

TUGAS AKHIR

**EVALUASI GEOMETRIK DAN USULAN REDESAIN
GEOMETRIK JALAN WONOSARI –**

PRACIMANTORO

GEOMETRIC EVALUATION AND PROPOSED

GEOMETRIC REDESIGN OF WONOSARI -

PRACIMANTORO ROAD



Widika Rahmawan

13511090

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

2018

TUGAS AKHIR

EVALUASI GEOMETRIK DAN USULAN REDESAIN

GEOMETRIK JALAN WONOSARI –

PRACIMANTORO

GEOMETRIC EVALUATION AND PROPOSED

GEOMETRIC REDESIGN OF WONOSARI -

PRACIMANTORO ROAD

Disusun oleh:



Widika Rahmawan

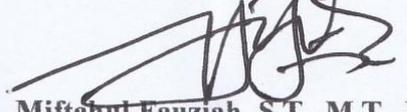
13511090

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

diuji pada tanggal, 2018

oleh Dewan Penguji:

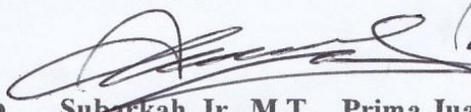
Pembimbing



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

NIK: 955110103

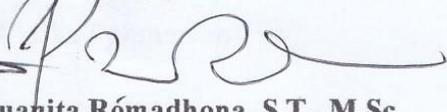
Penguji 1



Subarkah, Ir., M.T.

NIK: 865110101

Penguji 2

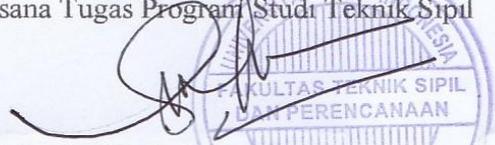


Prima Juanita Rómadhona, S.T., M.Sc

NIK: 135111103

Mengesahkan

Pelaksana Tugas Program Studi Teknik Sipil



Sri Amini Yuni Astuti, Dr., Ir., M.T.

NIK: 885110101



PERNYATAAN BEBAS PLAGIASI

Saya menyatakan dengan sesungguhnya bahwa laporan Tugas Akhir yang saya susun sebagai syarat untuk memenuhi salah satu persyaratan pada Program Studi Teknik Sipil 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, kaedah, dan etika penulisan karya ilmiah. Apabila dikemudian 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, 26 Juli 2018

Yang membuat pernyataan,



Widika Rahmawan

(13511090)

KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan kepada Tuhan Yang Maha Esa karena penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir yang berjudul *Redesain Alinyemen Horisontal dan Alinyemen Vertikal Ruas Jalan Wonosari – Pracimantoro Kabupaten Gunung Kidul Daerah Istimewa Yogyakarta*. Tugas Akhir ini merupakan salah satu syarat akademik dalam menyelesaikan studi tingkat strata satu di Prodi Teknik Sipil, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesia Yogyakarta.

Dalam penyusunan Tugas Akhir ini banyak hambatan yang dihadapi penulis, namun berkat saran, kritik, serta dorongan semangat dari berbagai pihak, Alhamdulillah Tugas Akhir ini dapat diselesaikan. Berkaitan dengan ini, penulis ingin mengucapkan terima kasih yang sedalam-dalamnya kepada:

1. Ibu Miftahul Fauziah ,S.T., M.T., Ph.D., selaku Dosen Pembimbing,
2. Bapak Ir. Subarkah M.T., dan Ibu Prima Juanita Romadhona S.T., M.Sc., selaku dosen penguji
3. Bapak dan Ibu penulis yang telah berkorban begitu banyak, baik material maupun spiritual, hingga selesainya Tugas Akhir ini.
4. Keluarga penulis yang membantu dari segi waktu, doa dan material
5. Rekan – rekan seperjuangan di Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan Universitas Islam Indonesia

Akhirnya Penulis berharap agar Tugas Akhir ini dapat bermanfaat bagi berbagai pihak yang membaca.

Yogyakarta, 26 Juli 2018

Widika Rahmawan

13511090

DAFTAR ISI

JUDUL	i
PENGESAHAN/PERSETUJUAN	ii
PERNYATAAN BEBAS PLAGIASI	iii
KATA PENGANTAR	iv
DAFTAR ISI	v
DAFTAR TABEL	vii
DAFTAR GAMBAR	viii
DAFTAR PUSTAKA	ix
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	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	4
2.1 Perencanaan Geometrik di Kabupaten Wonogiri	5
2.2 Perencanaan Geometrik Jalan di Kabupaten Sangkulirang	5
2.3 Perencanaan Geometrik Jalan Alternatif di Kota Serang	6
BAB III LANDASAN TEORI	8
3.1 Pengertian Jalan	8
3.2 Klasifikasi Jalan	8
3.2.1 Klasifikasi Menurut Fungsi Jalan	8
3.2.2 Klasifikasi Menurut Kelas Jalan	9
3.2.3 Klasifikasi Menurut Medan Jalan	9
3.2.2 Klasifikasi Menurut Wewenang Pembinaan Jalan	10
3.3 Geometri Jalan	10
3.4 Kriteria Perencanaan	11

3.4.1	Kecepatan Rencana	11
3.5	Bagian – Bagian Jalan	12
3.5.1	Daerah Manfaat Jalan	12
3.5.2	Daerah Milik Jalan	12
3.5.3	Daerah Pengawasan Jalan	12
3.6	Jarak Pandang	13
3.6.1	Jarak Pandang Henti	13
3.6.2	Jarak Pandang Mendahului	14
3.6.3	Daerah Bebas Samping Pada Tikungan	16
3.7	Alinemen <i>Horizontal</i>	16
3.7.1	Bagian Lurus	16
3.7.2	Tikungan	17
3.8	Alinemen Vertikal	29
3.8.1	Kelandaian Maksimum	29
3.8.2	Lengkung Vertikal	30
3.9	Koordinasi Alinemen	33
BAB IV METODE PENELITIAN		35
4.1	Rancangan Penelitian	35
4.2	Bagian – bagian yang Ditinjau	35
4.3	Lokasi Penelitian	36
4.4	Kondisi Geometrik <i>Eksisting</i>	37
4.5	Survei Pendahuluan	41
4.5.1	Data Primer	41
4.5.2	Data Sekunder	45
4.6	Teknik Analisi Data	45
4.6.1	Perhitungan Jarak Pandang	46
4.6.2	Perhitungan Alinyemen <i>Horizontal</i>	46
4.6.3	Perhitungan Alinyemen Vertikal	46
4.6.4	Hasil Analisis/Perhitungan	47
4.7	Bagan Alir Penelitian	47
BAB V ANALISIS DAN PEMBAHASAN		49

5.1 Hasil Pengambilan Data	49
5.1.1 Data Kecepatan Lapangan	49
5.1.2 Data Elevasi Medan Lapangan	59
5.1.3 Data Elevasi <i>Eksisting</i>	59
5.2 Analisis Data <i>Eksisting</i>	49
5.2.1 Analisis Kecepatan Lapangan	49
5.2.2 Analisis Klasifikasi Medan	50
5.2.3 Analisis Alinyemen <i>Horizontal Eksisting</i>	52
5.2.4 Analisis Jarak Pandang Henti	63
5.2.5 Analisis Jarak Pandang Mendahului	63
5.2.6 Analisis Alinyemen Vertikal <i>Eksisting</i>	64
5.2.7 Koordinasi Alinyemen	66
5.3 Analisis Data Perbaikan Geometri	68
5.3.1 Alinyemen <i>Horizontal</i>	68
5.3.2 Alinyemen Vertikal	83
5.3.3 Koordinasi Alinyemen	88
5.4 Pembahasan	90
5.4.1 Pembahasan Geometrik Eksisting	90
5.4.2 Pembahasan Usulan Perbaikan Geometri	91
5.4.2 Perbandingan Usulan Perbaikan Geometrik dengan Geometrik <i>Eksisting</i>	92
BAB VI SIMPULAN DAN SARAN	95
6.1 Simpulan	95
6.2 Saran	95
DAFTAR PUSTAKA	
LAMPIRAN	

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Perbandingan Penelitian	6
Tabel 3.1 Klasifikasi jalan raya menurut kelas jalan	9
Tabel 3.2 Klasifikasi Menurut Medan Jalan	10
Tabel 3.3 Kecepatan Rencana, V_r , Sesuai Klasifikasi Fungsi dan Klasifikasi Medan Jalan	12
Tabel 3.4 Panjang Bagian Lurus Maksimum	17
Tabel 3.5 Panjang Lengkung Peralihan (L_p) dan panjang pencapaian superelevasi (L_e) untuk jalan 1 jalur-2 lajur-2 arah	21
Tabel 3.6 Jari-jari Tikungan yang Tidak Memerlukan Lengkung Peralihan	22
Tabel 3.7 Pelebaran di Tikungan Untuk Jalan 1 Jalur 3 Lajur 2 x 3,5 m	24
Tabel 3.8 Pelebaran di Tikungan Untuk Jalan 1 Jalur 4 Lajur 2 x 3,0 m	25
Tabel 3.9 Kelandaian Maksimum yang Diizinkan	30
Tabel 3.10 Ketetapan Panjang Kritis	30
Tabel 3.11 Penentuan Faktor Penampilan Kenyamanan (Y)	31
Tabel 3.12 Panjang Minimum Lengkung Vertikal	32
Tabel 5.1 Klasifikasi Medan Jalan	51
Tabel 5.2 Data Perhitungan Tikungan 1 <i>Eksisting</i>	53
Tabel 5.3 Rekapitulasi Perhitungan Alinyemen <i>Horizontal</i> Tikungan 1 <i>Eksisting</i>	56
Tabel 5.4 Data Perhitungan Tikungan 2 <i>Eksisting</i>	57
Tabel 5.5 Rekapitulasi Perhitungan Alinyemen <i>Horizontal</i> Tikungan 2 <i>Eksisting</i>	58
Tabel 5.6 Rekapitulasi Hasil Perhitungan Alinyemen <i>Horizontal</i> Tikungan 1 dan Tikungan 2 <i>Eksisting</i>	59
Tabel 5.7 Rangkuman Kondisi Geometrik Eksisting	66
Tabel 5.8 Data Perhitungan Perbaikan Tikungan 1	69

Tabel 5.9 Rekapitulasi Perhitungan Alinyemen <i>Horizontal</i> Perbaikan Tikungan 1	69
Tabel 5.10 Data Perencanaan Pelebaran Tikungan 1	71
Tabel 5.11 Data Perhitungan Perbaikan Tikungan 2	72
Tabel 5.12 Rekapitulasi Perhitungan Alinyemen <i>Horizontal</i> Perbaikan Tikungan 2	73
Tabel 5.13 Rekapitulasi Perhitungan Stationing Alinyemen Horizontal Alternatif 1	74
Tabel 5.14 Rekapitulasi Perhitungan Daerah Bebas Samping Tikungan 1	79
Tabel 5.15 Rekapitulasi Perhitungan Daerah Bebas Samping Tikungan 2	80
Tabel 5.16 Rekapitulasi Perhitungan Pelebaran Perkerasan Tikungan 1	80
Tabel 5.17 Rekapitulasi Perhitungan Pelebaran Perkerasan Tikungan 2	80
Tabel 5.18 Rekapitulasi Hasil Perhitungan Alinyemen <i>Horizontal</i> Tikungan 1 dan Tikungan 2 Alternatif 1	81
Tabel 5.19 Rekapitulasi Hasil Perhitungan Alinyemen <i>Horizontal</i> Tikungan 1 dan Tikungan 2 Alternatif 2	81
Tabel 5.20 Perbandingan Geometrik Eksisting dengan Ditjen Bina Marga (1997)	90
Tabel 5.21 Perbandingan Geometrik Eksisting dengan Usulan Perbaikan Geometrik	92

DAFTAR GAMBAR

Gambar 3.1 Bagian – Bagian Damaja, Damija dan Dawasja	13
Gambar 3.2 Jarak Pandang Mendahului	15
Gambar 3.3 Metoda Pencapaian Superelevasi pada Tikungan Tipe <i>SCS</i>	23
Gambar 3.4 Metoda Pencapaian Superelevasi pada Tikungan Tipe <i>fC</i>	23
Gambar 3.5 Tikungan Gabungan Searah	27
Gambar 3.6 Tikungan Gabungan Balik	28
Gambar 3.7 Tikungan Gabungan Searah Dengan Bagian Sisipan Bagian Lurus 20 m	28
Gambar 3.8 Tikungan Gabungan Balik Dengan Bagian Sisipan Bagian Lurus 30 m	29
Gambar 3.9 Lengkung Vertikal Cembung	32
Gambar 3.10 Lengkung Vertikal Cekung	33
Gambar 4.1 Lokasi Penelitian Jalan Wonosari – Pracimantoro	36
Gambar 4.2 Kondisi Geometrik <i>Eksisting</i>	37
Gambar 4.3 Kondisi Geometrik <i>Eksisting</i>	38
Gambar 4.4 Kondisi Geometrik <i>Eksisting</i>	38
Gambar 4.5 Kondisi Geometrik <i>Eksisting</i>	39
Gambar 4.6 Kondisi Geometrik <i>Eksisting</i>	39
Gambar 4.7 Kondisi Geometrik <i>Eksisting</i>	40
Gambar 4.8 Kondisi Geometrik <i>Eksisting</i>	40
Gambar 4.9 Jarak Pandang Kendaraan	42
Gambar 4.10 Nivo Kotak	43
Gambar 4.11 Penempatan Alat Theodolit di Lapangan	44
Gambar 4.12 Titik Ukur pada Potongan Melintang di Lapangan	45
Gambar 4.13 Bagan Alir Penelitian	48
Gambar 5.1 Gambar Sketsa Jalan	52
Gambar 5.2 Superelevasi Tikungan 1	62
Gambar 5.3 Superelevasi Tikungan 2	62

Gambar 5.4 Alinyemen Vertikal Eksisting	65
Gambar 5.5 Koordinasi Alinyemen Eksisting	66
Gambar 5.6 Superelevasi Tikungan 1	79
Gambar 5.7 Superelevasi Tikungan 2	80
Gambar 5.8 Perencanaan Alinyemen Vertikal	84
Gambar 5.9 Koordinasi Perencanaan Perbaikan Alinyemen	88
Gambar 5.10 Koordinasi Perencanaan Alinyemen <i>Horizontal Eksisting</i> dengan Perbaikan Alinyemen Vertikal	89

DAFTAR LAMPIRAN

- Lampiran 1 Tabel Data Kecepatan Lapangan
- Lampiran 2 Tabel Data Elevasi Medan di Lapangan
- Lampiran 3 Tabel Data Pengambilan Elevasi *Eksisting*

ABSTRAK

Jalan merupakan tempat melintasnya transportasi darat yang dibuat untuk memenuhi kebutuhan masyarakat. Jalan Wonosari – Pracimantoro merupakan salah satu jalan penghubung antara Provinsi D.I. Yogyakarta dengan Provinsi Jawa Timur yang terdapat 2 buah tikungan gabungan balik sehingga menyulitkan pengemudi ketika melewatinya karena memiliki keterbatasan pandangan ketika melewati jalur tersebut. Untuk itu perlu dilakukan evaluasi terhadap kondisi geometrik *eksisting*.

Penelitian evaluasi geometrik *eksisting* dianalisis menggunakan data yang diperoleh dengan melakukan survei untuk mengetahui kondisi jalan. Data yang dibutuhkan berupa data elevasi, data jarak stasiun beserta titik – titik penting, data jarak pandang henti, dan data kecepatan. Selanjutnya dibandingkan dengan standar Ditjen Bina Marga (1997) yang kemudian dijadikan acuan untuk melakukan perbaikan geometrik berdasarkan alinyemen horisontal, alinyemen vertikal, dan koordinasi alinyemen. Kondisi geometrik yang ditinjau dibandingkan sesuai dengan standar yang ditetapkan oleh Ditjen Bina Marga (1997).

Berdasarkan hasil penelitian yang dilakukan di lapangan, diperoleh kondisi geometrik *eksisting* jalan berupa tikungan gabungan balik, kelandaian jalan sebesar 12,83 % dan 6 %, serta jarak pandang henti sebesar 39,469 m. Usulan perbaikan yang dilakukan dibuat dalam 2 alternatif dimana perubahan dilakukan pada alinyemen horisontal dan alinyemen vertikal pada usulan perbaikan 1. Sedangkan perbaikan pada alinyemen vertikal dikombinasikan dengan alinyemen horisontal *eksisting*. Hasil perbandingan antara geometrik *eksisting* dengan Ditjen Bina Marga (1997) menunjukkan bahwa geometrik *eksisting* tidak memenuhi syarat yang ditetapkan oleh Ditjen Bina Marga (1997) karena memiliki kelandaian jalan diatas 10 %. Alinyemen horisontal dan alinyemen vertikal yang tidak berhimpit. Jarak pandang henti sebesar 39,469 m dibawah standar Ditjen Bina Marga (1997) sebesar 60,868 m. Usulan perbaikan yang direkomendasikan dipilih alternatif 1 karena memiliki jarak antar tikungan yang lebih panjang serta panjang tikungan yang lebih pendek.

Kata kunci: Geometrik Eksisting, Ditjen Bina Marga (1997), Perbaikan Geometrik

ABSTRACT

The road is where land transportation passes through which is made to meet the needs of the community. Wonosari – Pracimantoro road is one of the connecting roads between D.I. Yogyakarta Province. with East Java Province which has 2 pieces of back combined turns making it difficult for motorists when passing because it has limited view when passing through the lane. Therefore, it is necessary to evaluate the existing geometric conditions.

Existing geometric evaluation studies were analyzed using data obtained by conducting surveys to determine road conditions. The data needed is in the form of elevation data, station distance data along with important points, data visibility, and speed data. Furthermore, it is compared with the Ditjen Bina Marga (1997) standard which is then used as a reference for geometric improvements based on horizontal alignment, vertical alignment, and alignment coordination. The geometric conditions reviewed are compared in accordance with the standards set by the Ditjen Bina Marga (1997).

Based on the results of research conducted in the field, the geometric conditions of road existing in the form of back combined bends, road slowness of 12.83% and 6%, and a visibility of 39,469 m. The proposed improvements made are made in 2 alternatives where changes are made to horizontal alignment and vertical alignment on proposed improvements 1. While improvements to vertical alignment are combined with existing horizontal alignment. The results of the comparison between the existing geometric with the Ditjen Bina Marga (1997) shows that the existing geometric does not meet the requirements set by the Ditjen Bina Marga (1997) because it has a road slope of more than 10%. Horizontal alignment and vertical alignment that do not coincide. The viewing distance is 39,469 m below the standard of the Ditjen Bina Marga (1997) of 60,868 m. The recommended improvement proposal is chosen alternative 1 because it has a longer distance between bends and a shorter bend length.

Keyword: Existing Geometric, Ditjen Bina Marga (1997), Geometric Improvement

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Perkembangan jalan raya merupakan salah satu hal yang selalu beriringan dengan kemajuan teknologi dan pemikiran manusia yang menggunakannya, Karenanya jalan merupakan fasilitas penting bagi manusia. Jalan Wonosari merupakan salah satu akses dari Kota Yogyakarta menuju Kabupaten Gunung Kidul dan Provinsi Jawa Tengah. Jalan Wonosari memiliki panjang 69 km. Berdasarkan klasifikasi administrasi pemerintahan jalan ini termasuk golongan jalan Nasional. Jalan Nasional merupakan jalan arteri dan jalan kolektor dalam sistem jaringan jalan primer yang menghubungkan antar ibukota Provinsi, dan jalan Nasional, serta jalan tol. Oleh karena itu kendaraan yang melalui jalan ini tidak hanya mobil atau motor saja, melainkan kendaraan berat seperti truk, bus, dan kontainer yang mengangkut berbagai macam barang untuk didistribusikan. Kendaraan berat dengan intensitas yang cukup tinggi dan pengaruh kondisi geografi dapat mempengaruhi kondisi jalan.

Kabupaten Gunung Kidul dikenal sebagai daerah berupa pegunungan kapur yang gersang dan tandus, namun memiliki destinasi wisata yang dapat menarik minat wisatawan untuk berkunjung. Hal tersebut tersebut menyebabkan meningkatnya angka lalulintas di jalan Wonosari. Dengan meningkatnya angka lalulintas maka kenyamanan dan keselamatan pengguna jalan harus dipandang secara komprehensif dari semua aspek perencanaan pekerjaan pembuatan suatu jalan.

Sebagian besar jalan Wonosari di Kabupaten Gunung Kidul berupa tanjakan dan turunan. Keadaan topografi di wilayah ini merupakan salah satu faktor yang sangat berpengaruh. Sebagai contoh, jalan Wonosari km 54+855 - km 55+105 merupakan jalan yang kurang nyaman dan aman untuk dilintasi. Tanjakan curam

yang diikuti tikungan gabungan balik arah serta tebing batu kapur di sisi kanan dan kiri jalan membatasi pandangan pengendara saat di tikungan. Kondisi jalan tersebut sering menimbulkan masalah. Tanjakan yang curam menjadi kendala bagi kendaraan bermuatan berat. Tak jarang *truck* yang melintas mengalami kerusakan berupa patah as roda. Oleh sebab itu, jalan Wonosari km 54+855 sampai km 55+105 perlu dilakukan perbaikan alinyemen pada proyek Preservasi Rehabilitasi Minor Yogyakarta Wonosari - Pracimantoro. Preservasi rehabilitasi jalan adalah tindakan pro-aktif untuk mempertahankan jalan pada fungsinya yang mampu memberikan jaminan terhadap perpanjangan umur jalan. Preservasi jalan terdiri dari tiga komponen utama yaitu: pemeliharaan preventif, pemeliharaan minor dan pemeliharaan rutin.

Pada proyek preservasi rehabilitasi minor Yogyakarta Wonosari - Pracimantoro yang dilaksanakan oleh PT. Perwita Konstruksi ini terdapat tiga paket pekerjaan, yaitu rehabilitasi minor Jalan Yogyakarta - Piyungan, rehabilitasi minor Jalan Wonosari – Pracimantoro (perbaikan alinemen), dan pemeliharaan preventif Yogyakarta - Wonosari - Pracimantoro. Lingkup pekerjaan yang terdapat pada rehabilitasi minor Jalan Wonosari - Pracimantoro berupa pekerjaan perbaikan alinemen.

1.2 Rumusan Masalah

Jalan Wonosari - Pracimantoro merupakan salah satu jalur penting yang menghubungkan Kota Yogyakarta dengan Kota Wonogiri dan merupakan jalur lintas Selatan dari beberapa kota di Jawa Timur. Adapun perumusan masalah dalam penelitian ini adalah sebagai berikut ini.

