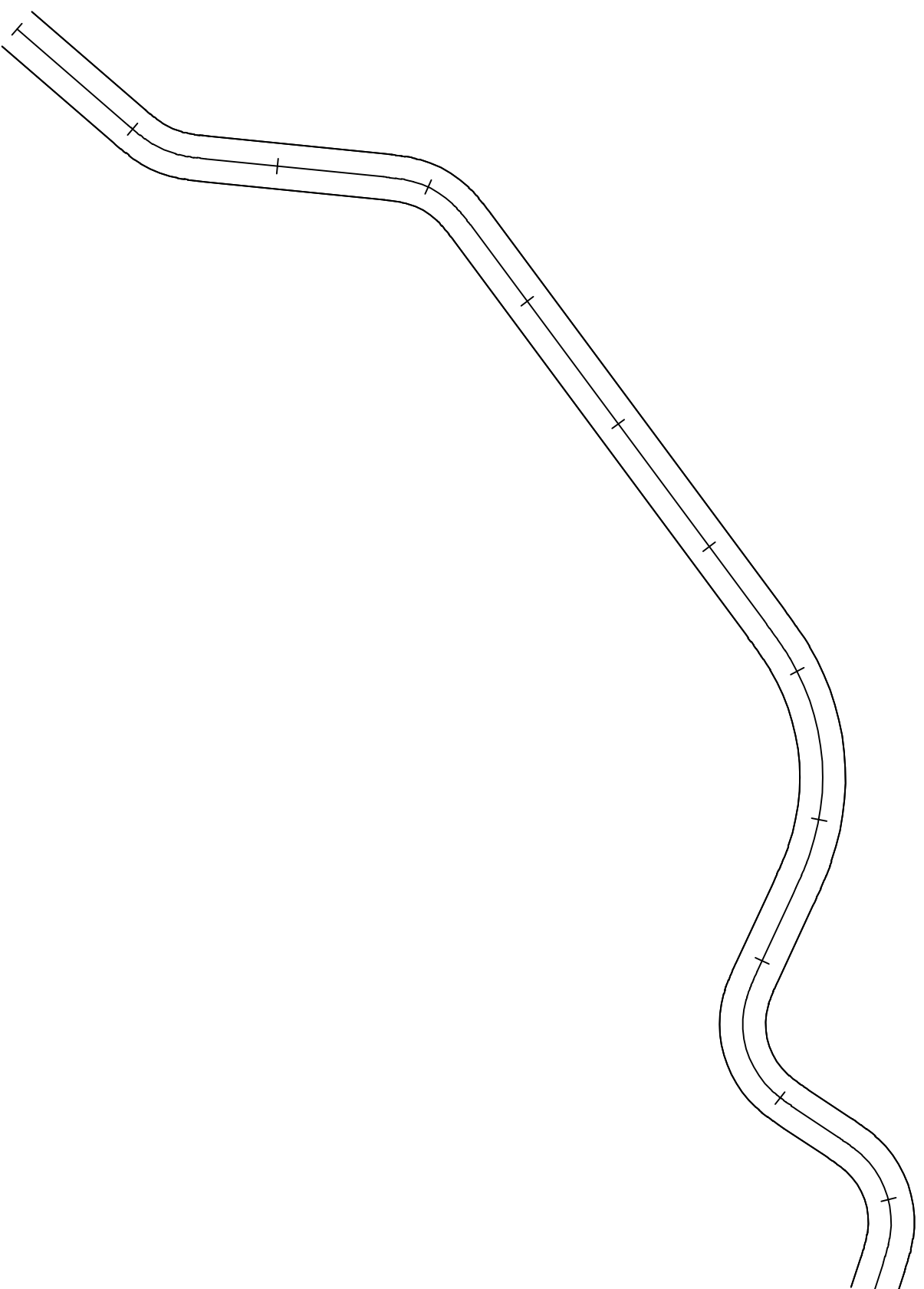
JUDUL GAMBAR

**Gambar Koordinasi Alinyemen
Horizontal - Vertikal Redesign 2**

DISETUJUI OLEH :
DOSEN

FAZUL CHASANAH S.T, M.Sc

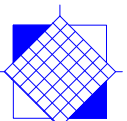
NOMER. LMBR JUMLAH LMBR



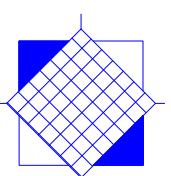