1. Apakah kondisi *eksisting* jalan Wonosari – Pracimantoro pada km 54+855 - km 55+105 sudah memenuhi standar Ditjen Bina Marga 1997?
2. Bagaimana usulan perbaikan geometri Wonosari jika tidak memenuhi standar Tata Cara Perencanaan Geometrik Jalan Antar Kota?

3. Bagaimana perbandingan geometri *eksisting* dengan perbaikan geometri usulan?

1.3 Tujuan

Adapun tujuan dari penelitian ini adalah sebagai berikut ini.

1. Mengevaluasi kondisi geometri *eksisting* jalan Wonosari – Pracimantoro pada km 54+855 - km 55+105.
2. Membuat usulan perbaikan / *redesign* geometri jalan Wonosari – Pracimantoro pada km 54+855 - km 55+105.
3. Membandingkan geometri *eksisting* jalan Wonosari – Pracimantoro pada km 54+855 - km 55+105 dengan standar Bina Marga 1997.

1.4 Manfaat

Sesuai dengan tujuan di atas manfaat maka dari kegiatan penelitian ini adalah sebagai berikut ini.

1. Memberikan informasi kepada Dinas Pekerjaan Umum Daerah Istimewa Yogyakarta mengenai kondisi geometri *eksisting* jalan Wonosari – Pracimantoro.
2. Memberikan bahan evaluasi kepada Dinas Pekerjaan Umum Daerah Istimewa Yogyakarta dalam melakukan perbaikan jalan agar meningkatkan kinerja dalam pelayanan terhadap lalu lintas.
3. Sebagai bahan referensi kepada mahasiswa yang akan menempuh Tugas Akhir.

1.5 Batasan Masalah

Untuk menghindari penelitian yang terlalu luas dan agar arah lebih fokus serta mempermudah penyelesaian masalah sesuai dengan tujuan yang hendak dicapai, maka perlu adanya pembatasan masalah sebagai berikut ini.

1. Data yang digunakan bersumber dari Proyek Rehabilitasi Minor Jalan Wonosari - Pracimantoro dan pengamatan di lapangan.

2. Metode perhitungan mengacu pada Tata Cara Perencanaan Geometrik Jalan Antar Kota (TPGJAK) Tahun 1997.
3. Geometri hanya meninjau alinemen vertikal dan alinemen *horizontal* tanpa memperhitungkan, drainase, dinding penahan tanah, dan kelengkapan jalan lain seperti rambu dan marka.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Perencanaan Geometrik Jalan di Kabupaten Wonogiri

Penelitian dilakukan oleh Utami (2010) dari Universitas Sebelas Maret Surakarta. Tujuan dilakukan penelitian adalah untuk mendapatkan rencana bentuk geometrik jalan sesuai kelas dan fungsinya yaitu jalan kelas II arteri yaitu pada Ruas Jalan Drono – Nganom Kecamatan Ngadirojo Kabupaten Wonogiri. Selain itu juga direncanakan tebal perkerasan pada jalan tersebut dan anggaran biaya yang dibutuhkan untuk pembuatan jalan tersebut.

Adapun beberapa pertimbangan yang digunakan dalam melakukan penilaian terhadap perbaikan keamanan, kenyamanan dan nilai ekonomis. Dari pertimbangan tersebut nantinya akan mendapatkan nilai dari analisis berdasarkan perencanaan alinyemen *horizontal*, alinyemen vertikal, perencanaan tebal perkerasan dan rencana anggaran biaya. Dari analisis alinyemen *horizontal* dengan kecepatan rencana (V_r) = 80 km / jam. Untuk hasil perhitungan alinyemen vertikal ruas jalan Drono - Nganom diperoleh 7 PPV. Untuk perencanaan pembangunan jalan Drono – Nganom dengan panjang 3320 m memerlukan biaya untuk pembangunan sebesar Rp. 13.353.972.925,00.

2.2 Perencanaan Geometrik Jalan di Kalimantan

Penelitian tersebut dilakukan oleh Santoso (2011) untuk merencanakan bentuk geometrik jalan sesuai kelas dan fungsinya yaitu pada ruas Jalan Tanjung Manis - Nilas Kecamatan Sangkulirang Kabupaten Kutai Timur. Dalam perencanaan

geometri tersebut pertimbangan yang digunakan dalam dua metode perbaikan yaitu: perbaikan keamanan dan kenyamanan. Berdasarkan analisis perencanaan alinyemen *horizontal* dan alinyemen vertikal diperoleh rancangan jalan dengan kecepatan rencana (V_r) = 50 km / jam.

2.3 Perencanaan Geometrik Jalan Alternatif di Kota Serang

Penelitian yang dilakukan oleh Pradana (2016) bertujuan untuk merencanakan bentuk geometrik jalan sesuai kelas dan fungsinya yaitu pada Ruas Jalan Alternatif Palima – Curug Kota Serang. Pertimbangan yang digunakan dalam melakukan penilaian dari metode tersebut, dengan perbaikan keamanan dan kenyamanan. Dari pertimbangan tersebut nantinya akan mendapatkan nilai dari analisis berdasarkan perencanaan alinyemen *horizontal*. Hasil dari analisis alinyemen *horizontal* dihasilkan perencanaan jalan dengan kecepatan rencana (V_r) = 60 km / jam.

Perbandingan penelitian yang dilakukan oleh penulis dengan ketiga penelitian yang pernah dilakukan tersebut dapat diamati pada Tabel 2.1.

Tabel 2.1 Perbandingan Penelitian

No		Utami (2010)	Santoso (2011)	Pradana (2016)	Penulis (2018)
1	Judul	Perencanaan Geometri Jalan Drono – Nganom Kabupaten Wonogiri	Perencanaan Geometri Jalan Tanjung Manis – Nilas Kalimantan Timur	Perencanaan Geometri Ruas Jalan Alternatif Palima – Curug Kota Serang	Evaluasi Geometrik dan Usulan Redisain Geometrik Jalan Wonosari – Pracimantoro
2	Lokasi	Kabupaten Wonogiri Jawa Tengah	Kabupaten Sangkulirang Kalimantan Timur	Kota Serang Jawa Barat	Kabupaten Gunung Kidul D.I. Yogyakarta
3	Metode	Bina Marga, (1997)	Bina Marga, (1997)	Bina Marga, (1997)	Bina Marga, (1997)
4	Hasil	Alinyemen <i>horizontal</i> dan alinyemen vertikal rencana, dan rencana anggaran biaya (RAB)	Alinyemen <i>horizontal</i> dan alinyemen vertikal rencana	Alinyemen <i>horizontal</i> rencana	Kondisi geometrik eksisting, dan usulan perbaikan geometrik

Sumber : Utami (2010); Santoso (2011); Pradana (2016)

BAB III

LANDASAN TEORI

3.1 Pengertian Jalan

Jalan adalah prasarana transportasi darat yang meliputi segala bagian jalan, termasuk bangunan pelengkap dan perlengkapannya yang diperuntukkan bagi lalu lintas, yang berada pada permukaan tanah, di atas permukaan tanah, di bawah permukaan tanah dan/atau air, serta di atas permukaan air, kecuali jalan kereta api, jalan lori, dan jalan kabel (Peraturan Pemerintah Nomor 34 Tahun 2006).

Jalan raya adalah jalur jalur tanah di atas permukaan bumi yang dibuat oleh manusia dengan bentuk, ukuran - ukuran dan jenis konstruksinya sehingga dapat digunakan untuk menyalurkan lalu lintas orang, hewan dan kendaraan yang mengangkut barang dari suatu tempat ke tempat lainnya dengan mudah dan cepat (Oglesby,1999).

3.2 Klasifikasi Jalan

Jalan raya pada umumnya dapat digolongkan dalam 4 klasifikasi yaitu: klasifikasi menurut fungsi jalan, klasifikasi menurut kelas jalan, klasifikasi menurut medan jalan dan klasifikasi menurut wewenang pembinaan jalan Ditjen Bina Marga (1997).

3.2.1 Klasifikasi Menurut Fungsi Jalan

Klasifikasi menurut fungsi jalan terdiri atas 3 golongan seperti berikut ini.

1. Jalan arteri, yaitu jalan yang melayani angkutan utama dengan ciri-ciri perjalanan rute jarak jauh, kecepatan rata – rata tinggi, dan jumlah jalan masuk dibatasi secara efisien.
2. Jalan kolektor, yaitu jalan yang melayani angkutan pengumpul/pembagi dengan ciri – ciri perjalanan jarak sedang, kecepatan rata – rata sedang dan jumlah jalan masuk dibatasi.
3. Jalan lokal, yaitu Jalan yang melayani angkutan setempat dengan ciri – ciri perjalanan jarak dekat, kecepatan rata – rata rendah, dan jumlah jalan masuk tidak dibatasi.

3.2.2 Klasifikasi Menurut Kelas Jalan

Klasifikasi menurut kelas jalan berkaitan dengan kemampuan jalan untuk menerima beban lalu lintas, dinyatakan dalam muatan sumbu terberat (MST) dalam satuan ton yang dapat dilihat pada Tabel 3.1.

Tabel 3.1 Klasifikasi Jalan Raya Menurut Kelas Jalan

Fungsi	Kelas	Muatan Sumbu Terberat/MST (ton)
Arteri	I	> 10
	II	10
	III A	8
Kolektor	III A	8
	III B	

Sumber : Ditjen Bina Marga, (1997)

3.2.3 Klasifikasi Menurut Medan Jalan

Medan jalan diklasifikasikan berdasarkan kondisi sebagian besar kemiringan medan yang diukur tegak lurus garis kontur. Keseragaman kondisi medan yang diproyeksikan harus mempertimbangkan keseragaman kondisi medan menurut rencana trase jalan dengan mengabaikan perubahan-perubahan pada bagian kecil dari segmen rencana jalan tersebut yang dapat dilihat pada Tabel 3.2.

Tabel 3.2 Klasifikasi Menurut Medan Jalan

No	Jenis Medan	Notasi	Kemiringan Medan (%)
1	Datar	D	< 3
2	Berbukit	B	3 – 25
3	Pegunungan	G	> 25

Sumber : Ditjen Bina Marga, (1997)

3.2.4 Klasifikasi Menurut Wewenang Pembinaan Jalan

Klasifikasi menurut wewenang pembinaannya terdiri dari Jalan Nasional, Jalan Provinsi, Jalan Kabupaten/Kotamadya dan Jalan Desa.

3.3 Geometri Jalan

Perencanaan pembuatan jalan haruslah mempertimbangkan beberapa faktor seperti diantaranya faktor keamanan dan kenyamanan agar mengurangi risiko kecelakaan terhadap pengguna jalan. Keberagaman kendaraan pengguna jalan menuntut jalan agar semua kendaraan baik berupa kendaraan angkutan orang maupun kendaraan angkutan barang dapat melalui jalan yang direncanakan.

Standar perencanaan adalah ketentuan yang memberikan batasan batasan dan metode perhitungan agar dihasilkan produk yang memenuhi persyaratan. Standar perencanaan geometrik untuk ruas jalan di Indonesia biasanya menggunakan peraturan resmi yang dikeluarkan oleh Direktorat Jenderal Bina Marga tentang

perencanaan geometrik jalan raya. Peraturan yang dipakai dalam studi ini adalah “Tata Cara Perencanaan Geometrik Jalan Antar Kota” yang dikeluarkan oleh Direktorat Jenderal Bina Marga dengan terbitan resmi No. 038 T/BM/1997 dan *American Association of State Highway and Transportation Officials 2001 (AASHTO 2001)*).

Perencanaan geometri jalan meliputi perencanaan alinyemen *horizontal* dan alinyemen vertikal yang pada keduanya terdapat hubungan yang menentukan koordinasi jalan. Alinyemen *horizontal* dan alinyemen vertikal harus dikoordinasikan sedemikian sehingga menghasilkan suatu bentuk jalan yang baik dalam arti memudahkan pengemudi mengemudikan kendaraannya dengan aman dan nyaman. Bentuk kesatuan ketiga elemen jalan tersebut diharapkan dapat memberikan kesan atau petunjuk kepada pengemudi akan bentuk jalan yang akan dilalui di depannya sehingga pengemudi dapat melakukan antisipasi lebih awal.

Kesalahan dalam perencanaan geometri jalan pada alinyemen *horizontal* dan alinyemen vertikal mengakibatkan tidak terkoordinasinya alinyemen *horizontal* dan alinyemen vertikal yang dapat membahayakan keselamatan pengguna jalan. Selain itu beberapa faktor seperti daerah bebas samping pada tikungan juga jarang terpenuhi dikarenakan faktor topografi sehingga menghalangi pandangan pengguna jalan saat melewati sebuah tikungan.

Perbaikan perencanaan jalan dapat dilakukan dengan memperhitungkan kembali alinyemen *horizontal* dan alinyemen vertikal agar menciptakan koordinasi yang baik serta pemberian daerah bebas samping pada tikungan yang menghalangi pandangan pengguna jalan yang dapat meningkatkan keamanan dan kenyamanan pengguna jalan.

3.4 Kriteria Perencanaan

Kriteria perencanaan jalan dipengaruhi oleh beberapa faktor diantaranya kendaraan rencana dan kecepatan rencana kendaraan.

3.4.1 Kecepatan Rencana

Kecepatan rencana, V_R , pada suatu ruas jalan 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. Kondisi medan yang sulit untuk dilalui, maka 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 3.3.

Tabel 3.3 Kecepatan Rencana, V_R , Sesuai Klasifikasi Fungsi dan Klasifikasi Medan Jalan

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 : Ditjen Bina Marga, (1997)

3.5 Bagian – Bagian Jalan

3.5.1 Ruang Manfaat Jalan (Rumaja)

Daerah manfaat jalan adalah ruang sepanjang jalan yang dibatasi oleh lebar tinggi dan kedalaman ruang batas tertentu. Ruang tersebut di peruntukan bagi medan, perkerasan jalan, jalur pemisah, bahu jalan, saluran tepi jalan, trotoar, lereng, ambang pengaman, timbunan dan galian, gorong-gorong, perlengkapan jalan dan bangunan pelengkap lainnya. Lebar Damaja di tetapkan oleh Pembina Jalan sesuai

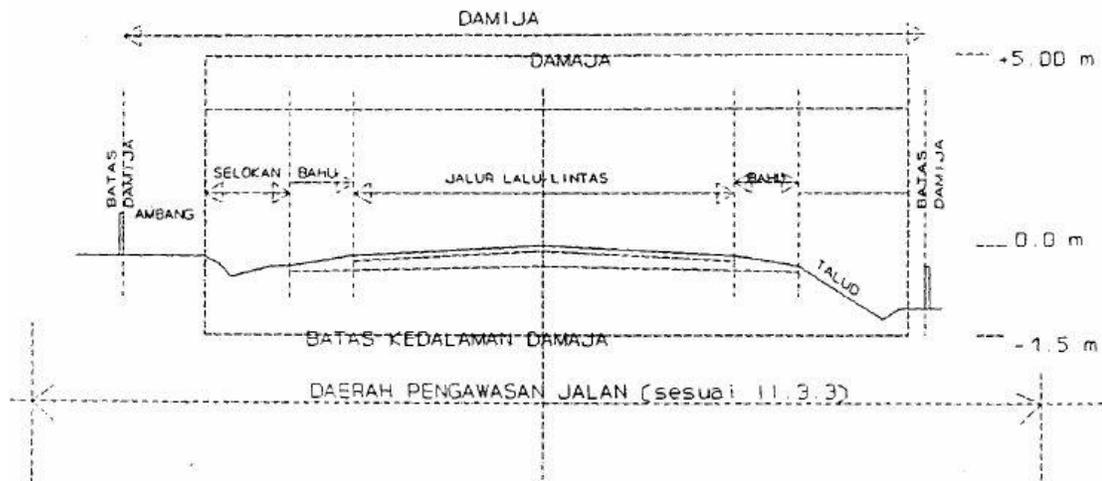
dengan keperluannya. Tinggi minimum 5,0 meter dan kedalam minimum 1,5 meter di ukur dari permukaan perkerasan.

3.5.2 Ruang Milik Jalan (Rumija)

Daerah milik jalan adalah ruang sepanjang jalan yang dibatasi oleh lebar dan tinggi tertentu yang dikuasai oleh pembina jalan dengan suatu hak tertentu sesuai dengan peraturan perundang-undangan yang berlaku. Daerah milik jalan di peruntukan bagi daerah manfaat jalan dan pelaksanaan maupun penambahan jalur lalu lintas di kemudian hari serta kebutuhan ruang untuk pengamanan jalan. (KD.No.43/AJ.007/DRJD/97)

3.5.3 Ruang Pengawasan Jalan (Ruwasja)

Daerah Pengawasan Jalan adalah sejalur tanah tertentu yang terletak di luar daerah milik jalan (ruas sepanjang jalan di luar Damija) yang penggunaannya diawasi oleh pembina jalan dengan maksud agar tidak mengganggu pandangan pengemudi dan konstruksi bangunan jalan dalam hal tidak cukup luasnya daerah milik jalan. Dawasja ditentukan berdasarkan kebutuhan terhadap pandangan pengemudi, ditetapkan oleh Pembina Jalan. Daerah Pengawasan Jalan dibatasi oleh : Lebar diukur dari As Jalan. Bagian – bagian jalan akan lebih jelas dengan mengamati Gambar 3.1.



Gambar 3.1 Bagian – Bagian Damaja, Damija dan Dawasja

Sumber : Ditjen Bina Marga, (1997)

3.6 Jarak Pandang

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 dibedakan menjadi dua jenis, yaitu Jarak Pandang Henti (Jh) dan Jarak Pandang Mendahului (Jd).

3.6.1 Jarak Pandang Henti

Jh 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 Jh. Jh diukur berdasarkan asumsi bahwa tinggi mata pengemudi adalah 105 cm dan tinggi halangan 15 cm diukur dari permukaan jalan. Jh terdiri atas 2 elemen jarak, yaitu sebagai berikut ini.

1. Jarak tanggap (Jht) adalah jarak yang ditempuh oleh kendaraan sejak pengemudi melihat suatu halangan yang menyebabkan ia harus berhenti sampai saat pengemudi menginjak rem

2. Jarak pengereman (J_h) adalah jarak yang dibutuhkan untuk menghentikan kendaraan sejak pengemudi menginjak rem sampai kendaraan berhenti.

J_h , dalam satuan meter, dapat dihitung dengan Persamaan 3.1 sebagai berikut ini.

$$J_h = \frac{V_r}{3,6} T + \frac{\left(\frac{V_r}{3,6}\right)^2}{2gf} \quad (3.1)$$

dengan :

V_r = kecepatan rencana (km/jam),

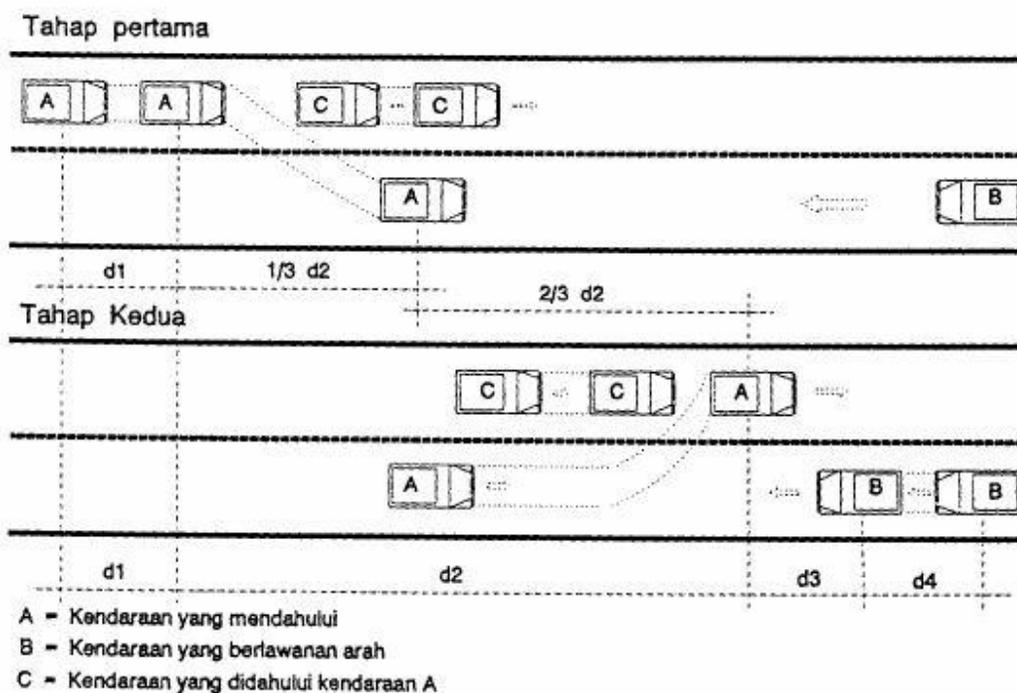
T = waktu tanggap, ditetapkan 2,5 detik,

g = percepatan gravitasi, ditetapkan 9,8 m/det², dan

f = koefisien gesek memanjang perkerasan jalan aspal, ditetapkan 0,35-0,55.

3.6.2 Jarak Pandang Mendahului

Jarak pandang mendahului (J_d) adalah jarak yang memungkinkan suatu kendaraan mendahului kendaraan lain di depannya dengan aman sampai kendaraan tersebut kembali ke lajur semula. J_d diukur berdasarkan asumsi bahwa tinggi mata pengemudi adalah 105 cm dan tinggi halangan adalah 105 cm. Daerah mendahului harus disebar di sepanjang jalan dengan jumlah panjang minimum 30% dari panjang total ruas jalan tersebut. Penjelasan mengenai jarak pandang mendahului dapat melihat Gambar 3.1.



Gambar 3.2 Jarak Pandang Mendahului

Sumber : Ditjen Bina Marga, (1997)

Perhitungan jarak pandang mendahului, dalam satuan meter ditentukan dengan Persamaan 3.2 sebagai berikut ini.

$$Jd = d1 + d2 + d3 + d4 \quad (3.2)$$

dengan :

- d1 = jarak yang ditempuh selama waktu tanggap (m),
- d2 = jarak yang ditempuh selama mendahului sampai dengan kembali ke lajur semula (m),
- d3 = jarak antara kendaraan yang mendahului dengan kendaraan yang datang dari arah berlawanan setelah proses mendahului selesai (m), dan
- d4 = jarak yang ditempuh oleh kendaraan yang datang dari arah berlawanan, yang besarnya diambil sama dengan $2/3 d2$ (m).

3.6.3 Daerah Bebas Samping pada Tikungan

Daerah bebas samping di tikungan adalah ruang untuk menjamin kebebasan pandang di tikungan sehingga J_h dipenuhi. Daerah bebas samping dimaksudkan untuk memberikan kemudahan pandangan di tikungan dengan membebaskan obyek-obyek penghalang sejauh E (m), diukur dari garis tengah lajur dalam sampai obyek penghalang pandangan sehingga persyaratan J_h dipenuhi.

Daerah bebas samping di tikungan dapat dihitung berdasarkan Persamaan 3.3 dan 3.4 sebagai berikut ini.

$$1. \text{ Jika } J_h < L_t : E = R \times \left\{ 1 - \cos \left(\frac{90^\circ \times J_h}{\pi \times R} \right) \right\} \quad (3.3)$$

$$2. \text{ Jika } J_h > L_t : E = R \times \left\{ 1 - \cos \left(\frac{90^\circ \times J_h}{\pi \times R} \right) \right\} \times \frac{1}{2} \times (J_h - L_t) \times \sin \left(\frac{90^\circ \times J_h}{\pi \times R} \right) \quad (3.4)$$

dengan: R = Jari jari tikungan (m),

J_h = Jarak pandang henti (m), dan

L_t = Panjang tikungan (m).

3.7 Alinyemen *Horizontal*

Alinyemen *horizontal* terdiri atas bagian lurus dan bagian lengkung (disebut juga tikungan). Perencanaan geometri pada bagian lengkung dimaksudkan untuk mengimbangi gaya sentrifugal yang diterima oleh kendaraan yang berjalan pada kecepatan (V_R) dengan mempertimbangkan keselamatan pemakai jalan, jarak pandang dan daerah bebas samping jalan.

3.7.1 Bagian Lurus

Pertimbangan 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 V_R). Panjang bagian lurus dapat ditetapkan dari Tabel 3.4.

Tabel 3.4 Panjang Bagian Lurus Maksimum

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

Sumber : Ditjen Bina Marga, (1997)

3.7.2 Tikungan

Bentuk bagian lengkung dapat berupa:

1. *Spiral-Circle-Spiral (SCS)*

Bentuk ini dipakai untuk tikungan landai dan mempunyai R sangat besar. Tikungan jenis ini digunakan dengan syarat besarnya lengkung lingkaran di dalam perhitungan pada tikungan S-C-S lebih dari 20 meter.

Rumus-rumus yang digunakan pada lengkung S-C-S ditetapkan pada Persamaan 3.5 sampai dengan Persamaan 3.16 sebagai berikut ini.

$$L_s \text{ min} = 0,022 \frac{v^3}{Rc} - 2,272 \frac{v \times e}{c} \quad (3.5)$$

$$\theta_s = \frac{1}{2} \beta \quad (3.6)$$

$$L_s = \frac{\theta_s \pi R c}{90} \quad (3.7)$$

$$\theta_c = \beta - 2\theta_s \quad (3.8)$$

$$L_c = \frac{\theta_c}{180} \pi R c, \text{ Jika } L_c < L_c \text{ min (20 m)} \quad (3.9)$$

$$\theta_s = \frac{1}{2} \beta \quad (3.10)$$

$$L_s = \frac{\theta_s \pi R_c}{90} \quad (3.11)$$

$$Y_c = \frac{L_s^2}{6R} \quad (3.12)$$

$$p = p^* \cdot L_s \quad (3.13)$$

$$K = K^* \cdot L_s \quad (3.14)$$

$$T_s = (R + P) \operatorname{tgn} \frac{\beta}{2} + K \quad (3.15)$$

$$E_s = (R + p) \sec \frac{\beta}{2} - R \quad (3.16)$$

dengan : β = besar sudut antar tangen dalam derajat,

T_s = panjang PI ke TS atau ST,

E_s = jarak PI ke lengkung,

R = jari-jari,

L_c = panjang lengkung *circle*,

L_s = panjang lengkung spiral,

θ_c = besar sudut lingkaran,

θ_s = besar sudut spiral,

p = pergeseran busur lingkaran terhadap tangen asli,

k = jarak antara TS atau ST terhadap tangen asli, dan

L = panjang lengkung seluruhnya.

2. *Full Circle (FC)*

Bentuk tikungan ini dipakai untuk tikungan yang menggunakan jari-jari kecil dan sudut tangen yang relatif besar.

Rumus-rumus yang digunakan pada lengkung S-C-S ditetapkan pada Persamaan 3.17 sampai dengan Persamaan 3.19 sebagai berikut ini.

$$T = Rx \tan 1/2\beta \quad (3.17)$$

$$E = Tx \tan 1/4\beta \quad (3.18)$$

$$L = \frac{\pi}{180} x\beta xR \quad (3.19)$$

dengan : PI = *Point of intersection*,

Rx = Jari-jari (m),

T = *Circle Tangen*,

Tx = jarak antara TC dan PI (m), dan

E = jarak PI ke lengkung peralihan (m).

3. *Spiral-Spiral (SS)*

Tikungan ini terdiri dari dua buah kurva, yaitu lingkaran dan spiral. guna lengkung spiral adalah untuk menjaga agar gaya sentrifugal yang timbul pada waktu memasuki/meninggalkan tikungan dapat terjadi secara berangsur-angsur, tidak mendadak.

Rumus-rumus yang digunakan pada lengkung S-C-S ditetapkan pada Persamaan 3.20 sampai dengan Persamaan 3.26 sebagai berikut ini.

$$\theta_s = \frac{90L_s}{\pi R c} \quad (3.20)$$

$$L_s = 2 \frac{\theta}{360} 2 \mu R \quad (3.21)$$

$$L = 2 L_s \quad (3.22)$$

$$P = \frac{L_s^2}{6R} - R(1 - \cos \theta_s) \quad (3.23)$$

$$k = \frac{L_s^3}{40R^3} - R \sin \theta_s \quad (3.24)$$

$$Ts = (R + p)tg \frac{\beta}{2} + k \quad (3.25)$$

$$Es = (R + p)Sec \frac{\beta}{2} - R \quad (3.26)$$

dengan : Ts = Tangen-spiral,

St = Spiral-tangen,

Sc = Spiral-circle,

Cs = Circle-spiral,

Ls = Panjang lengkung spiral,

Lc = Panjang lengkung circle,

θ_s = Sudut spiral, dan

θ_c = Sudut circle.

Jari - jari tikungan minimum (Rmin) ditetapkan pada Persamaan 3.27 sebagai berikut ini.

$$R_{min} = \frac{VR^2}{127 (e_{max} + f)} \quad (3.27)$$

dengan : Rmin = Jari jari tikungan minimum (m),

VR = Kecepatan Rencana (km/j),

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

F = Koefisien gesek, untuk perkerasan aspal f = 0,14-0,24.

Lengkung peralihan adalah lengkung yang disisipkan di antara bagian lurus jalan dan bagian lengkung jalan berjari jari tetap R yang berfungsi mengantisipasi perubahan alinemen jalan dari bentuk lurus (R tak terhingga) sampai bagian lengkung jalan berjari jari tetap R sehingga gaya sentrifugal yang bekerja pada kendaraan saat

berjalan di tikungan berubah secara berangsur-angsur, baik ketika kendaraan mendekati tikungan maupun meninggalkan tikungan. Bentuk lengkung peralihan dapat berupa parabola atau spiral (*clothoid*). Dalam tata cara ini digunakan bentuk spiral. Panjang lengkung peralihan (L) ditetapkan atas pertimbangan sebagai berikut ini..

1. Lama waktu perjalanan di lengkung peralihan perlu dibatasi untuk menghindarkan kesan perubahan alinemen yang mendadak, ditetapkan 3 detik (pada kecepatan V_R).
2. Gaya sentrifugal yang bekerja pada kendaraan dapat diantisipasi berangsur-angsur pada lengkung peralihan dengan aman.
3. Tingkat perubahan kelandaian melintang jalan (r_e) dari bentuk kelandaian normal ke kelandaian superelevasi penuh tidak boleh melampaui r_{e-max} yang ditetapkan pada Persamaan 3.28 dan 3.29 sebagai berikut:

a. u
 untuk $V_R \leq 70$ km/jam, $r_{e-max} = 0.035$ m/m/detik (3.28),

b. u
 untuk $V_R \geq 80$ km/jam, $r_{e-max} = 0.025$ m/m/detik (3.29).

dengan : V_R = Kecepatan Rencana (km/j).

Superelevasi adalah suatu kemiringan melintang di tikungan yang berfungsi mengimbangi gaya sentrifugal yang diterima kendaraan pada saat berjalan melalui tikungan pada kecepatan V_R . Nilai superelevasi maksimum ditetapkan 10%.

Panjang lengkung peralihan (L) dan panjang pencapaian superelevasi (L_e) dapat dilihat pada Tabel 3.5 seperti berikut ini.

Tabel 3.5 Panjang Lengkung Peralihan (L_s) dan Panjang Pencapaian Superelevasi (L_e) untuk Jalan 1 jalur - 2 lajur - 2 arah

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

Sumber : Ditjen Bina Marga, (1997)

Lengkung dengan R lebih besar atau sama dengan yang ditunjukkan pada Tabel 3.6, tidak memerlukan lengkung peralihan.

Tabel 3.6 Jari-jari Tikungan yang Tidak Memerlukan Lengkung Peralihan

V_r (km/ jam)	120	100	80	60	50	40	30	20
R_{min} (m)	25000	1500	900	500	350	250	130	60

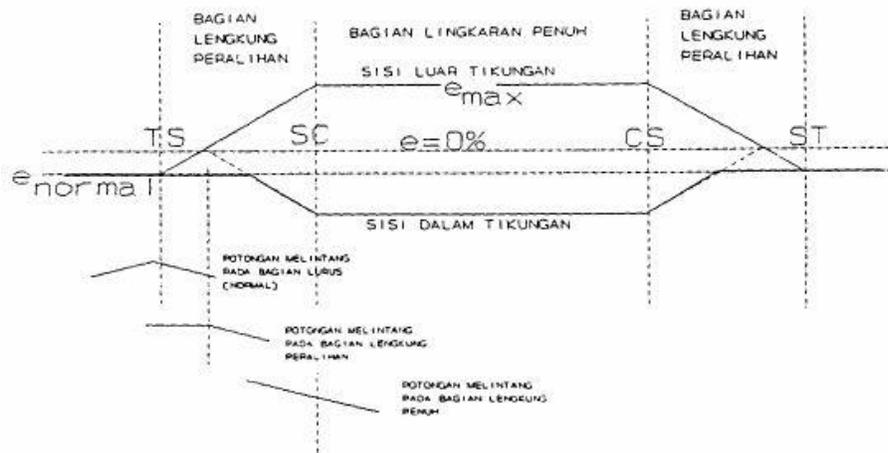
Sumber : Ditjen Bina Marga, (1997)

Superelevasi dicapai secara bertahap dari kemiringan melintang normal pada bagian jalan yang lurus sampai ke kemiringan penuh (superelevasi) pada bagian lengkung.

Pada tikungan *SCS*, pencapaian superelevasi dilakukan secara linear, diawali dari bentuk normal sampai awal lengkung peralihan (*TS*) yang berbentuk pada bagian

lurus jalan, lalu dilanjutkan sampai superelevasi penuh pada akhir bagian lengkung peralihan (*SC*).

Pada tikungan *FC*, pencapaian superelevasi dilakukan secara linear, diawali dari bagian lurus sepanjang $2L/3$ sampai dengan bagian lingkaran penuh sepanjang $1L/3$ bagian panjang *LS*. Perbedaan pencapaian superelevasi pada tikungan dengan lengkung peralihan dan tikungan tanpa lengkung peralihan dapat melihat Gambar 3.2 dan Gambar 3.3.



Gambar 3.3 Metoda Pencapaian Superelevasi pada Tikungan Tipe SCS

Sumber : Ditjen Bina Marga, (1997)



Gambar 3.4 Metoda Pencapaian Superelevasi pada Tikungan Tipe FC

Sumber : Ditjen Bina Marga, (1997)

Pelebaran pada tikungan dimaksudkan untuk mempertahankan konsistensi geometrik jalan agar kondisi operasional lalu lintas di tikungan sama dengan di bagian lurus. Pelebaran jalan di tikungan mempertimbangkan beberapa hal seperti berikut ini.

1. Kesulitan pengemudi untuk menempatkan kendaraan tetap pada lajunya.
2. Penambahan lebar (ruang) lajur yang dipakai saat kendaraan melakukan gerakan melingkar. Dalam segala hal pelebaran di tikungan harus memenuhi gerak perputaran kendaraan rencana sedemikian sehingga proyeksi kendaraan tetap pada lajunya.
3. Pelebaran yang lebih kecil dari 0,6 meter dapat diabaikan.
4. Untuk jalan 1 jalur 3 lajur, nilai-nilai dalam Tabel 3.11 harus dikalikan 1,5.
5. Untuk jalan 1 jalur 4 lajur, nilai-nilai dalam Tabel 3.12 harus dikalikan 2.
6. Pelebaran di tikungan ditentukan oleh radius belok kendaraan rencana dan besarnya ditetapkan sesuai Tabel 3.7 dan Tabel 3.8 seperti berikut ini.

Tabel 3.7 Pelebaran di Tikungan untuk Jalan 1 Jalur 3 Lajur 2 x 3,5 m

R (m)	Kecepatan Rencana, Vr (km/jam)							
	50	60	70	80	90	100	110	120
1500	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1
1000	0,0	0,0	0,1	0,1	0,1	0,1	0,2	0,2
750	0,0	0,0	0,1	0,1	0,1	0,2	0,3	0,3
500	0,2	0,3	0,3	0,4	0,4	0,5	0,5	
400	0,3	0,3	0,4	0,4	0,5	0,5		
300	0,3	0,4	0,4	0,5	0,5			
250	0,4	0,5	0,5	0,6				
200	0,6	0,7	0,8					
150	0,7	0,8						
140	0,7	0,8						
130	0,7	0,8						
120	0,7	0,8						
110	0,7							
100	0,8							
90	0,8							
80	1,0							
70	1,0							

Sumber : Ditjen Bina Marga, (1997)

Tabel 3.8 Pelebaran di Tikungan untuk Jalan 1 Jalur 4 Lajur 2 x 3,0 m

R (m)	Kecepatan Rencana, Vr (km/jam)						
	50	60	70	80	90	100	110
1500	0,3	0,4	0,4	0,4	0,4	0,5	0,6

Sumber : Ditjen Bina Marga, (1997)

Tabel 3.8 Lanjutan Pelebaran di Tikungan untuk Jalan 1 Jalur 4 Lajur 2 x 3,0 m

R (m)	Kecepatan Rencana, Vr (km/jam)						
	50	60	70	80	90	100	110
1000	0,4	0,4	0,4	0,5	0,5	0,5	0,6
750	0,6	0,6	0,7	0,7	0,7	0,8	0,8
500	0,8	0,9	0,9	1,0	1,0	1,1	1,0
400	0,9	0,9	1,0	1,0	1,1	1,1	
300	0,9	1,0	1,0	1,1			
250	1,0	1,1	1,1	1,2			
200	1,2	1,3	1,3	1,4			
150	1,3	1,4					
140	1,3	1,4					
130	1,3	1,4					
120	1,3	1,4					
110	1,3						
100	1,4						
90	1,4						
80	1,6						
70	1,7						

Sumber : Ditjen Bina Marga, (1997)

Daerah bebas samping di tikungan adalah ruang untuk menjamin kebebasan pandang di tikungan sehingga Jh dipenuhi. Daerah bebas samping dimaksudkan untuk memberikan kemudahan pandangan di tikungan dengan membebaskan obyek-obyek penghalang sejauh E (m), diukur dari garis tengah lajur dalam sampai obyek

penghalang pandangan sehingga persyaratan Jh dipenuhi. Perhitungan daerah bebas samping di hitung dengan Persamaan 3.30 dan 3.31.

$$R' = R_d - 0,5 \times w \quad (3.30)$$

$$E = R \times \left(1 - \cos \frac{90 \cdot JPH}{\pi \cdot R'} \right) \quad (3.31)$$

Terdapat dua macam tikungan gabungan, yaitu sebagai berikut ini.

1. Tikungan gabungan searah, yaitu gabungan dua atau lebih tikungan dengan arah putaran yang sama tetapi dengan jari jari yang berbeda. Penjelasan mengenai tikungan gabungan searah dapat melihat pada Gambar 3.5.
2. Tikungan gabungan balik arah, yaitu gabungan dua tikungan dengan arah putaran yang berbeda. Untuk lebih jelasnya dapat melihat pada Gambar 3.6.

Penggunaan tikungan gabungan tergantung perbandingan jari - jari (R_1) dan jari – jari (R_2) pada Persamaan 3.32 dan 3.33 sebagai berikut :

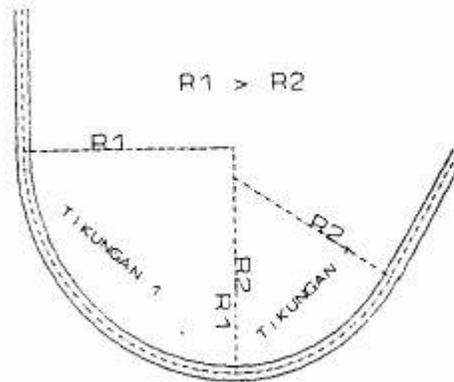
$$\frac{R_1}{R_2} > \frac{2}{3} \quad , \quad (3.32)$$

tikungan gabungan searah harus dihindarkan ;

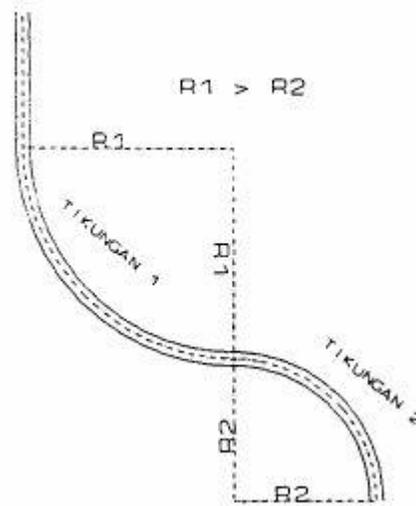
$$\frac{R_1}{R_2} < \frac{2}{3} \quad (3.33)$$

tikungan gabungan harus dilengkapi bagian lurus sepanjang paling tidak 20 meter yang diperjelas dengan melihat pada Gambar 3.7.

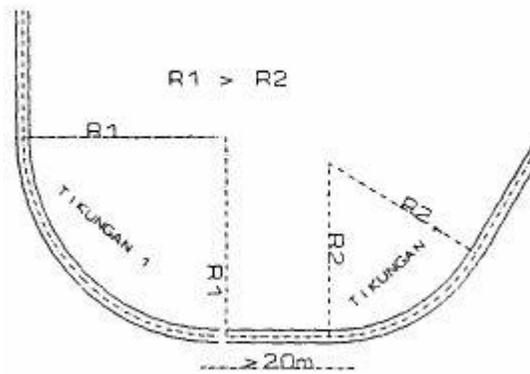
Setiap tikungan gabungan balik arah harus dilengkapi dengan bagian lurus di antara kedua tikungan tersebut sepanjang paling tidak 30 m. Untuk memperjelasnya dapat melihat pada Gambar 3.8.



Gambar 3.5 Tikungan Gabungan Searah
 Sumber : Ditjen Bina Marga, (1997)

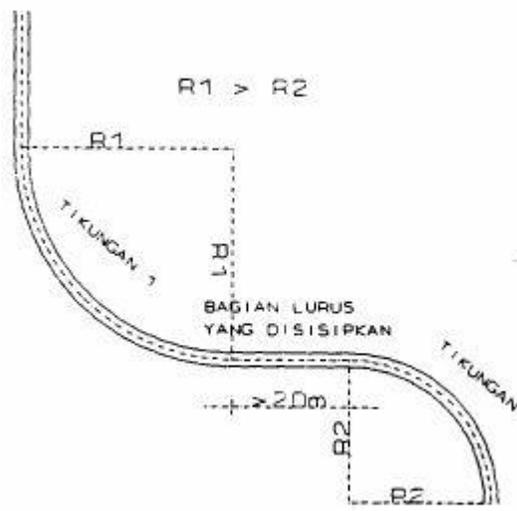


Gambar 3.6 Tikungan Gabungan Balik
 Sumber : Ditjen Bina Marga, (1997)



**Gambar 3.7 Tikungan Gabungan Searah Dengan Bagian Sisipan Bagian Lurus
20 m**

Sumber : Ditjen Bina Marga, (1997)



**Gambar 3.8 Tikungan Gabungan Balik Dengan Bagian Sisipan Bagian Lurus 30
m**

Sumber : Ditjen Bina Marga, (1997)

3.8 Alinyemen Vertikal

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). Bagian lengkung vertikal dapat berupa lengkung cekung atau lengkung cembung.

3.8.1 Kelandaian Maksimum

Kelandaian maksimum (g) 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 kecepatan rencana (V_R) ditetapkan dapat dilihat dalam Tabel 3.9.

Tabel 3.9 Kelandaian Maksimum yang Diizinkan

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

Sumber : Ditjen Bina Marga, (1997)

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 satumenit. Panjang kritis dapat ditetapkan dari Tabel 3.10.

Tabel 3.10 Ketetapan Panjang Kritis

Kelandaian (%)	5	6	7	8	9	10
Panjang Kritis (m)	500	500	500	420	340	250

Sumber : Ditjen Bina Marga, (1997)

3.8.2 Lengkung Vertikal

Lengkung vertikal harus disediakan pada setiap lokasi yang mengalami perubahan kelandaian dengan tujuan mengurangi guncangan akibat perubahan kelandaian dan menyediakan jarak pandang henti.

Lengkung vertikal dalam tata cara ini ditetapkan berbentuk parabola sederhana seperti berikut ini.

1. Jika jarak pandang henti lebih kecil dari panjang lengkung vertikal cembung, panjangnya ditetapkan dengan Persamaan 3.34.

$$L = \frac{A \times S^2}{405} \quad (3.34)$$

2. Jika jarak pandang henti lebih besar dari panjang lengkung vertikal cekung, panjangnya ditetapkan dengan persamaan 3.35.

$$L = 2 \times S - \frac{405}{A} \quad (3.35)$$

3. Panjang minimum lengkung vertikal ditentukan dengan persamaan 3.36 dan 3.37.

$$L = A \times Y \quad (3.36)$$

$$L = \frac{S^2}{405} \quad (3.37)$$

dengan : L = Panjang lengkung vertikal (m),

A = Perbedaan *grade* (m),

Jh= Jarak pandangan henti (m), dan

Y = Faktor penampilan kenyamanan, didasarkan pada tinggi obyek 10 cm dan tinggi mata 120 cm.

Dalam memperhitungkan lengkung vertikal diperlukan kelandaian medan yang ditentukan dengan Persamaan 3.38 dan 3.39.

$$g_1(A - Sc) = \frac{elevasiSc - elevasiA}{jarakA - Sc} \times 100\% \quad (3.38)$$

$$A = |g_1 - g_2| \quad (3.39)$$

dengan : g = kelandaian medan, dan

A = beda kelandaian.