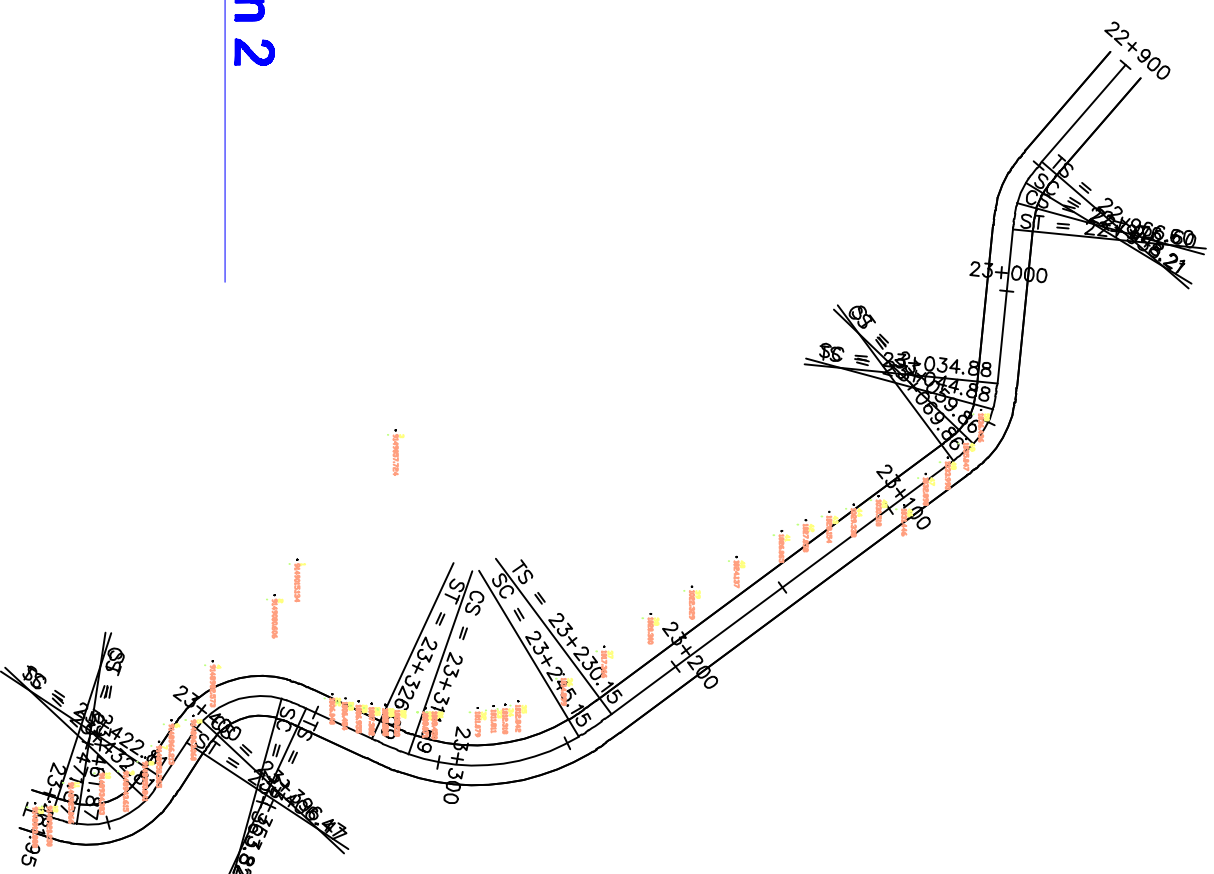
1040								
1030								
1020								
1010								
1000								
	22+900	23+000	23+100	23+200	23+300	23+400	23+481.95	
		1031.2	1025.5	1020.8	1014.4	1009.1	1005.3	1001.0
								1006.0
								1006.3