Y dipengaruhi oleh jarak pandang di malam hari, kenyamanan, dan penampilan. Nilai Y ditentukan sesuai Tabel 3.11 seperti berikut ini.

Tabel 3.11 Penentuan Faktor Penampilan Kenyamanan (Y)

Kecepatan Rencana (km/jam)	Faktor Penampilan Kenyamanan (Y)
<40	1,5
40 – 60	3
>60	8

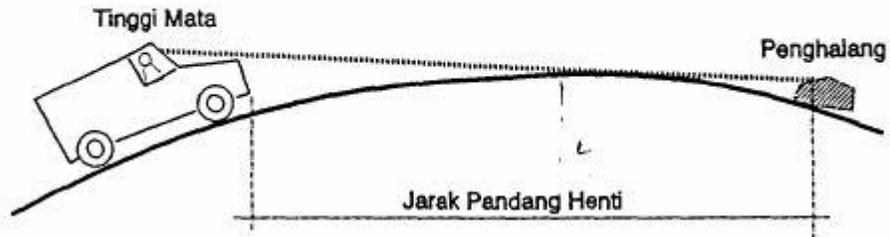
Sumber : Ditjen Bina Marga, (1997)

Panjang lengkung vertikal bisa ditentukan langsung yang didasarkan pada penampilan, kenyamanan, dan jarak pandang. Penentuan secara langsung lengkung verikal dapat melihat hubungan pada sesuai pada Tabel 3.12, Gambar 3.9, dan Gambar 3.10.

Tabel 3.12 Panjang Minimum Lengkung Vertikal

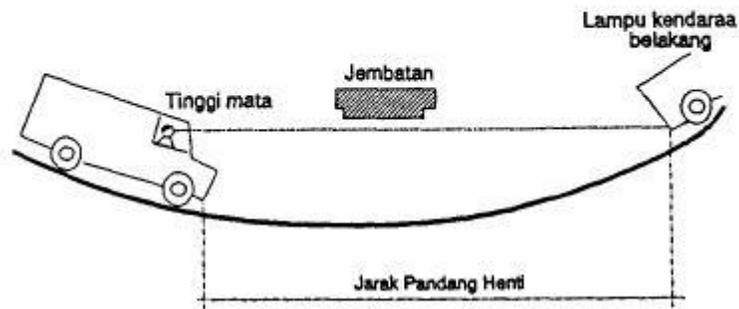
Kecepatan Rencana (km/jam)	Perbedaan Kelandaian Memanjang (%)	Panjang Lengkung (m)
<40	1	20 – 30
40 – 60	0,6	40 – 80
>60	0,4	80 – 150

Sumber : Ditjen Bina Marga, (1997)



Gambar 3.9 Lengkung Vertikal Cembung

Sumber : Ditjen Bina Marga, (1997)



Gambar 3.10 Lengkung Vertikal Cekung

Sumber : Ditjen Bina Marga, (1997)

3.9 Koordinasi Alinyemen

Alinyemen vertikal, alinyemen *horizontal*, dan potongan melintang jalan adalah elemen elemen jalan sebagai keluaran perencanaan harus dikoordinasikan sedemikian

sehingga menghasilkan suatu bentuk jalan yang baik dalam arti memudahkan pengemudi mengemudikan kendaraannya dengan aman dan nyaman. Bentuk kesatuan ketiga elemen jalan tersebut diharapkan dapat memberikan kesan atau petunjuk kepada pengemudi akan bentuk jalan yang akan dilalui di depannya sehingga pengemudi dapat melakukan antisipasi lebih awal.

Koordinasi alinyemen vertikal dan alinyemen *horizontal* harus memenuhi ketentuan sebagai berikut ini.

1. Alinyemen *horizontal* sebaiknya berimpit dengan alinyemen vertikal, dan secara ideal alinyemen *horizontal* lebih panjang sedikit melingkupi alinyemen vertikal.
2. Tikungan yang tajam pada bagian bawah lengkung vertikal cekung atau pada bagian atas lengkung vertikal cembung harus dihindarkan.
3. Lengkung vertikal cekung pada kelandaian jalan yang lurus dan panjang harus dihindarkan.
4. Dua atau lebih lengkung vertikal dalam satu lengkung *horizontal* harus dihindarkan.
5. Tikungan yang tajam di antara 2 bagian jalan yang lurus dan panjang harus dihindarkan.

BAB IV

METODE PENELITIAN

4.1 Rancangan Penelitian

Penelitian ini menggunakan pendekatan kuantitatif dengan metode studi kasus yaitu studi dengan melakukan pengujian secara rinci terhadap satu latar atau satu orang subjek atau satu tempat penyimpanan dokumen atau satu peristiwa tertentu, sedangkan pendekatan kuantitatif menggunakan metode survei yaitu salah satu pendekatan penelitian yang pada umumnya digunakan untuk pemngumpulan data yang luas dan banyak.

4.2 Bagian – bagian yang Ditinjau

Bagian – bagian yang akan ditinjau dalam penelitian adalah sebagai berikut ini.

1. Lebar Jalan

Lebar jalan diukur untuk mengetahui lebar jalan *eksisting* kemudian dibandingkan dengan kelayakan jalan sesuai peraturan Ditjen Bina Marga (1997).

2. Jarak Pandang Henti

Jarak pandang henti ditinjau untuk mengetahui kondisi JPH *eksisting* yang tersedia di lapangan.

3. Alinyemen *Horizontal Eksisting*

Alinyemen *horizontal eksisting* ditinjau untuk mengetahui nilai parameter yang membentuk lengkung *horizontal* dan kemudian dibandingkan dengan peraturan yang dibuat oleh Ditjen Bina Marga (1997).

4. Alinyemen Vertikal

Alinyemen vertikal *eksisting* ditinjau untuk mengetahui nilai kelandaian *eksisting* yang membentuk lengkung vertikal dan kemudian dibandingkan dengan peraturan yang dibuat oleh Ditjen Bina Marga (1997).

4.3 Lokasi Penelitian

Jalan Wonosari – Pracimantoro memiliki panjang penanganan 2.050 m yang bertujuan untuk melayani arus lalu – lintas masing – masing jalur pada ruas jalan yang menghubungkan kabupaten Wonosari menuju ke arah Kabupaten Wonogiri. Pekerjaan galian batu gaus Jalan Wonosari – Pracimantoro terdapat 2 daerah yang termasuk dalam perbaikan alinyemen. Daerah tersebut yaitu Jalan Wonosari km 53+755 sampai km 53+905 dan Jalan Wonosari km 54+805 sampai km 55+105. Pada laporan ini akan dibahas pada jalan Wonosari km 54+805 sampai km 55+105. Lokasi perbaikan lebih jelasnya dapat dilihat pada Gambar 4.1.



Gambar 4.1 Lokasi Penelitian Jalan Wonosari – Pracimantoro

Sumber : Google *Earth*, (2018)

4.4 Kondisi Geometrik *Eksisting*

Kondisi jalan Wonosari – Pracimantoro km 54+805 sampai km 55+105 sebelum dilaksanakan pekerjaan dapat dilihat pada Gambar 4.2 sampai Gambar 4.8. Kondisi jalan *eksisting* memperlihatkan bahwa koordinasi alinyemen *horizontal* dan alinyemen vertikal tidak ideal. Ada bagian dimana lengkung vertikal menghalangi lengkung *horizontal* yang membuat jalan menghalangi pandangan pengendara saat memasuki tikungan.



Gambar 4.2 Kondisi Geometrik *Eksisting* Sta. 54 + 805

Sumber : PT. Perwita Karya, (2015)



Gambar 4.3 Kondisi Geometrik *Eksisting* Sta. 54 + 855
Sumber : PT. Perwita Karya, (2015)



Gambar 4.4 Kondisi Geometrik *Eksisting* Sta. 54 + 905
Sumber : PT. Perwita Karya, (2015)



Gambar 4.5 Kondisi Geometrik Eksisting Sta. 54 + 955
Sumber : PT. Perwita Karya, (2015)



Gambar 4.6 Kondisi Geometrik Eksisting Sta. 55 + 005
Sumber : PT. Perwita Karya, (2015)



Gambar 4.7 Kondisi Geometrik Eksisting Sta. 55 + 055
Sumber : PT. Perwita Karya, (2015)



Gambar 4.8 Kondisi Geometrik Eksisting Sta. 55 + 105
Sumber : PT. Perwita Karya, (2015)

4.5 Survei Pendahuluan

Adapun kegiatan survei yang dilakukan untuk memperoleh data untuk dianalisa adalah sebagai berikut.

4.5.1 Data Primer

Data primer adalah data yang diperoleh melalui pengamatan data survei di lapangan, adapun data yang diperlukan berupa kondisi geometri *eksisting*.

Pengumpulan data primer dilakukan dalam beberapa tahap dan proses seperti berikut ini.

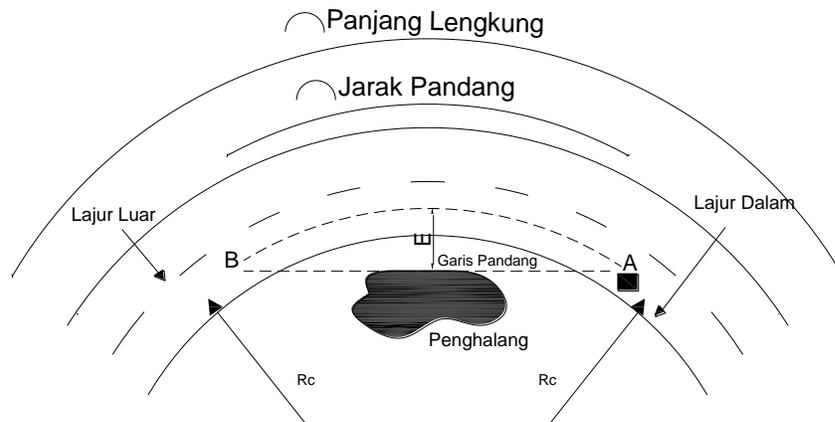
1. *Jobdesk Surveyor*

- a. Pengamat melakukan analisa secara visual keadaan geometrik *eksisting* jalan untuk kemudian disesuaikan dengan Bina Marga (1997).
- b. Pengukuran jarak pandang henti

Berikut ini adalah langkah-langkah pengukuran jarak pandang henti :

- 1) Pengamat memasukan data di lapangan ke dalam program *autocad* sampai membentuk gambar tampak atas jalan dan kontur di sekitarnya,
- 2) pengamat melakukan *trial* penarikan garis lurus yang menghubungkan 2 titik dimulai dengan batas setengah dari lebar sisi lengkung dalam tikungan 1 dan tikungan 2 dengan aplikasi *autocad*,
- 3) penarikan garis lurus dilakukan sampai garis menabrak penghalang yang terdapat di sekitar tikungan,
- 4) jarak pandang henti (JPH) di hitung sepanjang lengkung *horizontal* dari titik awal sampai titik akhir garis pada gambar tampak atas jalan,
- 5) nilai jarak pandang henti (JPH) yang digunakan diambil berdasarkan nilai terkecil yang diperoleh dari *trial* garis lurus pada aplikasi *autocad*.

Penjelasan mengenai keadaan jalan untuk penhukuran JPH dan JPM dapat dilihat pada Gambar 4.9 berikut ini.



Gambar 4.9 Jarak Pandang Kendaraan

Sumber : Ditjen Bina Marga, (1997)

c. Pengukuran kecepatan kendaraan

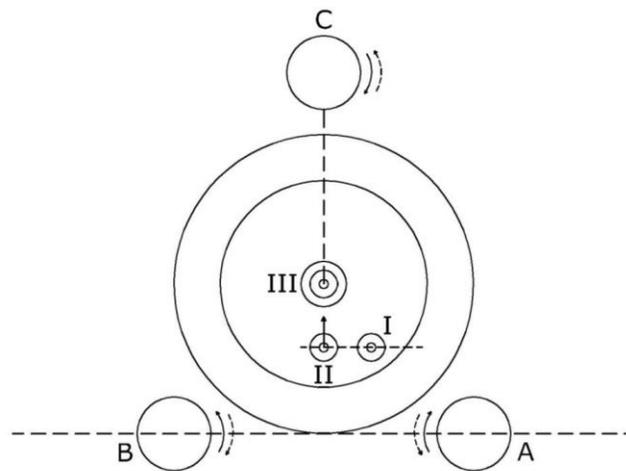
Pengukuran kecepatan kendaraan dilakukan pada kendaraan yang menuju arah Barat ke Timur dan dari arah Timur ke Barat dengan menggunakan alat *speed gun* pada stasiun 54 + 855 dan 55 + 005 untuk disesuaikan dengan data jarak pandang yang dimiliki oleh Dinas Pekerjaan Umum.

d. Penentuan titik awal survei dan menentukan titik akhir survei

Titik awal dan titik akhir survei dilakukan menggunakan rol meter dan theodolit untuk memperoleh data panjang jalan dan elevasi eksisting jalan dengan langkah – langkah sebagai berikut :

- 1) tripod didirikan di atas titik yang telah ditentukan,
- 2) pengamat mengatur posisi atau kedudukan theodolit apakah sudah tepat dengan titik pusat,
- 3) pengamat mengecek apakah theodolit benar-benar sejajar atau seimbang dengan mengatur nivo kotak sampai gelembung berada di dalam lingkaran nivo kotak,
- 4) pengaturan untuk membuat gelembung berada di dalam lingkaran nivo kotak, maka putar sekrup A dan B secara searah dan bersamaan hingga

posisi gelembung berada sejajar dengan sumbu C seperti nomor II kemudian putar sumbu C perlahan sampai gelembung masuk dalam lingkaran nivo kotak seperti nomor III. Keterangan dari kondisi tersebut dapat dilihat pada Gambar 4.10 berikut,

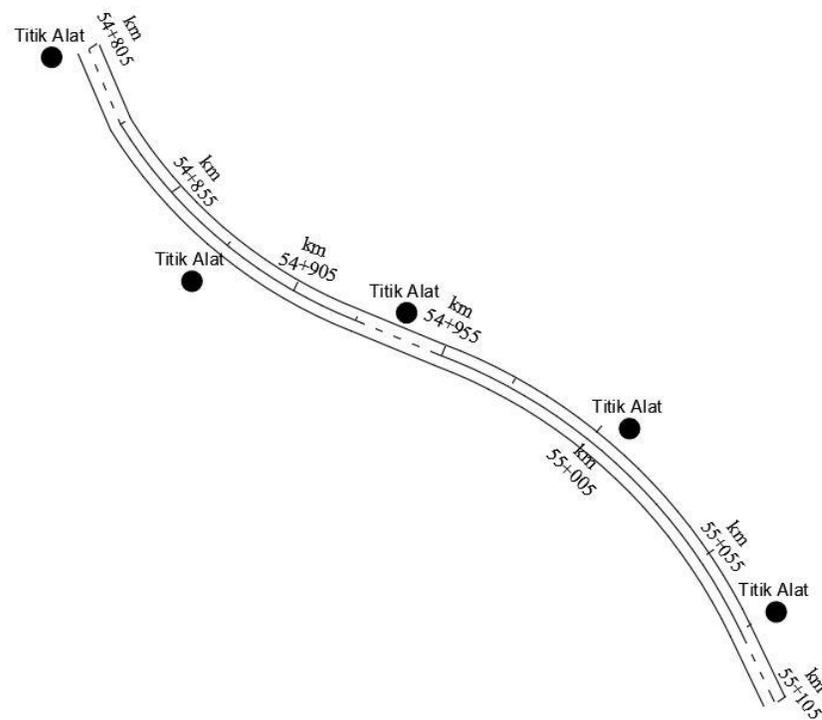


Gambar 4.10 Nivo Kotak

- 5) pengamat mengatur nivo tabung agar posisi gelembung berada di tengah. Hal ini dilakukan 3 kali disetiap sisi antar sekrup secara beraturan. Pertama pada posisi A – B lalu B – C lalu C – A. Cara memutaranya hanya menggunakan satu sekrup saja,
- 6) kompas diletakkan tepat di atas theodolit hingga menemukan arah utara, kemudian tekan tombol “Power” untuk menyalakan layar,
- 7) pengamat mengunci alat, baik sekrup penggerak horizontal maupun vertikal,
- 8) tombol (0 set) ditekan sebanyak dua kali untuk mensetting sudut horizontal dengan $0^{\circ}0'0''$,
- 9) pembacaan sudut vertikal ditampilkan dengan menekan tombol (v/%),
- 10) pengamat mencatat tinggi alat dari permukaan tanah,
- 11) rambu ukur diletakkan pada titik-titik yang telah ditentukan,

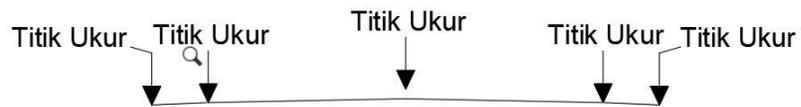
- 12) Alat theodolit diarahkan pada rambu ukur dan lakukan pembacaan pada rambu,
- 13) pengamat mencatat data-data yang diperlukan seperti benang atas, benang bawah, sudut vertikal serta sudut *horizontal*,

Letak titik alat pada lintasan trase jalan dapat dilihat pada Gambar 4.11 berikut ini.



Gambar 4.11 Penempatan Alat Theodolit di Lapangan

- 14) Rambu dibidik pada potongan melintang pada jalan tersebut di setiap titik yang telah ditentukan. Titik bidik pada potongan melintang jalan dapat dilihat pada Gambar 4.12 berikut ini.



Gambar 4.12 Titik Ukur pada Potongan Melintang di Lapangan

- e. Pengamat mencatat keterangan penting di sepanjang trase jalan
Keterangan titik antara lengkung peralihan dan lengkung sempurna dicatat pada STA 54 + 805, 54 + 855, 54 + 905, 54 + 955, 55 + 005, 55 + 055 dan 55 + 105.

2. Peralatan Survei

Dalam melakukan survei kondisi geometri eksisting memerlukan peralatan – peralatan yang digunakan untuk membantu pelaksanaan penelitian di lapangan, yaitu sebagai berikut ini.

a. Pita Ukur

Pita ukur digunakan untuk mengukur panjang jalan serta lebar jalan.

b. *Theodolit*

Theodolit digunakan untuk mengukur elevasi eksisting jalan serta sudut azimuth.

c. *Speed Gun*

Speed Gun digunakan untuk mengukur kecepatan kendaraan yang melalui jalan eksisting.

4.5.2 Data Sekunder

Data sekunder merupakan data yang diperoleh berdasarkan peta topografi, dalam hal ini menggunakan bantuan aplikasi google *earth* guna membagi unit sampel dan sebagai batas petunjuk menentukan titik ujung jalan.

Data – data sekunder yang dibutuhkan adalah sebagai berikut ini.

1. Peta ruas jalan Wonosari – Pracimantoro yang didapat dari Google *earth*.
2. Buku pedoman perencanaan jalan antar kota Ditjen Bina Marga (1997).
3. Arsip pembangunan jalan antar kota Dinas Pekerjaan Umum (1999).

4.6 Teknik Analisis Data

Metode analisis data pada perhitungan yang dilakukan adalah sebagai berikut.

4.6.1 Perhitungan Jarak Pandang

Analisis dan perhitungan tentang Jarak Pandang adalah sebagai berikut ini.

1. Jarak Pandang Henti

Hasil JPH yang diperoleh melalui pengukuran di lapangan, maka selanjutnya dibandingkan dengan nilai JPH yang dihitung menggunakan Persamaan 3.2.

2. Jarak pandang menyiap, terdiri dari:

- a. jarak yang ditempuh kendaraan waktu menyiap,
- b. jarak kendaraan menyiap selama menempati jalur berlawanan,
- c. jarak kendaraan menyiap dan kendaraan berlawanan arah, dan
- d. jarak yang ditempuh kendaraan berlawanan arah.

Selanjutnya melakukan perhitungan menggunakan Persamaan 3.3.

4.6.2 Perhitungan Alinyemen Horisontal

Analisis dan perhitungan tentang alinemen horisontal, jari-jari tikungan, derajat lengkung, lengkung peralihan, superlevasi, bentuk lengkung *horizontal*, dan pelebaran tikungan dengan langkah sebagai berikut ini.

- a. Dari pengukuran di lapangan didapatkan titik-titik penting di sepanjang jalan sehingga didapat tampak atas jalan melalui penggambaran dengan *Auto Cad*.
- b. Tentukan titik PI dan sudut tikungan Δ dengan menggambar garis tangen jalan.
- c. *Trial* lengkung tikungan sehingga didapatkan detail tikungan yang sesuai dengan hasil pengukuran di lapangan.

4.6.3 Perhitungan Alinyemen Vertikal

Analisis dan perhitungan tentang alinemen vertikal, meliputi kelandaian alinemen vertikal, lengkung vertikal cembung dan cekung dengan langkah sebagai berikut ini.

- a. Berdasarkan pengukuran didapat elevasi pada setiap titik jalan.

b. Perhitungan mencari nilai kelandaian g_1 sampai g_n .

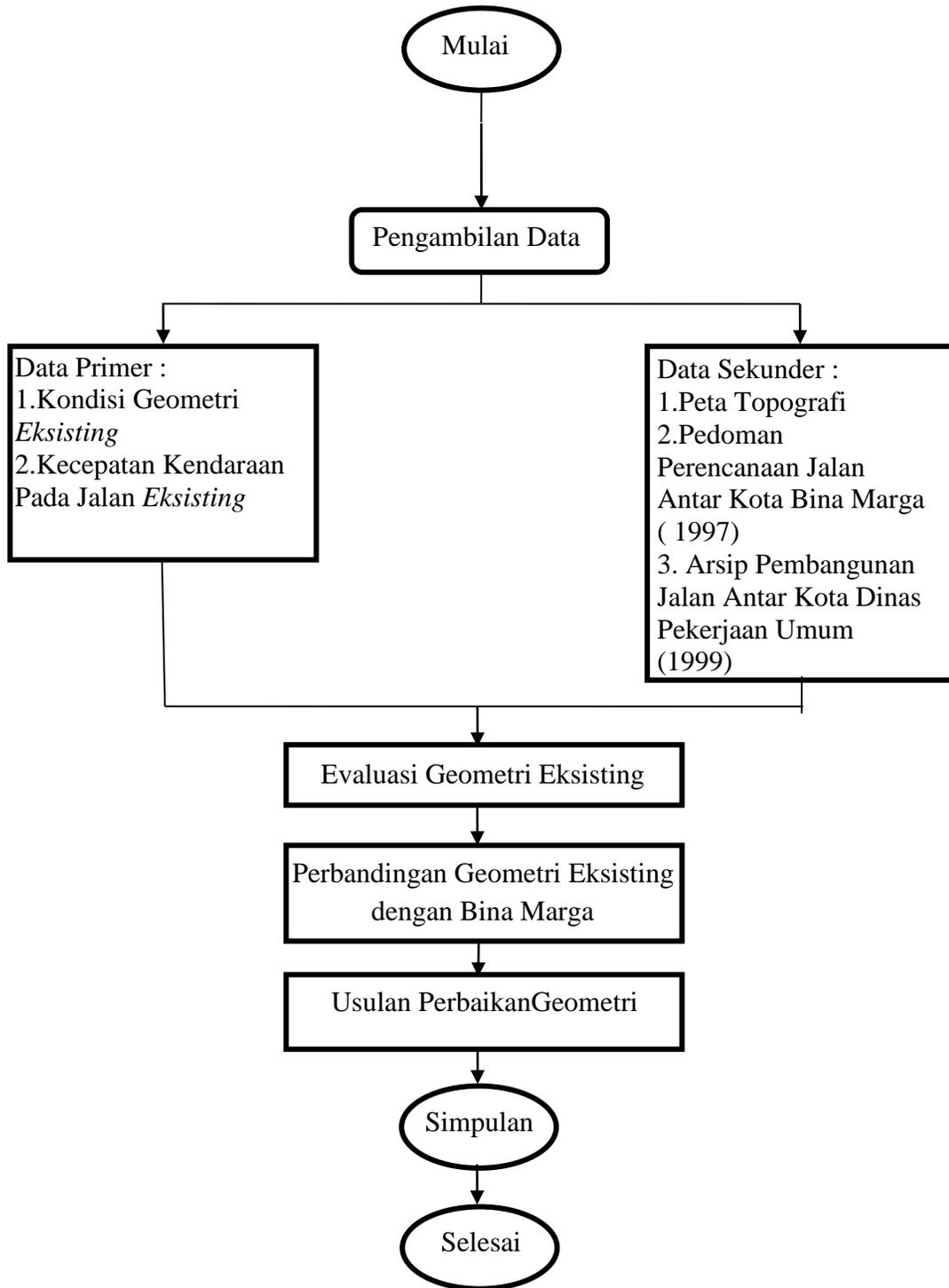
4.6.4 Hasil Analisis/Perhitungan

Dari hasil analisis dan perhitungan di atas, akan diperoleh ukuran atau dimensi dari ruas Jalan Wonosari – Pracimantoro, sebagai berikut ini.

1. Geometrik *eksisting* dan perencanaan ruas Jalan Wonosari – Pracimantoro.
2. Koordinasi Alinyemen.

4.7 Bagan Alir Penelitian

Adapun bagan alir yang merupakan tahapan dalam penelitian ini disajikan dalam Gambar 4.13.



Gambar 4.13 Bagan Alir Penelitian

BAB V ANALISIS DAN PEMBAHASAN

5.1 Hasil Pengambilan Data

5.1.1 Data Kecepatan Lapangan

Data kecepatan lapangan diambil dari dua arah yaitu normal dan opposite. Pengambilan data kecepatan lapangan dilakukan dengan mengambil sampel kendaraan pada masing-masing arah sebanyak 50 sampel kendaraan yang melintas. Hasil pengambilan data kecepatan disajikan pada Lampiran I.

5.1.2 Data Elevasi Medan di Lapangan

Data elevasi medan diambil melalui aplikasi *Google Earth*. Pengambilan sampel dilakukan pada jarak 200 m ke samping untuk setiap stasiun yang sudah ditentukan. Hasil dari pengambilan elevasi medan disajikan pada Lampiran II.

5.1.3 Data Elevasi *Eksisting*

Data elevasi eksisting diambil melalui pengukuran menggunakan alat *theodolit* sesuai dengan titik – titik yang sudah ditentukan. Hasil dari pengambilan elevasi *eksisting* disajikan pada Lampiran III.

5.2 Analisis Data *Eksisting*

5.2.1 Analisis Kecepatan Lapangan

Berdasarkan data kecepatan pada Tabel 5.1, maka nilai kecepatan lapangan adalah seperti berikut ini.

1. Arah normal

$$\begin{aligned} V \text{ Rata - rata} &= \frac{\text{Kecepatan Rata - rata}}{\text{Sampel Kecepatan}} \\ &= \frac{1368}{50} \\ &= 27,36 \text{ km/jam} \end{aligned}$$

2. Arah *opposite*

$$\begin{aligned} V \text{ Rata - rata} &= \frac{\text{Kecepatan Rata - rata}}{\text{Sampel Kendaraan}} \\ &= \frac{1359}{50} \\ &= 27,18 \text{ km/jam} \end{aligned}$$

Berdasarkan perhitungan diatas, maka didapatkan kecepatan lapangan rata-rata dari arah normal dan *opposite* sebesar 27,27 km/jam.

5.2.2 Analisis Klasifikasi Medan

Berdasarkan data elevasi pada Tabel 5.2, maka klasifikasi medan di lapangan dapat ditentukan dengan contoh seperti berikut ini.

$$\begin{aligned} \Delta h &= \frac{\text{Elevasi Kiri} - \text{Elevasi Kanan}}{2} \\ &= \frac{374,352 - 425,4313}{2} \\ &= 51,0793 \text{ m} \end{aligned}$$

$$g = \frac{\Delta h}{L} \times 100\%$$

$$= \frac{51,0793}{200} \times 100\%$$

$$= 25,54\%$$

Berdasarkan Tabel 3.2, maka klasifikasi medan pada STA. 54+805 merupakan jenis medan pegunungan.

Rekapitulasi analisis klasifikasi medan dapat dilihat pada Tabel 5.1.

Tabel 5.1 Klasifikasi Medan Jalan

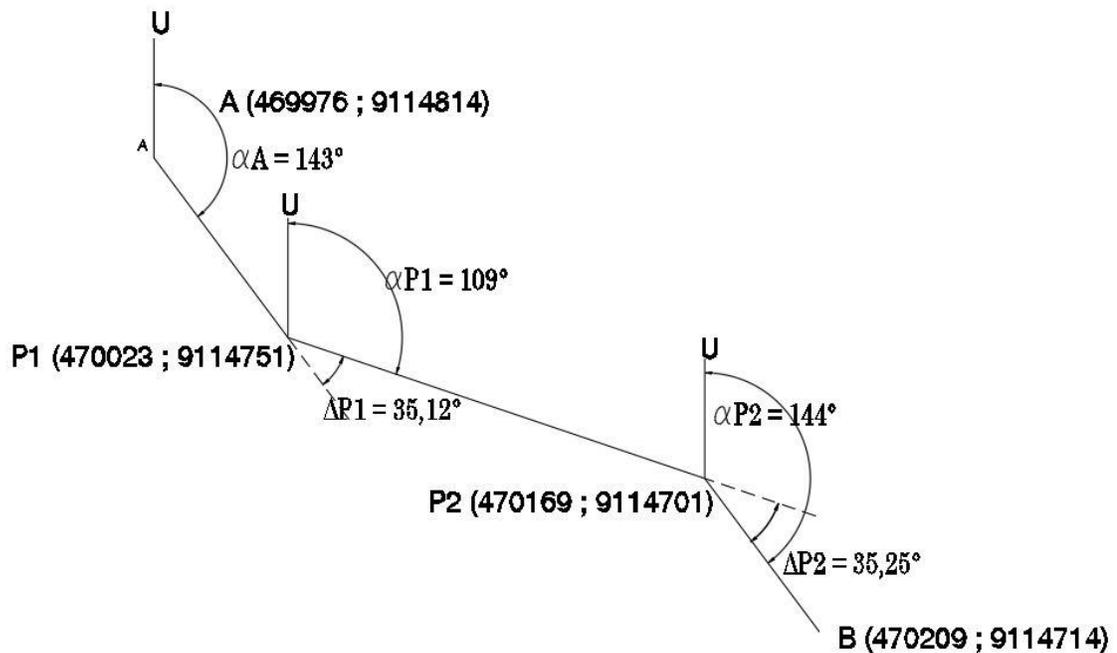
Titik	STA	Elevasi		Δh (m)	L (m)	Kelandaian (%)	Jenis medan
		Kiri	Kanan				
A	54+805	374,352	425,4313	-51,0793	200	25,54	Gunung
1	54+830	374,3321	425,1321	-50,8	200	25,4	Gunung
2	54+855	374,4213	425,3524	-50,9311	200	25,47	Gunung
3	54+880	374,3861	425,5371	-51,151	200	25,56	Gunung
4	54+905	377,3321	427,3452	50,0131	200	25,01	Gunung
5	54+930	377,3218	428,1244	-50,8026	200	25,40	Gunung
6	54+955	377,7563	429,3174	-51,5611	200	25,78	Gunung
7	54+980	377,4047	429,1121	-51,7074	200	25,85	Gunung
8	54+005	384,2134	425,2734	-41,06	200	20,53	Bukit
9	55+030	384,4673	425,1263	-40,659	200	20,32	Bukit
10	55+055	384,4213	425,0321	-40,6108	200	20,31	Bukit
11	55+080	382,5246	427,3925	-44,8679	200	22,43	Bukit
B	55+105	382,5246	427,3421	-44,8175	200	22,41	Bukit

$$\begin{aligned}
 \text{Kelandaian rata-rata} &= \frac{\sum \text{kelandaian}}{\sum \text{titik}} \\
 &= \frac{335,13}{13} \\
 &= 25,83 \%
 \end{aligned}$$

Berdasarkan hasil perhitungan diperoleh kelandaian medan rata – rata sebesar 25,83%. Sesuai dengan Tabel 3.2, maka jalur ini termasuk golongan medan gunung.

5.2.3 Analisis Alinyemen *Horizontal Eksisting*

Pengukuran elevasi di lapangan dengan menggunakan theodolit, didapatkan data setiap titik pada potongan jalan seperti pada Gambar 5.1.



Gambar 5.1 Gambar Sketsa Jalan

1. Azimuth

$$\alpha_A = 143^\circ$$

2. Koordinat

$$\text{Titik A} = (469976 ; 9114814)$$

$$\text{Titik P}_1 = (470032 ; 9114739)$$

$$\text{Titik P}_2 = (470116 ; 9114711)$$

$$\text{Titik B} = (470186 ; 9114616)$$

3. Sudut Pusat

$$\begin{aligned}\Delta P_1 &= (\alpha_A - 90) - \arctan \frac{d}{c} \\ &= (143 - 90) - \arctan \frac{39,40}{116,74} \\ &= 53 - 17,81 \\ &= 35,19^\circ\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\Delta P_2 &= \alpha_A P_2 - \alpha_A P_1 \\ &= 144,35 - 109,10 \\ &= 35,25^\circ\end{aligned}$$

4. Jarak

$$\begin{aligned}d_1 &= \sqrt{(x_{p1} - x_A)^2 + (y_{p1} - y_A)^2} \\ &= \sqrt{(470032 - 469976)^2 + (9114739 - 9114814)^2} = 93,06 \text{ m}\end{aligned}$$

$$d_2 = \sqrt{(x_{p2} - x_{p1})^2 + (y_{p2} - y_{p1})^2}$$

$$\begin{aligned}
&= \sqrt{(470116 - 470032)^2 + (9114739 - 9114711)^2} &= 88,04 \text{ m} \\
d_3 &= \sqrt{(x_{p3} - x_{p2})^2 + (y_{p3} - y_{p2})^2} \\
&= \sqrt{(470186 - 470116)^2 + (9114711 - 9114616)^2} &= 118,09 \text{ m} \\
d_{\text{total}} &= d_1 + d_2 + d_3 &= 300 \text{ m}
\end{aligned}$$

Analisis lengkung *horizontal* menggunakan Persamaan 3.6 sampai dengan Persamaan 3.16, dan Persamaan 3.27 berikut ini.

5. Tikungan 1 *eksisting*

a. Menentukan f_{max}

$$\begin{aligned}
f_{\text{max}} &= -0,00125 \cdot V + 0,24 \\
&= -0,00125 \times 40 + 0,24 \\
&= 0,19
\end{aligned}$$

b. Menentukan jari-jari lengkung minimum

Jari – jari lengkung minimum ditentukan berdasarkan Persamaan 3.27.

$$\begin{aligned}
R_{\text{min}} &= \frac{V^2}{127(e_{\text{max}} + f_{\text{max}})} \\
&= \frac{40^2}{127(0,01+0,19)} \\
&= 62,99 \text{ m}
\end{aligned}$$

Data perhitungan alinyemen *horizontal* pada tikungan 1 *eksisting* tercantum dalam Tabel 5.2.

Tabel 5.2 Data Perhitungan Tikungan 1 *Eksisting*

Parameter	Nilai
Sudut Δ (°)	$35^{\circ}11'32,42'' = 35,12^{\circ}$
V_r (km/jam)	40
R_d (m)	130
e_{max} (%)	10
e_{normal} (%)	2
e (%)	7,5
L_s (m)	21
Kelas jalan	III A

c. Menentukan θ_s , θ_c , dan L_c .

Sudut *spiral* (θ_s), sudut *circle* (θ_c), dan lengkung *circle* (L_c) sesuai dengan Persamaan 3.6, 3.8 dan 3.9.

$$\begin{aligned}
 1) \text{ Sudut } \textit{spiral} (\theta_s) &= \frac{90 \times L_s}{\pi \times R_c} \\
 &= \frac{90 \times 21}{\pi \times 130} \\
 &= 4,628^{\circ}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 2) \text{ Menghitung besar sudut } \textit{circle} (\theta_c) &= \Delta P1 - 2 \theta_s \\
 &= 35^{\circ} - 2 \times 4,628^{\circ} \\
 &= 24,744^{\circ}
 \end{aligned}$$

$$3) \text{ Panjang lengkung } \textit{circle} (L_c) = \frac{\theta_c}{360} \times 2\pi R$$

$$= \frac{24,744}{360} \times 2\pi \times 130$$

$$= 56,144 \text{ m}$$

d. Perhitungan besaran besaran tikungan

Perhitungan besaran besaran tikungan sesuai dengan Persamaan 3.13, 3.14, 3.15, 3.16 dan 3.12.

1) Panjang lengkung total (Lt)

$$\begin{aligned} Lt &= Lc + 2Ls \\ &= 56,144 + 2 \times 21 \\ &= 98,144 \text{ m} \end{aligned}$$

2) Pergeseran terhadap tangen asli (P)

$$\begin{aligned} P &= \frac{Ls^2}{6R} - R(1 - \cos \theta s) \\ &= \frac{21^2}{6 \times 130} - 130 \times (1 - \cos 4,628) \\ &= 0,142 \text{ m} \end{aligned}$$

3) Nilai K

$$\begin{aligned} K &= Ls - \frac{Ls^3}{40R^2} - R \times \sin \theta s \\ &= 21 - \frac{21^3}{40 \times 130^2} - 130 \times \sin 4,628 \\ &= 10,498 \text{ m} \end{aligned}$$

4) Menghitung Ts

$$\begin{aligned} Ts &= (R + P) \tan \frac{\Delta P1}{2} + K \\ &= (130 + 0,142) \tan \frac{34}{2} + 10,498 \end{aligned}$$

$$= 50,268 \text{ m}$$

5) Menghitung Es

$$\begin{aligned} \text{Es} &= (R + P) \sec \frac{\Delta P_1}{2} - R \\ &= (130 + 0,142) \sec \frac{34}{2} - 130 \\ &= 7,73 \text{ m} \end{aligned}$$

6) Nilai Xc

$$\begin{aligned} \text{Xc} &= Ls \times \left(1 - \frac{Ls^2}{40R^2}\right) \\ &= 21 \times \left(1 - \frac{21^2}{40 \times 130^2}\right) \\ &= 20,968 \text{ m} \end{aligned}$$

7) Nilai Yc

$$\begin{aligned} \text{Yc} &= \frac{Ls^2}{6R} \\ &= \frac{21^2}{6 \times 130} \\ &= 0,565 \text{ m} \end{aligned}$$

Rekapitulasi hasil perhitungan alinyemen *horizontal* tikungan 1 dapat dilihat pada Tabel 5.3.

Tabel 5.3 Rekapitulasi Hasil Perhitungan Alinyemen *Horizontal* Tikungan 1 Eksisting

No	Notasi	Nilai	Keterangan
1	Vr (km/jam)	40	Kecepatan rencana

2	Δ (°)	35,12	Sudut pusat
3	R (m)	130	Jari-jari rencana
4	e (%)	7,5	Superelevasi
5	Ls (m)	21	Lengkung <i>spiral</i>
6	θ_s (°)	4,628	Sudut <i>spiral</i>
7	θ_c (°)	24,745	Sudut <i>circle</i>
8	Lc (m)	56,144	Lengkung <i>circle</i>
9	Lt (m)	98,144	Lengkung total
10	P (m)	0,142	Pergeseran lintasan
11	Ts (m)	50,286	Panjang tangen
12	Es (m)	7,73	PI ke Pusat Tikungan

6. Tikungan 2 *eksisting*

Tikungan 2 *eksisting* memiliki nilai jari – jari yang lebih besar dari jari minimum yang disyaratkan oleh Ditjen Bina Marga (1997) sehingga rumus yang digunakan untuk perhitungan alinyemen *horizontal* tikungan 2 *eksisting* sama dengan perhitungan alinyemen *horizontal* pada tikungan 1 *eksisting*. Data perhitungan alinyemen *horizontal* pada tikungan 2 tercantum dalam Tabel 5.4.

Tabel 5.4 Data Perhitungan Tikungan 2 Eksisting

Parameter	Nilai
Sudut Δ (°)	$35^{\circ}15'34,63'' = 35,25^{\circ}$
Vr (km/jam)	40
Rd (m)	125
e _{max} (%)	10
e _{normal} (%)	2
e (%)	7,5
Ls (m)	20
Kelas jalan	III A

Perhitungan alinyemen *horizontal* pada tikungan 2 *eksisting* menggunakan persamaan yang sama dengan perhitungan tikungan 1 *eksisting*. Rekapitulasi perhitungan alinyemen *horizontal* tikungan 2 *eksisting* dapat dilihat pada Tabel 5.5.

Tabel 5.5 Rekapitulasi Hasil Perhitungan Alinyemen Horizontal Tikungan 2 Eksisting

No	Notasi	Nilai	Keterangan
1	Vr (km/jam)	40	Kecepatan rencana

**Tabel 5.5 Lanjutan Rekapitulasi Hasil Perhitungan Alinyemen *Horizontal*
Tikungan 2 Eksisting**

No	Notasi	Nilai	Keterangan
2	Δ (°)	35,25	Sudut pusat
3	R (m)	125	Jari-jari rencana
4	e (%)	7,5	Superelevasi
5	Ls (m)	21	Lengkung <i>spiral</i>
6	θ_s (°)	4,584	Sudut <i>spiral</i>
7	θ_c (°)	25,832	Sudut <i>circle</i>
8	Lc (m)	56,358	Lengkung <i>circle</i>
9	Lt (m)	96,358	Lengkung total
10	P (m)	0,134	Pergeseran lintasan
11	Ts (m)	49,452	Panjang tangen
12	Es (m)	6,89	PI ke Pusat Tikungan

7. Rekapitulasi hasil perhitungan tikungan 1 dan tikungan 2 eksisting

Hasil perhitungan tikungan 1 eksisting dan tikungan 2 eksisting disajikan pada Tabel 5.6.

Tabel 5.6 Rekapitulasi Hasil Perhitungan Alinyemen *Horizontal* Tikungan 1 dan Tikungan 2 Eksisting

No	Parameter	Tikungan 1	Tikungan 2
1	Vr (km/jam)	40	40
2	Δ ($^{\circ}$)	35,12	35,25

Tabel 5.6 Lanjutan Rekapitulasi Hasil Perhitungan Alinyemen *Horizontal* Tikungan 1 dan Tikungan 2 Eksisting

No	Parameter	Tikungan 1	Tikungan 2
3	R (m)	130	125
4	e (%)	7,5	7,5
5	Ls (m)	21	21
6	θ_s ($^{\circ}$)	4,628	4,584
7	θ_c ($^{\circ}$)	24,745	25,832
8	Lc (m)	56,144	56,358
9	Lt (m)	98,144	96,358

10	P (m)	0,142	0,134
11	Ts (m)	50,286	49,452
12	Es (m)	7,73	6,89

8. Perhitungan *stationing eksisting*

Data : LA-B = 78,185 m

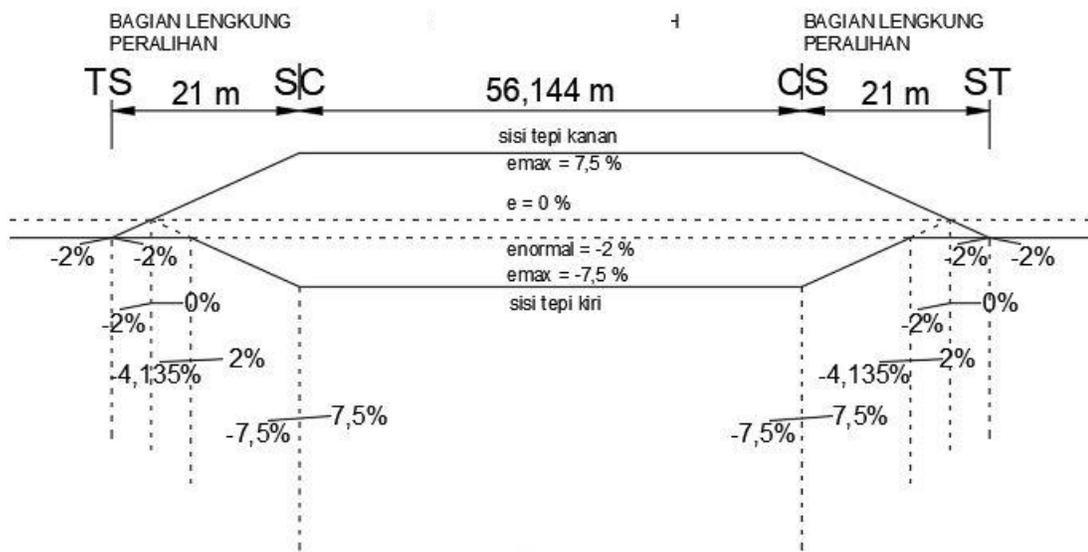
LB-C = 154,657 m

- a. Sta A = 54+805
- b. Sta TS 1 = Sta A + LAB - Ts
= 54+(805 + 78,815 - 50,286)
= 54+833,529
- c. Sta SC 1 = Sta TS + Ls
= 54+(833,529 + 21)
= 54+854,529
- d. Sta CS 1 = Sta SC + Lc
= 54+(854,529 + 56,144)
= 54+910,673
- e. Sta ST 1 = Sta CS + Ls
= 54+(910,673 + 21)
= 54+931,673
- f. Sta TS 2 = Sta B + LBC - Ts 2
= 54+(883,815 + 154,651 - 49,452)
= 54+990,22

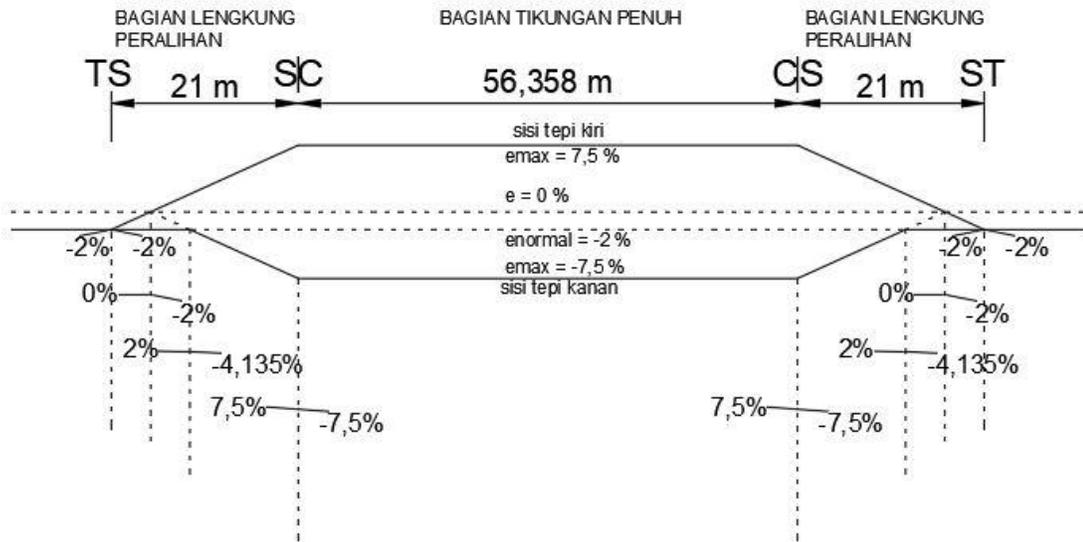
- g. Sta SC 2 = Sta TS 2 + Ls
= 54+(990,22 + 20)
= 55+010,22
- h. Sta CS 2 = Sta SC 2 + Lc
= 55+(010,22 + 56,42)
= 55+066,64
- i. Sta ST 2 = Sta CS 2 + Ls
= 55+(066,64 + 20)
= 55+086,64

9. Diagram Superelevasi

Diagram super elevasi sepanjang 21 m untuk tikungan 1, dan sepanjang 20 m untuk tikungan 2. Hasil diagram superelevasi dapat dilihat pada Gambar 5.2 untuk tikungan 1 dan Gambar 5.3 untuk tikungan 2.