-9.164%

9.621%



Koordinasi Alinyemen Horizontal-Vertikal



Redesign 2



JUDUL TUGAS AKHIR

**EVALUASI KELAYAKAN GEOMETRI
PADA RUAS JALAN BOYOLALI -
MAGELANG KM 22,9 - 23,4**

DIKERJAKAN OLEH :

FIDO NADAREZA

JUDUL GAMBAR

Gambar Jalan Redesign

DISETUJUI OLEH :
DOSEN

FAZUL CHASANAH S.T, M.Sc

NOMER. LMBR JUMLAH LMBR



JUDUL TUGAS AKHIR

**EVALUASI KELAYAKAN GEOMETRI
PADA RUAS JALAN BOYOLALI -
MAGELANG KM 22,9 - 23,4**

DIKERJAKAN OLEH :

FIDO NADAREZA

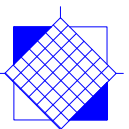
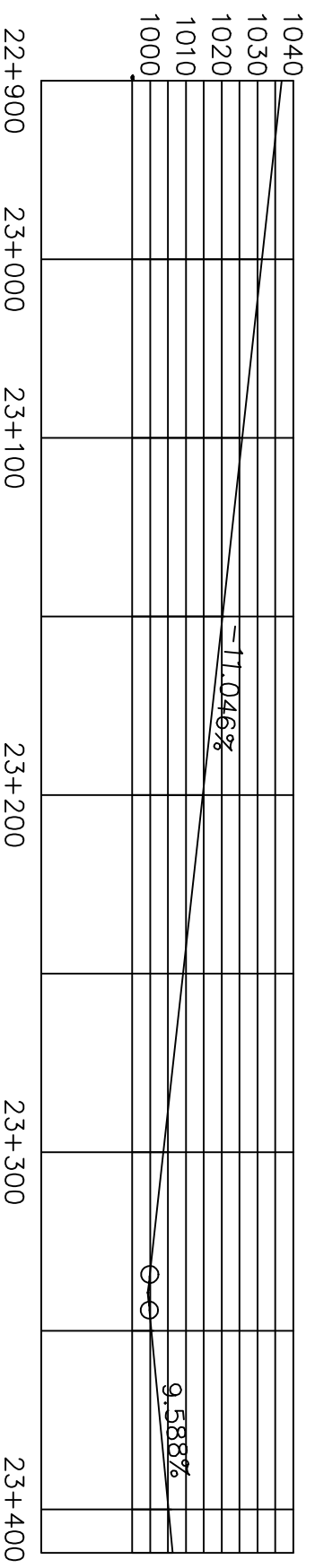
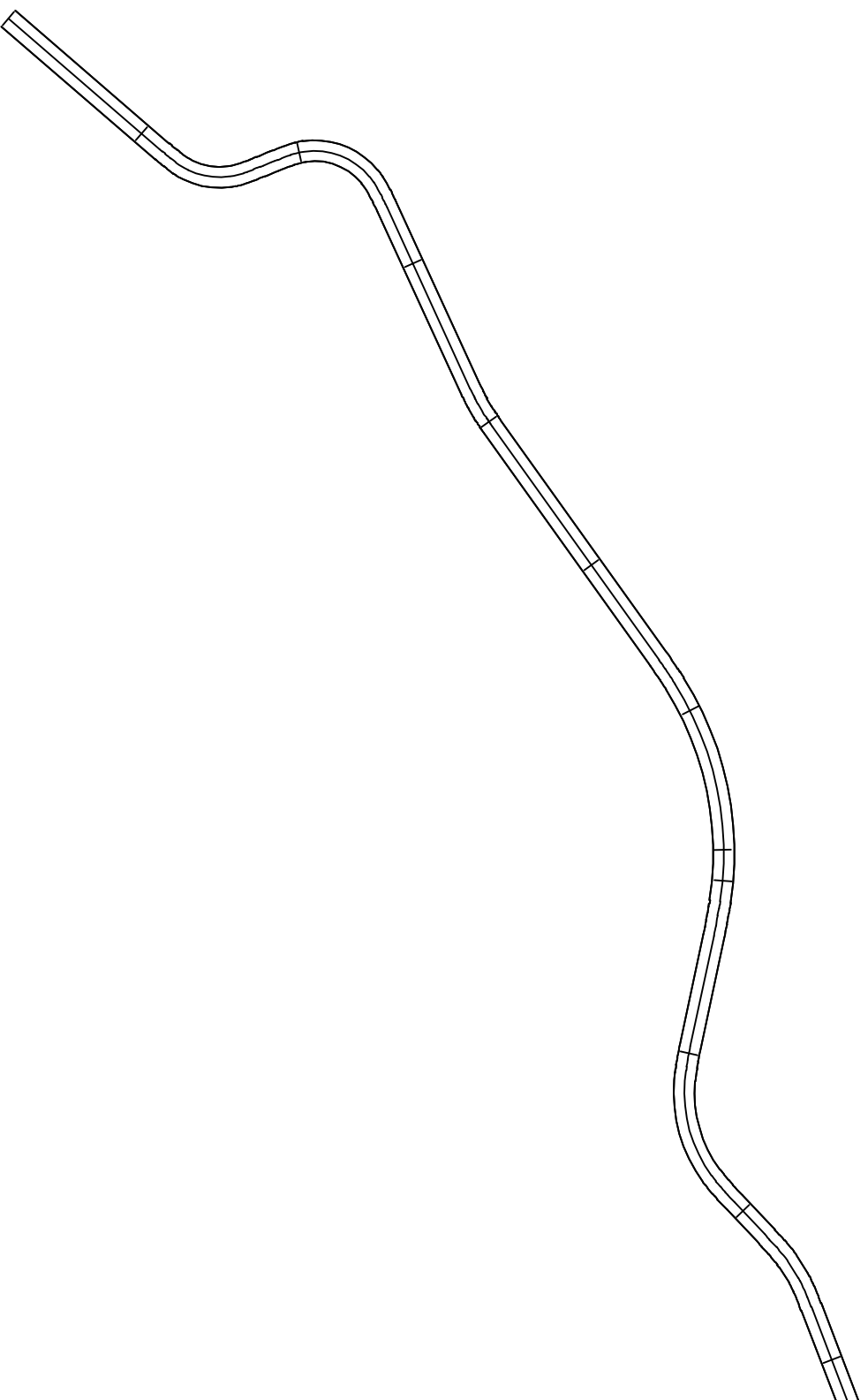
JUDUL GAMBAR

**Gambar Koordinasi Alinyemen
Horizontal - Vertikal Existing**

DISETUJUI OLEH :
DOSEN

FAZUL CHASANAH S.T, M.Sc

NOMER. LMBR JUMLAH LMBR



Koordinasi Alinyemen Horizontal-Vertikal



JUDUL TUGAS AKHIR

**EVALUASI KELAYAKAN GEOMETRI
PADA RUAS JALAN BOYOLALI -
MAGELANG KM 22,9 - 23,4**

DIKERJAKAN OLEH :