Gambar 5.2 Superelevasi Tikungan 1



Gambar 5.3 Superelevasi Tikungan 2

5.2.4 Analisis Jarak Pandang Henti

Berdasarkan kecepatan rencana di lapangan yaitu sebesar 40 km/jam, maka diperoleh nilai jarak pandang henti dengan menggunakan Persamaan 3.1 seperti berikut ini.

Diketahui : $V_R = 40$ Km/jam

$$T = 2,5 \text{ detik}$$

$$f = 0,19$$

$$\begin{aligned} \text{JPH} &= \frac{v_r}{3,6} T + \frac{\left(\frac{v_r}{3,6}\right)^2}{2gf} \\ &= \frac{40}{3,6} \times 2,5 + \frac{\left(\frac{40}{3,6}\right)^2}{2 \times 9,81 \times 0,19} \\ &= 60,896 \text{ m} \end{aligned}$$

5.2.5 Analisis Jarak Pandang Mendahului

Berdasarkan kecepatan rencana di lapangan yaitu sebesar 40 km/jam, maka diperoleh nilai jarak pandang mendahului dengan menggunakan Persamaan 3.2 seperti berikut ini.

Diketahui : $V_R = 40$ km/jam

$$m = 15 \text{ km/jam}$$

$$\begin{aligned} T_1 &= 2,12 + (0,026 \times V_R) \\ &= 2,12 + (0,026 \times 40) \\ &= 3,16 \text{ detik} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} T_2 &= 6,56 + (0,048 \times V_R) \\ &= 6,56 + (0,048 \times 40) \\ &= 8,48 \text{ detik} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} a &= 2,052 + (0,0036 \times V_R) \\ &= 2,052 + (0,0036 \times 40) \\ &= 2,2 \text{ km/jam} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} d_1 &= 0,278 \times T_1(V_R - m + \frac{a \times T_1}{2}) \\ &= 0,278 \times 3,16(40 - 15 + \frac{2,2 \times 3,16}{2}) \\ &= 26,28 \text{ m} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} d_2 &= 0,278 \times V_R \times T_2 \\ &= 0,278 \times 40 \times 8,48 \\ &= 94,29 \text{ m} \end{aligned}$$

$$d_3 = 30 \text{ m}$$

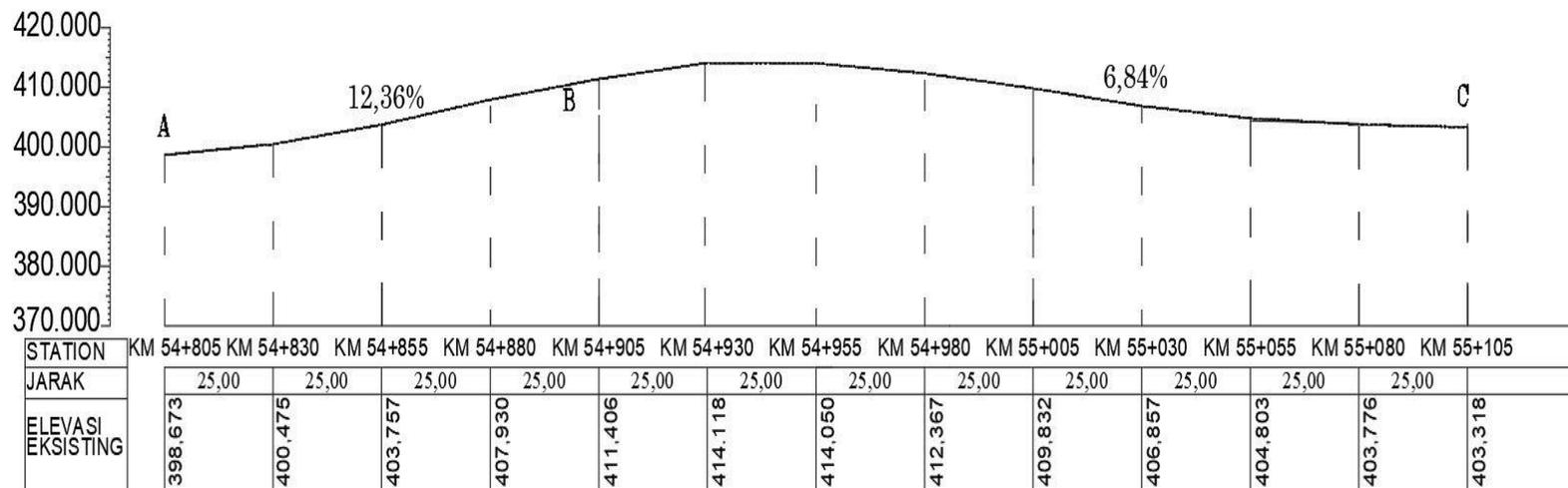
$$\begin{aligned} d_4 &= \frac{2}{3} \times d_2 \\ &= \frac{2}{3} \times 94,29 \end{aligned}$$

$$= 62,86 \text{ m}$$

$$\begin{aligned} \text{Jd} &= d_1+d_2+d_3+d_4 \\ &= 26,28 + 94,29 + 30 + 62,86 \\ &= 213,44 \text{ m} \end{aligned}$$

5.2.6 Analisis Alinyemen Vertikal *Eksisting*

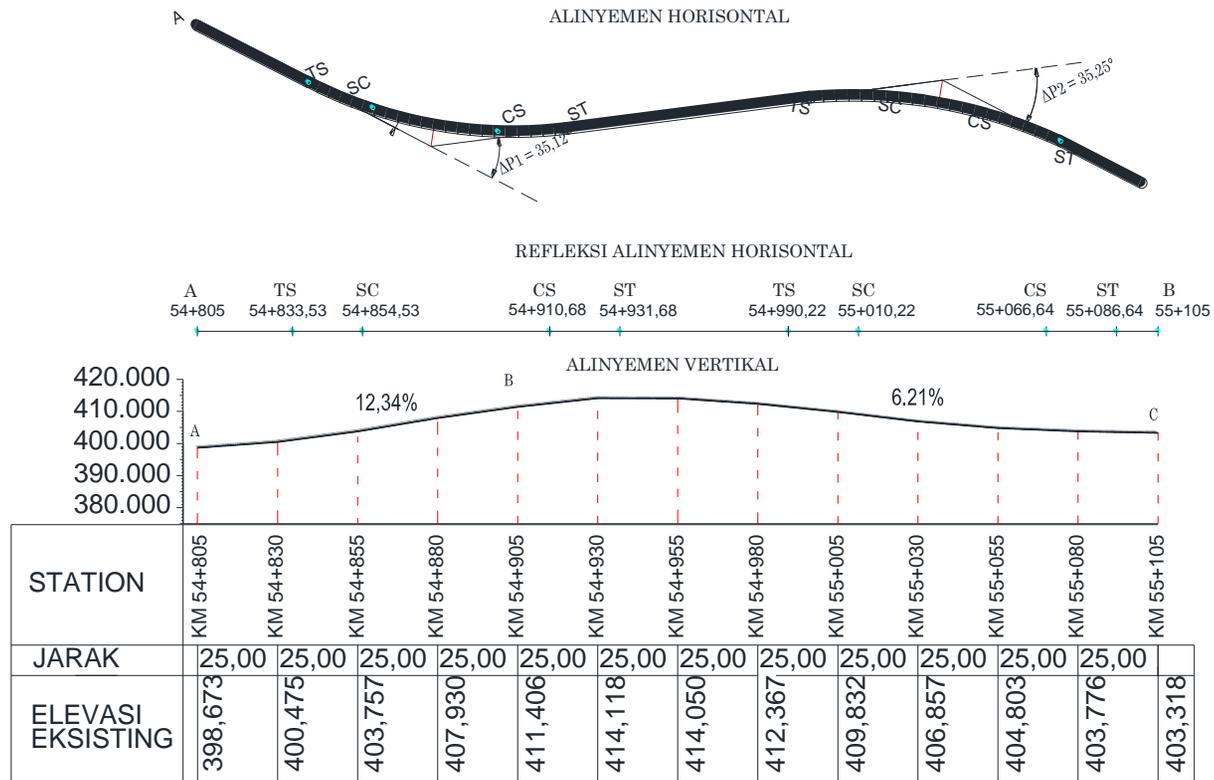
Alinyemen vertikal *eksisting* diperoleh berdasarkan pengukuran elevasi di lapangan dengan menggunakan alat *theodolit* sesuai dengan metode pengumpulan data pada sub bab 4.2.1 poin (d). Hasil dari pengambilan data elevasi *eksisting* kemudian di olah gambar dengan aplikasi *Auto Cad* yang dapat dilihat pada Gambar 5.4



Gambar 5.4 Alinyemen Vertikal Eksisting

5.2.7 Koordinasi Alinyemen

Koordinasi antara alinyemen *horizontal eksisting* dengan alinyemen vertikal *eksisting* dapat dilihat pada Gambar 5.5.



Gambar 5.5 Koordinasi Alinyemen Eksisting

Kecepatan rata – rata di lapangan diperoleh hasil 27,18 km/jam yang artinya sudah sesuai desain yang disyaratkan oleh Ditjen Bina Marga (1997) dimana tidak melebihi batas yang ditentukan yaitu sebesar 40 km/jam. Kondisi alinyemen *horizontal eksisting* yang berupa tikungan gabungan balik dengan jarak antar tikungan sebesar 30 m sudah sama dengan standar yang disyaratkan oleh Ditjen Bina Marga (1997), tetapi tidak dengan JPH pada kondisi *eksisting* karena hanya memiliki panjang sebesar 24 m, sementara jarak JPH yang disyaratkan oleh Ditjen Bina Marga (1997) sesuai dengan kondisi eksisting yang ada adalah sebesar 60,896 m sehingga menghalangi pandangan pengguna jalan ketika melewati tikungan. Kondisi alinyemen vertikal eksisting tidak memenuhi persyaratan yang disyaratkan oleh Ditjen Bina Marga (1997) karena memiliki kelandaian sebesar 12,34 % dimana kelandaian yang disyaratkan adalah sebesar 10 % sehingga memberatkan kendaraan untuk melewati jalan tersebut. Berdasarkan koordinasi alinyemen eksisting sesuai dengan Gambar 5.5, terlihat bahwa kondisi lengkung vertikal menutupi *lengkung horizontal* sehingga mengganggu jarak pandang pengemudi untuk berbelok di tikungan. Perbaikan perlu dilakukan untuk menghindari kecelakaan akibat kondisi geometrik eksisting yang tidak sesuai dengan syarat yang telah dibuat oleh Ditjen Bina Marga (1997).

Rangkuman dari kondisi geometrik eksisting untuk dibandingkan dengan standar Ditjen Bina Marga (1997) disajikan pada Tabel 5.7.

Tabel 5.7 Rangkuman Kondisi Geometrik Eksisting

Parameter	Hasil	Keterangan
Kecepatan Lapangan (km/jam)	27,18	Memenuhi
Alinyemen <i>Horizontal</i>	Terdapat jarak antar tikungan	Memenuhi

	sebesar 30 m	
--	--------------	--

Tabel 5.7 Lanjutan Rangkuman Kondisi Geometrik Eksisting

JPH	(m)	39,469	Tidak Memenuhi
Alinyemen Vertikal		Terdapat kelandaian 12,34 %	Tidak Memenuhi
Koordinasi Alinyemen		Alinyemen vertikal menghalangi pandangan alinyemen <i>horizontal</i>	Tidak Memenuhi

5.3 Analisis Data Perbaikan Geometri

Perbaikan geometri dibuat dalam 2 alternatif perbaikan. Perbaikan alternative 1 yang dilakukan adalah dengan mengubah alinyemen *horizontal* dengan mengubah jari – jari tikungan dan lengkung perlihatan serta mengubah alinyemen vertikal dengan cara penurunan elevasi agar lengkung vertikal tidak menghalangi pandangan terhadap lengkung *horizontal*. Perhitungan perbaikan geometri menggunakan persamaan dan metode sesuai dengan syarat yang dibuat oleh Ditjen Bina Marga (1997).

5.3.1 Alinyemen *Horizontal*

1. Tikungan 1

- a. Menentukan f_{\max}

$$\begin{aligned}
 f_{\max} &= -0,00125.V + 0,24 \\
 &= -0,00125 \times 40 + 0,24 \\
 &= 0,19
 \end{aligned}$$

- b. Menentukan Jari-jari lengkung minimum

Jari – jari lengkung minimum ditentukan berdasarkan Persamaan 3.27.

$$\begin{aligned}
R_{\min} &= \frac{V^2}{127(e_{\max} + f_{\max})} \\
&= \frac{40^2}{127(0,01+0,19)} \\
&= 62,99 \text{ m}
\end{aligned}$$

c. Menentukan derajat kelengkungan

$$\begin{aligned}
Dd &= \frac{1432}{Rd} \\
&= \frac{1432}{88} \\
&= 16,27^\circ
\end{aligned}$$

d. Menentukan derajat kelengkungan maksimum

$$\begin{aligned}
D_{\max} &= \frac{181913,53 \times (e_m + f_{\max})}{VR^2} \\
&= \frac{181913,53 \times (0,001+0,19)}{40^2} \\
&= 32,97^\circ
\end{aligned}$$

e. Mencari superelevasi

$$\begin{aligned}
e &= \frac{-e_{\max} \times Dd^2}{D_{\max}^2} + \frac{2 \times e_{\max} \times Dd}{D_{\max}} \\
&= \frac{-0,1 \times 16,27^2}{32,97^2} + \frac{2 \times 0,1 \times 16,27}{32,97} - \frac{0,1 \times 16,27^2}{32,97^2} + \frac{2 \times 0,1 \times 16,27}{32,97} \\
&= 0,075 \\
&= 7,5 \%
\end{aligned}$$

f. Mencari panjang lengkung spiral

1) Lama perjalanan selama 3 detik

$$Ls = \frac{Vr}{3,6} \times t$$

$$= \frac{V_r}{3,6} \times 3$$

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

Perencanaan perbaikan tikungan 1 memiliki nilai jari – jari yang lebih besar dari jari minimum yang disyaratkan oleh Ditjen Bina Marga (1997) sehingga rumus yang digunakan untuk perhitungan alinyemen *horizontal* perbaikan tikungan 1 sama dengan perhitungan alinyemen *horizontal* pada tikungan 1 eksisting. Data perhitungan alinyemen *horizontal* pada perbaikan tikungan 1 tercantum dalam Tabel 5.8.

Tabel 5.8 Data Perencanaan Perbaikan Tikungan 1

Parameter	Nilai
Sudut Δ (°)	$35^{\circ}11'32,42'' = 35,12$
V_r (km/jam)	40
R_d (m)	88
e_{max} (%)	10
e_{normal} (%)	2
e (%)	7,5
L_s (m)	34
Kelas jalan	III

Perhitungan alinyemen *horizontal* pada perbaikan tikungan 1 menggunakan persamaan yang sama dengan perhitungan tikungan 1 *eksisting*. Rekapitulasi perhitungan alinyemen *horizontal* perbaikan tikungan 1 dapat dilihat pada Tabel 5.9.

Tabel 5.9 Rekapitulasi Perhitungan Alinyemen *Horizontal* Perbaikan Tikungan 1

No	Notasi	Nilai	Keterangan
1	Vr (km/jam)	40	Kecepatan rencana
2	Δ (°)	35,12	Sudut pusat
3	R (m)	88	Jari-jari rencana

Tabel 5.9 Lanjutan Rekapitulasi Perhitungan Alinyemen *Horizontal* Perbaikan Tikungan 1

No	Notasi	Nilai	Keterangan
4	e (%)	7,5	Superelevasi
5	Ls (m)	34	Lengkung <i>spiral</i>
6	θ_s (°)	11,069	Sudut <i>spiral</i>
7	θ_c (°)	11,863	Sudut <i>circle</i>
8	Lc (m)	20,16	Lengkung <i>circle</i>
9	Lt (m)	86,220	Lengkung total
10	P (m)	0,552	Pergeseran lintasan
11	Ts (m)	44,052	Panjang tangen
12	Es (m)	4,599	PI ke Pusat Tikungan

g. Daerah Bebas Samping

Ruang bebas samping dihitung dengan menggunakan Persamaan 3.30 dan Persamaan 3.31 seperti berikut ini.

Diketahui : $R = 88$ m

$$L_c = 20,16 \text{ m}$$

$$L_s = 34 \text{ m}$$

$$JPH = 60,896 \text{ m}$$

$$L_{total} = 86,220 \text{ m}$$

$$R' = R_d - 0,5 \times w$$

$$= 88 - 0,5 \times 7$$

$$= 84,5$$

$$E = R \times \left(1 - \cos \frac{90 \cdot JPH}{\pi \cdot R'} \right)$$

$$= 88 \times \left(1 - \cos \frac{90 \times 60,896}{\pi \times 84,5} \right)$$

$$= 5,22 \text{ m}$$

h. Pelebaran Perkerasan

Berdasarkan PP No. 43 tahun 1992 Pasal 11, jalan kelas III A (arteri) muatan sumbu terberat 8 ton sehingga direncanakan kendaraan terberat yang melintas adalah kendaraan sedang. Data perencanaan pelebaran tikungan 1 disajikan pada Tabel 5.10.

Tabel 5.10 Data Perencanaan Pelebaran Tikungan 1

Parameter	Nilai
V_r (km/jam)	40
R_d (m)	88
n	2
c (m)	0,8
b (m)	2,6

p	(m)	7,6
A	(m)	2,1

Perhitungan pelebaran perkerasan menggunakan Persamaan 3.29 sebagai berikut ini.

$$b'' = R_d - \sqrt{R_d^2 - p^2}$$

$$= 88 - \sqrt{88^2 - 7,6^2}$$

$$= 0,043 \text{ m}$$

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

$$= 2,6 + 0,043$$

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

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

$$= \sqrt{88^2 + 2,1(2 \times 7,6 + 2,1)} - 88$$

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

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

$$= 0,105 \times \frac{40}{\sqrt{88}}$$

$$= 0,45 \text{ m}$$

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

$$= 2(2,64 + 0,8) + (2-1)0,2 + 0,45$$

$$= 7,94 \text{ m}$$

2. Tikungan 2

Perencanaan perbaikan tikungan 2 memiliki nilai jari – jari yang lebih besar dari jari minimum yang disyaratkan oleh Ditjen Bina Marga (1997) sehingga rumus yang digunakan untuk perhitungan alinyemen *horizontal* perbaikan tikungan 2 sama dengan perhitungan alinyemen *horizontal* pada tikungan 1 *eksisting*. Data perhitungan Alinemen Horizontal pada tikungan 2 tercantum dalam Tabel 5.11.

Tabel 5.11 Data Perencanaan Perbaikan Tikungan 2

Parameter	Nilai
Sudut Δ (°)	$35^{\circ}15'34,63'' = 35,25$
V_r (km/jam)	40
R_d (m)	88
e_{max} (%)	10
e_{normal} (%)	2
e (%)	7,5

Tabel 5.11 Lanjutan Data Perencanaan Perbaikan Tikungan 2

Parameter	Nilai
L_s (m)	34
Kelas jalan	III

Pehitungan alinyemen *horizontal* pada perbaikan tikungan 2 menggunakan persamaan yang sama dengan perhitungan tikungan 1 *eksisting*. Rekapitulasi perhitungan alinyemen *horizontal* tikungan 2 dapat dilihat pada Tabel 5.12.

Tabel 5.12 Rekapitulasi Perhitungan Alinyemen *Horizontal* Perbaikan Tikungan 2

No	Notasi	Nilai	Keterangan
1	V_r	40	Kecepatan rencana

	(km/jam)		
2	Δ (°)	35,25	Sudut pusat
3	R (m)	88	Jari-jari rencana
4	e (%)	7,5	Superelevasi
5	Ls (m)	34	Lengkung <i>spiral</i>
6	θ_s (°)	11,069	Sudut <i>spiral</i>
7	θ_c (°)	12,863	Sudut <i>circle</i>
8	Lc (m)	20,16	Lengkung <i>circle</i>
9	Lt (m)	87,756	Lengkung total
10	P (m)	0,552	Pergeseran lintasan
11	Ts (m)	44,899	Panjang tangen
12	Es (m)	4,850	PI ke Pusat Tikungan

Perhitungan *stationing* titik penting perencanaan alinyemen *horizontal* alternative 1 menggunakan persamaan yang sama dengan perhitungan *stationing* alinyemen *horizontal* eksisting. Rekapitulasi hasil perhitungan *stationing* perencanaan alinyemen *horizontal* alternatif 1 disajikan pada Tabel 5.13.

Tabel 5.13 Rekapitulasi Perhitungan *Stationing Alinyemen Horizontal Alternatif*
1

No	Notasi	Nilai	Keterangan
1	Sta A	54+839,76	Stasiun A
2	Sta TS 1	54+839,76	Stasiun TS tikungan 1
3	Sta SC 1	54+873,76	Stasiun SC tikungan 1
4	Sta CS 1	54+891,98	Stasiun CS tikungan 1
5	Sta ST 1	54+925,98	Stasiun ST tikungan 1
6	Sta TS 2	54+994,58	Stasiun TS tikungan 2
7	Sta SC 2	55+028,58	Stasiun SC tikungan 2
8	Sta CS 2	55+048,39	Stasiun CS tikungan 2
9	Sta ST 2	55+082,34	Stasiun ST tikungan 2
10	Sta D	55+105	Stasiun D

i. Koordinat Titik Penting

$$\beta_1 = 143^\circ$$

$$\beta_2 = 109^\circ$$

$$XA = 469976$$

$$YA = 9114814$$

$$\begin{aligned} XB &= XA + (\text{Lengan 1} \times \sin \beta_1) \\ &= 469976 + (78,815 \times \sin(143^\circ)) \\ &= 470023 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} YB &= YA + (\text{Lengan 1} \times \cos \beta_1) \\ &= 9114814 + (78,815 \times \cos(143^\circ)) \\ &= 9114751 \end{aligned}$$

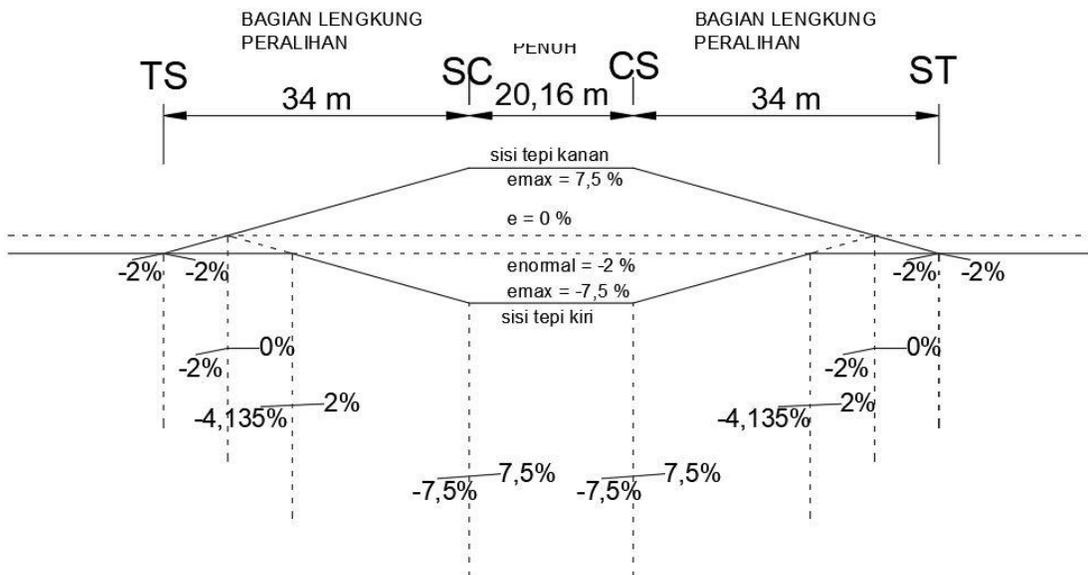
$$\begin{aligned}
\text{XTs 1} &= \text{XA} + ((\text{Lengan 1} - \text{Ts}) \times \text{Sin } \beta_1) \\
&= 469976 + ((78,815 - 44,052) \times \text{Sin}(143^\circ)) \\
&= 469996 \\
\text{YTs 1} &= \text{YA} + ((\text{Lengan 1} - \text{Ts}) \times \text{Cos } \beta_1) \\
&= 9114814 + ((78,815 - 44,052) \times \text{Cos}(143^\circ)) \\
&= 9114786 \\
\text{XSt 1} &= \text{XB} + (\text{Ts} \times \text{Sin } \beta_2) \\
&= 470023 + (44,052 \times \text{Sin}(109^\circ)) \\
&= 470064 \\
\text{YSt 1} &= \text{YB} + (\text{Ts} \times \text{Cos } \beta_2) \\
&= 9114751 + (44,052 \times \text{Cos}(109^\circ)) \\
&= 9114736 \\
\beta_{\text{Bo 1}} &= \beta_2 + \left(180^\circ - \frac{\beta_2 - \beta_1}{2}\right) \\
&= 109^\circ + \left(180^\circ - \frac{109^\circ - 143^\circ}{2}\right) \\
&= 216^\circ \\
\text{Xo} &= \text{XB} + ((\text{Es} + \text{Rc}) \times \text{Sin } \beta_{\text{Bo}}) \\
&= 470023 + ((4,599 + 88) \times \text{Sin}(216^\circ)) \\
&= 469968 \\
\text{Yo} &= \text{YB} + ((\text{Es} + \text{Rc}) \times \text{Cos } \beta_{\text{Bo}}) \\
&= 9114751 + ((4,599 + 88) \times \text{Cos}(216^\circ)) \\
&= 9114676 \\
\Delta\text{Sc 1} &= \frac{\Delta c}{2} - (180^\circ - \beta_{\text{Bo}}) \\
&= \frac{11,863^\circ}{2} - (180^\circ - 216^\circ) \\
&= 41,931^\circ \\
\text{XSc 1} &= \text{Xo} - (\text{Rc} \times \text{Sin } \Delta\text{Sc}) \\
&= 469968 - (88 \times \text{Sin}(41,931^\circ)) \\
&= 469910
\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
Y_{Sc\ 1} &= Y_o + (R_c \times \cos \Delta Sc) \\
&= 9114676 - (88 \times \cos(41,931^\circ)) \\
&= 9114617 \\
\Delta C_s\ 1 &= \frac{\Delta c}{2} - (180^\circ - \beta B_o) \\
&= \frac{11,863^\circ}{2} - (180^\circ - 216^\circ) \\
&= -30,068^\circ \\
X_{Cs\ 1} &= X_o + (R_c \times \sin \Delta C_s) \\
&= 469968 + (88 \times \sin(-30,068^\circ)) \\
&= 470012 \\
Y_{Cs\ 1} &= Y_o + (R_c \times \cos \Delta C_s) \\
&= 9114676 + (88 \times \cos(-30,068^\circ)) \\
&= 9114720 \\
X_C &= X_B + (Lengan\ 1 \times \sin \beta_1) \\
&= 470023 + (154,65 \times \sin(109^\circ)) \\
&= 470169 \\
Y_C &= Y_C + (Lengan\ 1 \times \cos \beta_1) \\
&= 9114751 + (154,65 \times \cos(109^\circ)) \\
&= 9114700 \\
X_{Ts\ 2} &= X_B + ((Lengan\ 1 - T_s) \times \sin \beta_1) \\
&= 470023 + ((154,65 - 44,052) \times \sin(109^\circ)) \\
&= 470126 \\
Y_{Ts\ 2} &= Y_B + ((Lengan\ 1 - T_s) \times \cos \beta_1) \\
&= 9114751 + ((154,65 - 44,052) \times \cos(109^\circ)) \\
&= 9114715 \\
X_{St\ 2} &= X_C + (T_s \times \sin \beta_2) \\
&= 470169 + (44,052 \times \sin(144^\circ)) \\
&= 470195 \\
Y_{St\ 2} &= Y_C + (T_s \times \cos \beta_2)
\end{aligned}$$

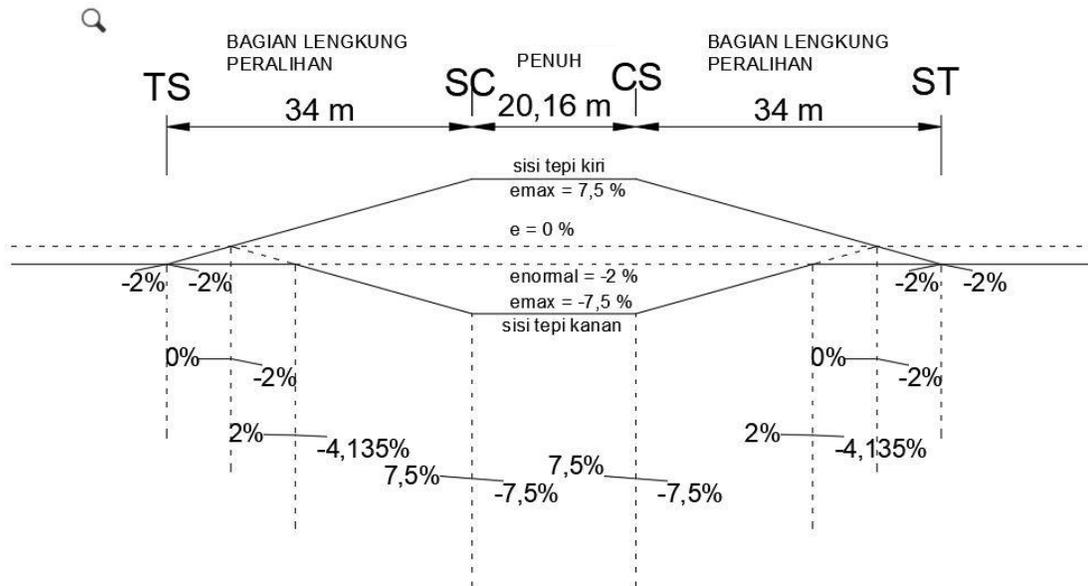
$$\begin{aligned}
&= 9114700 + (44,052 \times \cos(144^\circ)) \\
&= 9114664 \\
\beta_{Bo\ 2} &= \beta_2 + \left(180^\circ - \frac{\beta_2 - \beta_1}{2}\right) \\
&= 144^\circ + \left(180^\circ - \frac{144^\circ - 109^\circ}{2}\right) \\
&= 36,5^\circ \\
X_o &= X_C + ((E_s + R_c) \times \sin \beta_{Bo}) \\
&= 470169 + ((4,599 + 88) \times \sin(36,5^\circ)) \\
&= 470113 \\
Y_o &= Y_C + ((E_s + R_c) \times \cos \beta_{Bo}) \\
&= 9114700 + ((4,599 + 88) \times \cos(36,5^\circ)) \\
&= 9114626 \\
\Delta_{Sc\ 2} &= \frac{\Delta c}{2} - (180^\circ - \beta_{Bo}) \\
&= \frac{11,863^\circ}{2} - (180^\circ - 36,5^\circ) \\
&= -137,068^\circ \\
X_{Sc\ 2} &= X_o - (R_c \times \sin \Delta_{Sc}) \\
&= 470113 - (88 \times \sin(-137,068^\circ)) \\
&= 470158 \\
Y_{Sc\ 2} &= Y_o + (R_c \times \cos \Delta_{Sc}) \\
&= 9114626 - (88 \times \cos(-137,068^\circ)) \\
&= 9114582 \\
\Delta_{Cs\ 2} &= \frac{\Delta c}{2} - (180^\circ - \beta_{Bo}) \\
&= \frac{11,863^\circ}{2} - (180^\circ - 36,5^\circ) \\
&= 149,93^\circ \\
X_{Cs\ 2} &= X_o + (R_c \times \sin \Delta_{Cs}) \\
&= 470113 + (88 \times \sin(149,93^\circ)) \\
&= 470173
\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 YCs\ 2 &= Y_o + (R_c \times \cos \Delta C_s) \\
 &= 9114626 + (88 \times \cos(149,93^\circ)) \\
 &= 9114690
 \end{aligned}$$

Diagram super elevasi dibuat dengan jarak antar titik 5 m sepanjang 21 m untuk tikungan 1, dan sepanjang 20 m untuk tikungan 2. Hasil diagram superelevasi dapat dilihat pada Gambar 5.6 untuk tikungan 1 dan Gambar 5.7 untuk tikungan 2.



Gambar 5.6 Superelevasi Tikungan 1



Gambar 5.7 Superelevasi Tikungan 2

- Perencanaan alinyemen *horizontal* kedua menggunakan lengkung yang sama dengan lengkung *horizontal eksisting* karena telah memenuhi standar Ditjen Bina Marga (1997). Penambahan untuk usulan perbaikan alinyemen *horizontal* kedua ini adalah pada daerah bebas samping dan pelebaran perkerasan. Rekapitulasi perhitungan daerah bebas samping dan pelebaran perkerasan dicantumkan pada Tabel 5.14, 5.15, 5.16, dan 5.17.

Tabel 5.14 Rekapitulasi Perhitungan Daerah Bebas Samping Tikungan 1

Parameter	Nilai
R (m)	130
Ltotal (m)	98,144
R' (m)	126,5
E (m)	3,56

Tabel 5.15 Rekapitulasi Perhitungan Daerah Bebas Samping Tikungan 2

Parameter	Nilai
R (m)	125
Ltotal (m)	96,358
R' (m)	121,5
E (m)	3,69

Tabel 5.16 Rekapitulasi Perhitungan Pelebaran Perkerasan Tikungan 1

Parameter	Nilai
b'' (m)	0,222
b' (m)	2,822
Td (m)	0,139
Z (m)	0,368
B (m)	7,75

Tabel 5.17 Rekapitulasi Perhitungan Pelebaran Perkerasan Tikungan 2

Parameter	Nilai
b'' (m)	0,231
b' (m)	2,831
Td (m)	0,145
Z (m)	0,376
B (m)	7,78

Hasil perhitungan perencanaan alinyemen *horizontal* alternatif 1 disajikan pada Tabel 5.18.

Tabel 5.18 Rekapitulasi Hasil Perhitungan Alinyemen *Horizontal* Tikungan 1 dan Tikungan 2 Alternatif 1

No	Parameter	Tikungan 1	Tikungan 2
1	Vr (km/jam)	40	40
2	Δ ($^{\circ}$)	35,12	35,25
3	R (m)	88	88
4	e (%)	7,5	7,5
5	Ls (m)	34	34
6	θ_s ($^{\circ}$)	11,069	11,069
7	θ_c ($^{\circ}$)	11,863	12,863
8	Lc (m)	20,16	20,16
9	Lt (m)	86,220	87,756
10	P (m)	0,552	0,552
11	Ts (m)	44,052	44,899
12	Es (m)	4,599	4,850

Hasil perhitungan perencanaan alinyemen *horizontal* alternatif 1 disajikan pada Tabel 5.19

Tabel 5.19 Rekapitulasi Hasil Perhitungan Alinyemen *Horizontal* Tikungan 1 dan Tikungan 2 Alternatif 2

No	Parameter	Tikungan 1	Tikungan 2
1	Vr (km/jam)	40	40
2	Δ ($^{\circ}$)	35,12	35,25

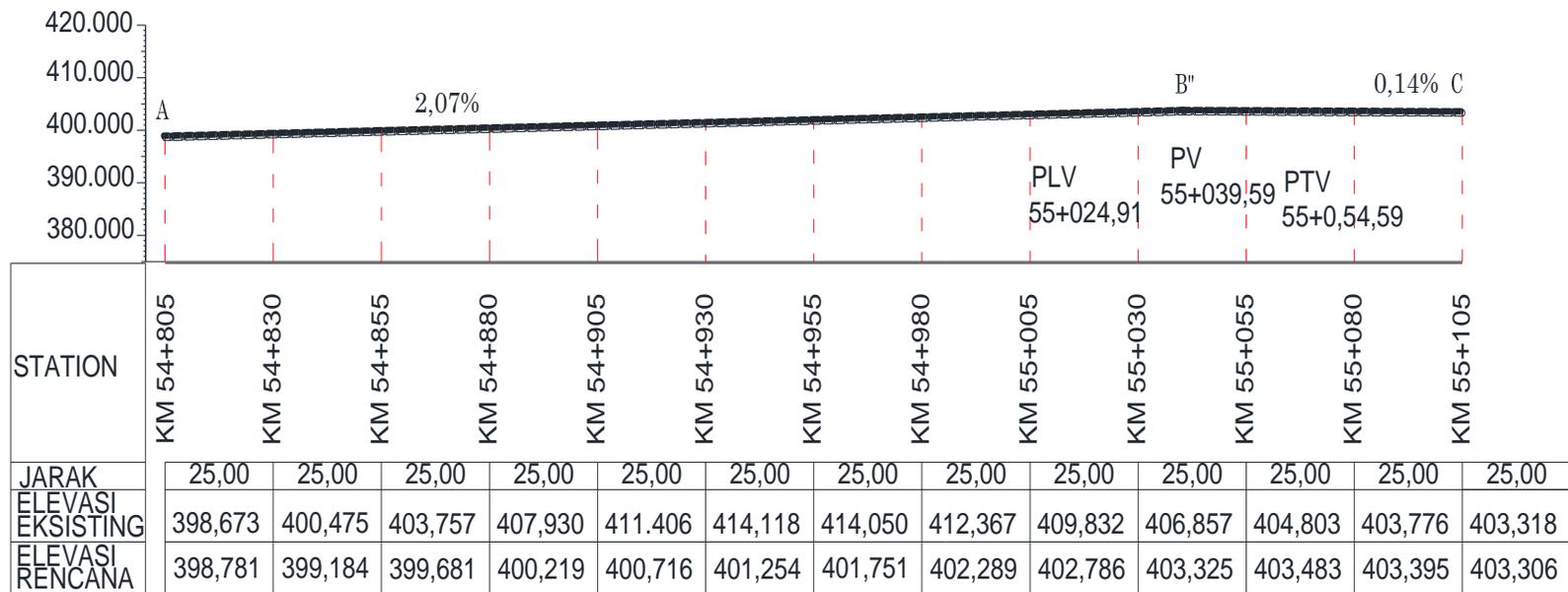
Tabel 5.19 Lanjutan Rekapitulasi Hasil Perhitungan Alinyemen *Horizontal* Tikungan 1 dan Tikungan 2 Alternatif 2

3	R (m)	130	125
4	e (%)	7,5	7,5
5	Ls (m)	21	21
6	θ_s ($^{\circ}$)	4,628	4,584
7	θ_c ($^{\circ}$)	24,745	25,832
8	Lc (m)	56,144	56,358
9	Lt (m)	98,144	96,358
10	P	0,142	0,134

	(m)		
11	Ts (m)	50,286	49,452
12	Es (m)	7,73	6,89

5.3.2 Alinyemen Vertikal

Perencanaan alinyemen vertikal dilakukan dengan mengubah elevasi eksisting menjadi lebih landai. Perhitungan dilakukan dengan aplikasi *Microsoft Excel*. Detail perencanaan perbaikan alinyemen vertikal dapat dilihat pada Gambar 5.8



Gambar 5.8 Perencanaan Perbaikan Alinyemen Vertikal

1. Kelandaian

b. Kelandaian A - B

$$\begin{aligned}g_1 &= \frac{\text{Elevasi B} - \text{Elevasi A}}{\text{Sta B} - \text{Sta A}} \\&= \frac{403,353 - 398,67}{1040 - 805} \\&= +2,07 \%\end{aligned}$$

c. Kelandaian B - C

$$\begin{aligned}g_2 &= \frac{\text{Elevasi C} - \text{Elevasi B}}{\text{Sta C} - \text{Sta B}} \\&= \frac{403,31 - 403,353}{1105 - 1040} \\&= -0,14 \%\end{aligned}$$

2. Perhitungan Lengkung Alinyemen Vertikal

a. Lengkung Cembung A-B-C

1) Perbedaan Kelandaian

$$\begin{aligned}A &= (g_2 - g_1) \\&= +2,07 - (-0,14) \\&= 3,21 \%\end{aligned}$$

2) Panjang Lengkung Vertikal

Panjang lengkung vertikal (L_v) ditentukan berdasarkan syarat JPH, keluwesan bentuk, syarat drainase, dan syarat pengurangan guncangan.

a) Panjang lengkung berdasarkan JPH

$$\text{JPH} = 60,896 \text{ m}$$

$$\begin{aligned}L_v &= \frac{A \times \text{JPH}^2}{398} \\&= \frac{3,21 \times 60,896^2}{398} \\&= 30,00 \text{ m}\end{aligned}$$

b) Panjang lengkung berdasarkan keluwesan bentuk

$$\begin{aligned}L_v &= 0,6 \times V_R \\ &= 0,6 \times 40 \\ &= 24 \text{ m}\end{aligned}$$

c) Panjang L_v berdasarkan syarat drainase

$$\begin{aligned}L_v &= 40 \times A \\ &= 40 \times 3,21\% \\ &= 1,28 \text{ m}\end{aligned}$$

d) Panjang L_v berdasarkan syarat kenyamanan pengemudi (Berdasarkan waktu tempuh maximum (3 detik) untuk melintasi lengkung)

$$\begin{aligned}L_v &= \frac{V_r}{3,6} \times T \\ &= \frac{40}{3,6} \times T \\ &= 33,33 \text{ m}\end{aligned}$$

e) Panjang L_v berdasarkan syarat pengurangan guncangan

$$\begin{aligned}L_v &= \frac{V_r^2 \times A}{360} \\ &= \frac{40^2 \times 3,21\%}{360} \\ &= 0,19 \text{ m}\end{aligned}$$

Berdasarkan hasil perhitungan L_v sesuai syarat JPH, keluwesan bentuk, syarat drainase, dan syarat pengurangan guncangan, maka diambil nilai L_v terbesar yaitu berdasarkan syarat JPH dengan panjang 30,00 m.