FIDO NADAREZA

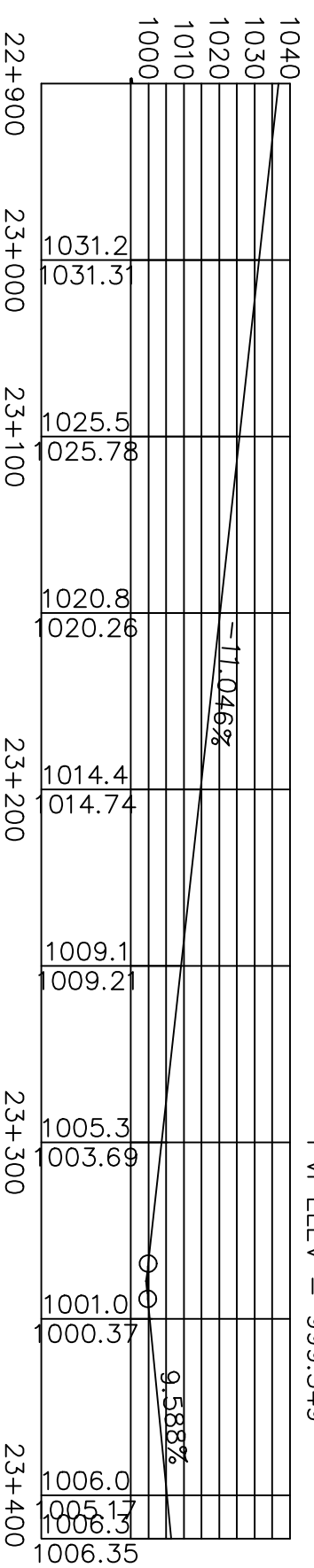
JUDUL GAMBAR

**Gambar Potongan Memanjang
Existing**

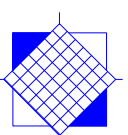
DISETUJUI OLEH :
DOSEN

FAZUL CHASANAH S.T, M.Sc

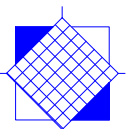
NOMER. LMBR JUMLAH LMBR



LOW POINT ELEV = 999.606
LOW POINT STA = 23+339.66
PVI STA = 23+339.31
PVI ELEV = 999.349



Potongan Memanjang



Jalan Existing





JUDUL TUGAS AKHIR

EVALUASI KELAYAKAN GEOMETRI
PADA RUAS JALAN BOYOLALI -
MAGELANG KM 22,9 - 23,4

DIKERAJAKAN OLEH :

FIDO NADAREZA

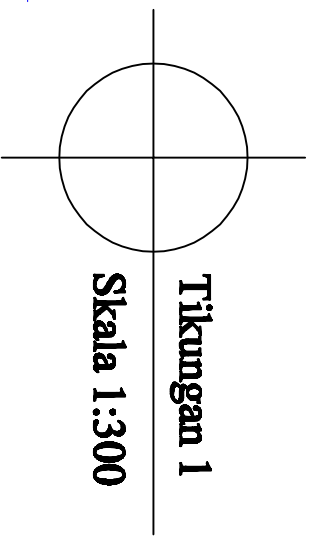
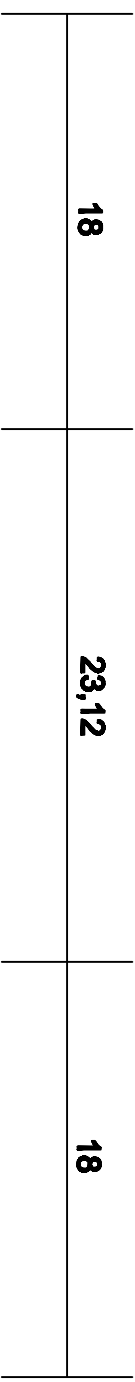
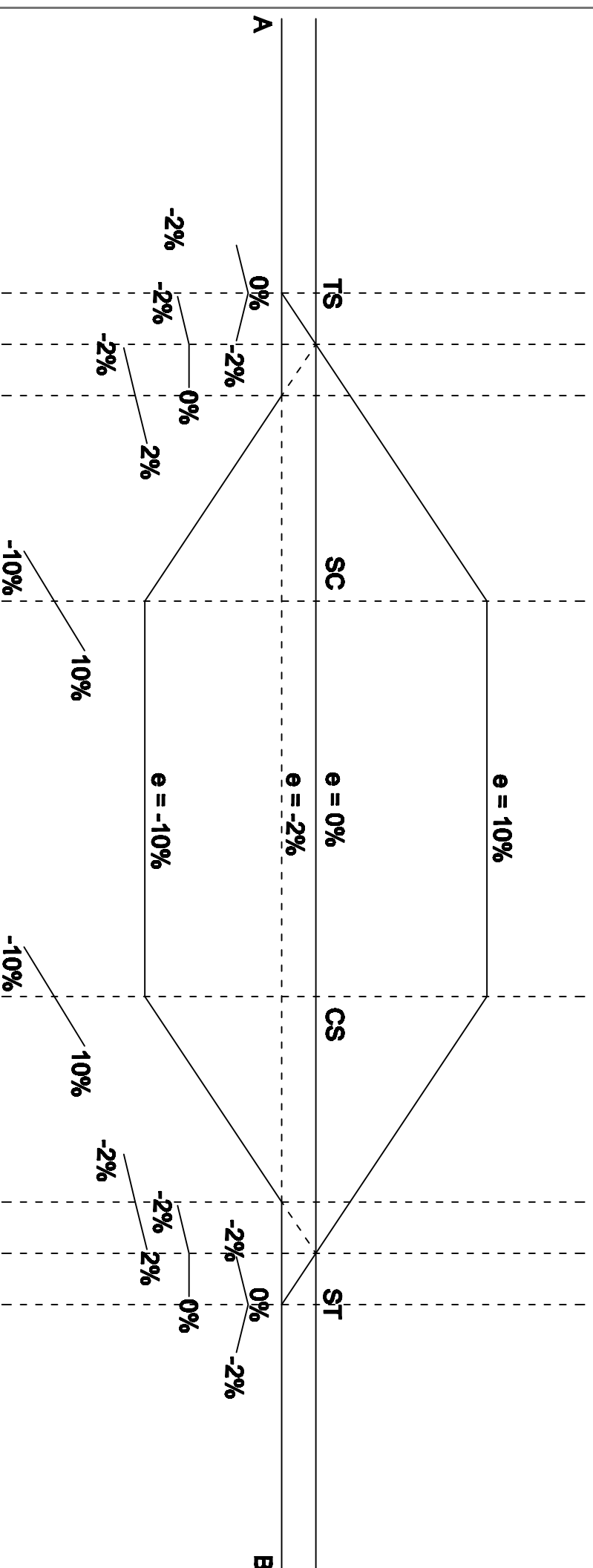
JUDUL GAMBAR

Diagram Super elevasi Redesign

DISETUJUI OLEH :
DOSEN

FAIZUL CHASANAH S.T, M.Sc

NOMER. LMBR JUMLAH LMBR





JUDUL TUGAS AKHIR

EVALUASI KELAYAKAN GEOMETRI
PADA RUAS JALAN BOYOLALI -
MAGELANG KM 22,9 - 23,4

DIKERAJAKAN OLEH :

FIDO NADAREZA

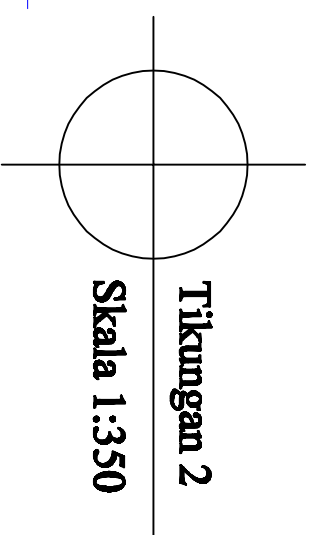
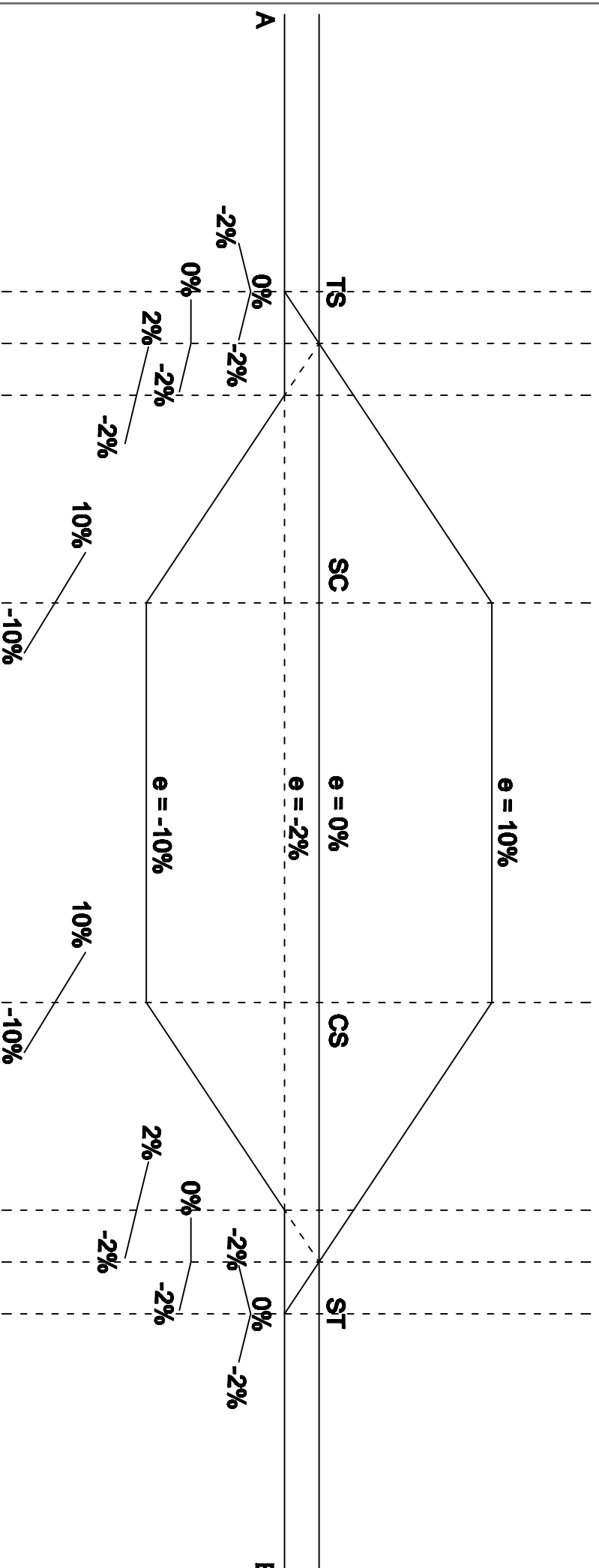
JUDUL GAMBAR

Diagram Superselevasi Redesign

DISETUJUI OLEH :
DOSEN

FAZUL CHASANAH S.T, M.Sc

NOMER. LMBR JUMLAH LMBR





JUDUL TUGAS AKHIR

EVALUASI KELAYAKAN GEOMETRI
PADA RUAS JALAN BOYOLALI -
MAGELANG KM 22,9 - 23,4

DIKERAJAKAN OLEH :

FIDO NADAREZA

JUDUL GAMBAR

Diagram Superelevasi Redesign

DISETUJUI OLEH :
DOSEN

FAIZUL CHASANAH S.T, M.Sc

NOMER. LMBR JUMLAH LMBR