3. Perhitungan Titik Penting Lengkung Vertikal

$$\begin{aligned}
 y &= \sqrt{(\text{Elv B} - \text{Elv A})^2 - (\text{Sta B} - \text{Sta A})^2} \\
 &= \sqrt{(403,325 - 398,67)^2 - (1040 - 805)^2} \\
 &= 226,03 \text{ m}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 x &= \sqrt{y^2 + (g_2 \times y)^2} \\
 &= \sqrt{77,09^2 + ((-0,14\%) \times 77,09)^2} \\
 &= 1019,91 \text{ m}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Elv PPV} &= y + (g_1 \times y) \\
 &= 77,99 + (2,07\% \times 77,99) \\
 &= 403,328 \text{ m}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Sta PPV} &= \text{Sta A} + x \\
 &= 54 + (805 + 1019,91) \\
 &= 55 + 0039,59
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Elv PVC} &= \text{Elv PPV} - \frac{1}{2} L_v \times g_1 \\
 &= 403,328 - \frac{1}{2} \times 30,00 \times 2,07\% \\
 &= 402,95 \text{ m}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Sta PVC} &= \text{Sta PPV} - \frac{1}{2} L_v \\
 &= 1040 - \frac{1}{2} \times 30 \\
 &= 55 + 024,91
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Elv PVT} &= \text{Elv PPV} + \frac{1}{2} L_v \times g_2 \\
 &= 403,328 + \frac{1}{2} \times 30,00 \times (-0,14\%)
 \end{aligned}$$

$$= 403,327 \text{ M}$$

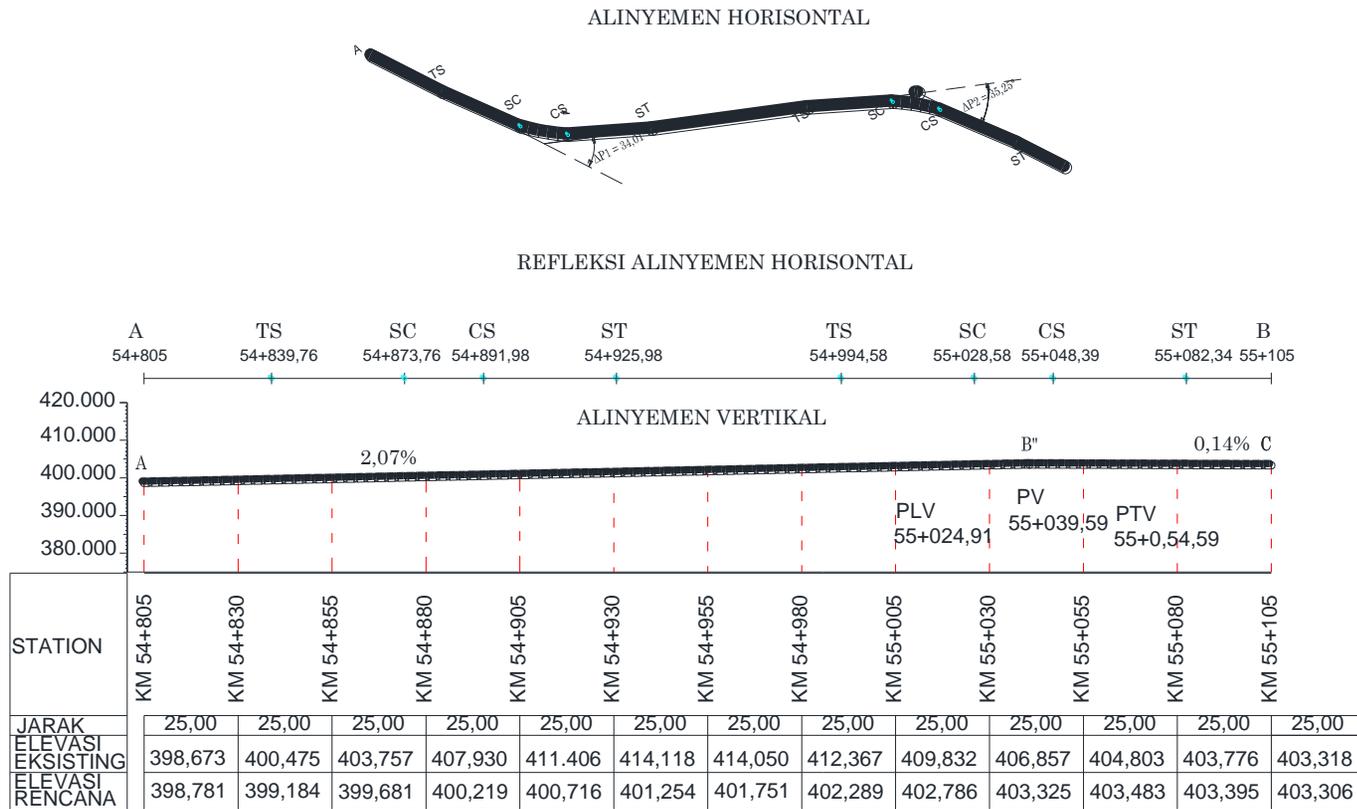
$$\text{Sta PVT} = \text{Sta PPV} + \frac{1}{2} L_v$$

$$= 1040 + \frac{1}{2} \times 30,00$$

$$= 55+54,59$$

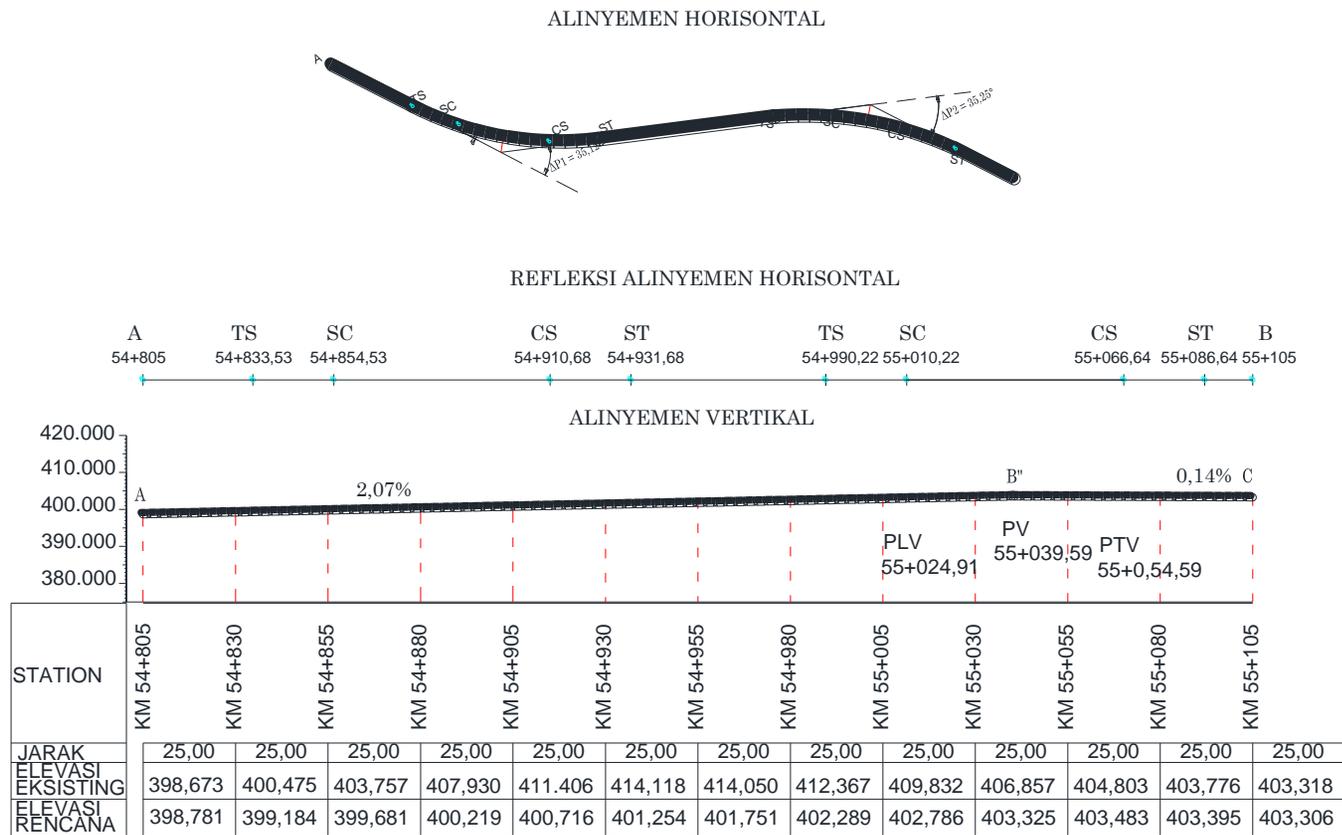
5.3.4 Koordinasi Alinyemen

Koordinasi antara perencanaan perbaikan alinyemen *horizontal* dengan alinyemen vertikal dapat dilihat pada Gambar 5.9.



Gambar 5.9 Koordinasi Perencanaan Perbaikan Alinyemen

Koordinasi antara perencanaan alinyemen *horizontal eksisting* dengan perbaikan alinyemen vertikal dapat dilihat pada Gambar 5.10.



Gambar 5.10 Koordinasi Perencanaan Alinyemen *Horizontal Eksisting* dengan Perbaikan Alinyemen Vertikal

5.4 Pembahasan

5.4.1 Pembahasan Geometrik *Eksisting*

Berdasarkan hasil analisis yang dilakukan, Jalan Wonosari – Pracimantoro merupakan jalan Arteri Kelas III A dengan kondisi medan yang merupakan pegunungan. Kecepatan yang disyaratkan oleh Ditjen Bina Marga (1997) adalah sebesar 40 km/jam. Berdasarkan hasil survei di lapangan diperoleh kecepatan rata – rata pada jalan tersebut sebesar 27,27 km/jam dengan tidak ada satupun pengendara yang dijadikan sampel penelitian yang mencapai kecepatan 40 km/jam sehingga kecepatan di lapangan masih memenuhi persyaratan Ditjen Bina Marga (1997). Kondisi alinyemen horizontal eksisting terdapat tikungan gabungan balik dengan jarak antar tikungan sebesar 30 m. Kondisi tersebut sudah memenuhi persyaratan yang disyaratkan oleh Ditjen Bina Marga (1997) yaitu sebesar 30 m sehingga pengendara memiliki waktu untuk dapat berpindah dari tikungan 1 menuju tikungan 2 dengan aman, Terdapat hambatan pada jalan *eksisting* dikarenakan pada kondisi eksisting tersebut Ditjen Bina Marga (1997) mensyaratkan nilai JPH sebesar 60,896 tidak dipenuhi oleh JPH di lapangan dengan nilai sebesar 39,469 m sehingga dapat menghalangi pengguna kendaraan untuk melewati tikungan 1 maupun tikungan 2. Hambatan pada jalan *eksisting* selanjutnya dikarenakan pengaruh oleh kondisi alinyemen vertikal yang menutupi alinyemen *horizontal* sesuai dengan koordinasi alinyemen eksisting pada Gambar 5.5 sehingga mempengaruhi jarak pandang pengendara ketika akan melalui tikungan 1 maupun tikungan 2 ditambah dengan kelandaian yang mencapai 12,34 % tidak sesuai dengan persyaratan yang disyaratkan oleh Ditjen Bina Marga (1997) yaitu sebesar 10 % sehingga mengakibatkan kendaraan yang berada dibelakang kendaraan lain harus mengambil jarak agar dapat melewati jalan tersebut. Kondisi lengkung vertikal *eksisting* yang terletak sepanjang memasuki tikungan 1 dari arah *opposite* membuat tikungan 1 menjadi tidak terlihat sehingga membahayakan pengendara yang melewati jalan tersebut. Perbedaan dengan penelitian yang dilakukan oleh Utami (2010), Santoso (2011), dan Pradana (2016) adalah pada kondisi eksisting dimana desain eksisting alinyemen *horizontal* tidak

memenuhi standar Ditjen Bina Marga (1997). Perbandingan kondisi geometrik *eksisting* dengan standar Ditjen Bina Marga (1997) disajikan pada Tabel 5.20.

Tabel 5.20 Pebandingan Kondisi Geometrik *Eksisting* dengan Ditjen Bina Marga (1997)

No	Parameter	Eksisting	Peraturan	Keterangan
			Ditjen Bina Marga (1997)	
1	V _r (km/jam)	27,27	40	Memenuhi
2	Alinyemen <i>Horizontal</i>	Terdapat jarak antar tikungan 30 m	≤ 30 m	Memenuhi
3	Alinyemen Vertikal	Kelandaian 12,34 %	Max 10 %	Tidak Memenuhi
4	JPH (m)	39,469	60,896	Tidak Memenuhi
5	Koordinasi Alinyemen	Alinyemen vertikal tidak berhimpit Alinyemen <i>horizontal</i>	Alinyemen vertikal berhimpit Alinyemen <i>horizontal</i>	Tidak Memenuhi

5.4.2 Pembahasan Usulan Perbaikan Geometrik

Perbaikan geometrik yang dilakukan adalah perbaikan dengan mengubah alinyemen *horizontal* dan alinyemen vertikal agar tercipta koordinasi yang sesuai dengan yang disyaratkan oleh Ditjen Bina Marga (1997). Perbedaan perbaikan dengan yang dilakukan oleh Utami (2010), Santoso (2011), dan Pradana (2016) adalah hanya perbaikan alinyemen *horizontal* karena kondisi alinyemen vertikal *eksisting* sudah memenuhi standar Ditjen Bina Marga (1997).

1. Alinyemen *horizontal* rencana

Analisis alinyemen *horizontal* dilakukan menggunakan program *Auto Cad*. Bentuk lengkung *horizontal* pada alternatif 1 menggunakan jenis tikungan tipe *Spiral – Circle – Spiral* dengan jari-jari (R_c) untuk masing – masing tikungan adalah sebesar 88 m dengan lengkung peralihan (L_s) masing – masing sebesar 34

m. Pemilihan jari – jari tikungan Alinyemen *horizontal* yang lebih kecil dimaksudkan agar mendapatkan nilai lengkung yang lebih kecil sehingga didapatkan nilai jarak antar tikungan yang lebih panjang, tetapi masih sesuai dengan peraturan yang disyaratkan oleh Bina Marga (1997) karena nilai dari setengah panjang lengkung *horizontal* dan jarak dari *point of intersection* menuju titik TS maupun ST lebih kecil dibandingkan kaki terpendek dari *trase* yang ada. Alinyemen *horizontal* alternatif ke 2 menggunakan alinyemen horizontal eksisting karena nilai tikungan 1 dan tikungan 2 sudah memenuhi persyaratan yang disyaratkan oleh Ditjen Bina Marga (1997), tetapi dengan penambahan pelebaran perkerasan dan daerah bebas samping pada masing – msing tikungan sesuai dengan JPH yang disyaratkan oleh Ditjen Bina Marga (1997) yaitu sebesar 60,896 m.

2. Alinyemen vertikal rencana

Perencanaan alinyemen vertikal baik untuk perbaikan geometrik alternatif 1 maupun alternatif 2 dengan mengubah kelandaian jalan dari 12,36 % dan 6,21 % menjadi sebesar 2,07% dan 0,14 % dimana lengkung vertikal ditempatkan berimpit dengan alinyemen *horizontal*, dan secara ideal alinyemen *horizontal* sedikit lebih panjang melingkupi alinyemen vertikal untuk memenuhi syarat keamanan dan kenyamanan jalan sesuai dengan yang disyaratkan oleh Ditjen Bina Marga (1997) yang dapat dilihat pada Gambar 5.8.

3. Koordinasi alinyemen

Koordinasi alinyemen antara perbaikan alinyemen *horizontal* dengan alinyemen vertikal dan antara alinyemen *horizontal* eksisting dengan perbaikan alinyemen vertikal sesuai dengan Gambar 5.9 dan Gambar 5.10 sudah memenuhi standar yang disyaratkan oleh Ditjen Bina Marga (1997) dimana lengkung verikal ditempatkan berimpit dengan alinyemen *horizontal*, dan secara ideal alinyemen *horizontal* sedikit lebih panjang melingkupi alinyemen vertikal.

5.4.3 Perbandingan Usulan Perbaikan Geometrik dengan Geometrik *Eksisting*

Perbandingan antara geometrik *eksisting* dengan usulan perbaikan alternatif 1 adalah dari alinyemen *horizontal* dan alinyemen vertikal sehingga diperoleh

hasil geometrik yang berbeda secara total dengan geometrik *eksisting* dengan tetap berpedoman pada peraturan Ditjen Bina Marga (1997), sementara untuk perbaikan geometrik alternatif 2 alinyemen *horizontal* yang digunakan sama dengan alinyemen *horizontal eksisting* tetapi dengan penambahan perbaikan pada JPH, pelebaran perkerasan, dan daerah bebas samping pada tikungan. Sementara untuk alinyemen vertikal pada alternatif 2 menggunakan alinyemen vertikal yang sama dengan perbaikan geometrik alternatif 1 karena sudah memenuhi persyaratan yang disyaratkan oleh Ditjen Bina Marga (1997). Berdasarkan koordinasi alinyemen antara geometrik *eksisting*, perbaikan geometrik alternatif 1 dan alternatif 2 pada Gambar 5.5, Gambar 5.9 dan Gambar 5.10 terlihat bahwa koordinasi perbaikan geometrik alternatif 1 dan alternatif 2 masing – masing telah memenuhi standar yang ditetapkan oleh Ditjen Bina Marga (1997) dimana lengkung verikal ditempatkan berimpit dengan alinyemen *horizontal*, dan secara ideal alinyemen *horizontal* sedikit lebih panjang melingkupi alinyemen vertikal. Berbeda dengan koordinasi alinyemen geometrik eksisting dimana alinyemen vertikal tidak berhimpit dengan alinyemen *horizontal* sehingga menutupi jarak pandang pengendara pengguna jalan. Perbandingan kondisi geometrik *eksisting* dengan standar Ditjen Bina Marga (1997) disajikan pada Tabel 5.21.

Tabel 5.21 Pebandingan Geometrik *Eksisting* dengan Usulan Perbaikan Geometrik

No	Parameter	Bina Marga (1997)	Eksisting	Keterangan	Alternatif 1	Keterangan	Alternatif 2	Keterangan
1	Alinyemen Horizontal							
a	Ltot 1 (m)	< 86,220	98,144	Memenuhi	86,220	Memenuhi	98,144	Memenuhi
b	Ltot 2 (m)	< 87,756	96,358	Memenuhi	87,756	Memenuhi	96,358	Memenuhi
c	JPH (m)	60,896	39,469	Tidak	60,896	Memenuhi	60,896	Memenuhi
d	Bebas Samping (m)	3,69	1,49	Tidak	5,22	Memenuhi	3,69	Memenuhi
2	Alinyemen Vertikal							
a	Kelandaian 1 (%)	< 10%	12,34	Tidak	2,07	Memenuhi	2,07	Memenuhi
b	Kelandaian 2 (%)	< 10%	6,21	Memenuhi	0,14	Memenuhi	0,14	Memenuhi

Berdasarkan perbandingan antara geometrik *eksisting* dengan usulan perbaikan alternatif 1 dan usulan perbaikan alternatif 2, maka dipilih usulan perencanaan perbaikan alternatif 1 yaitu mengubah alinyemen *horizontal* dan alinyemen vertikal karena memiliki panjang lengkung *horizontal* yang lebih pendek dan memiliki jarak antar tikungan yang lebih panjang dibandingkan alinyemen horizontal *eksisting* sehingga membuat pengemudi yang melintas memiliki jeda yang lebih lama untuk melalui tikungan gabungan balik yang ada pada ruas Jalan Wonosari – Pracimantoro.

BAB VI SIMPULAN DAN SARAN

6.1 Simpulan

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan di lapangan serta pembahasan terhadap hasil analisis data penelitian, maka dapat disimpulkan beberapa hal sebagai berikut ini.

1. Kondisi geometrik *eksisting* ruas jalan Wonosari - Pracimantoro memiliki 2 tikungan gabungan balik dengan kelandaian jalan sebesar 12% dan 6,81% serta memiliki jarak pandang henti sebesar 39,469 m dan terdapat kondisi dimana lengkung vertikal tidak berhimpit dengan lengkung *horizontal*.
2. Perbaikan geometrik pada ruas jalan Wonosari – Pracimantoro yang dilakukan adalah dengan mengubah lengkung *horizontal* dan lengkung vertikal agar berhimpit sesuai dengan standar yang disyaratkan oleh Ditjen Bina Marga (1997) serta menurunkan kelandaian jalan dari 12% menjadi 6,84%.
3. Kondisi geometrik *eksisting* ruas jalan Wonosari – Pracimantoro tidak sesuai dengan standar yang disyaratkan oleh Ditjen Bina Marga (1997) dimana terdapat alinyemen vertikal sebesar 12%, sementara kelandaian maksimum yang disyaratkan oleh Ditjen Bina Marga (1997) adalah 10% dan jarak pandang henti sebesar 39,469 m sedangkan jarak pandang henti minimum sesuai syarat dari Ditjen Bina Marga (1997) adalah 60,896 m. Pada geometrik *eksisting* juga terdapat koordinasi alinyemen yang tidak berhimpit sehingga menghalangi jarak pandang dimana tidak sesuai dengan peraturan Ditjen Bina Marga (1997) yang mengharuskan koordinasi alinyemen harus saling berhimpit.

6.2 Saran

Dari hasil penelitian yang telah dilakukan untuk Tugas Akhir ini, maka penyusun memberi saran sebagai berikut.

Berdasarkan hasil analisis dengan metode Ditjen Bina Marga (1997), kondisi geometrik eksisting pada 1 km jalan Wonosari – Pracimantoro tidak sesuai persyaratan. Maka segera dilakukan penanganan lebih lanjut dengan perbaikan geometrik dengan mengutamakan alinyemen *horizontal* dan alinyemen vertikal yang ada untuk mencegah terjadinya kecelakaan pada ruas jalan tersebut dan membuat jalan menjadi nyaman untuk dilalui oleh pengendara.

DAFTAR PUSTAKA

- AASHTO. 2001. *A Policy on Geometric Design of Highway and Street*. Washington DC.
- Ditjen Bina Marga. 1997. *Tata Cara Perencanaan Geometrik Jalan Antar Kota*. Direktorat Jendral Bina Marga. Jakarta.
- Dinas Pekerjaan Umum. 1999. *Arsip Pembangunan Jalan Antar Kota Dinas Pekerjaan Umum*. Dinas Pekerjaan Umum. Daerah Istimewa Yogyakarta,
- Google Maps. 2016. Digital Globe Google (Online). Foto Satelit Peta Indonesia. (<https://www.google.com/maps/dir/-6.8366984,110.8220505/-6.7879284,110.7926241/@-6.7978007,110.7893402,15.25z>). Diakses 18 Mei 2017).
- Oglesby, C. H. 1999. *Teknik Jalan Raya*. Penerbit Erlangga. Jakarta.
- Peraturan Pemerintah Republik Indonesia. 2006. Nomor 34 tahun 2006 Tentang Jalan. Nusa Media, Jakarta.
- Pradana, M. F. 2016. Perencanaan Geometrik Jalan Alternatif Palima – Curug (Studi kasus : Jalan Alternatif Palima – Curug, Serang). *Tugas Akhir*. (Tidak Diterbitkan). Universitas Sultan Ageng Tirtayasa. Serang.
- PT. Perwita Karya. 2016. *Preservasi Minor Jalan Wonosari – Pracimantoro Kabupaten Gunung Kidul D.I. Yogyakarta*. PT. Perwita Karya. D.I. Yogyakarta.
- Santoso, A. B. 2011. Perencanaan Geometrik pada Ruas Jalan Tanjung Manis – Nilas Kecamatan Sangkulirang (Studi kasus : Jalan Tanjung Manis – Nilas, Sangkulirang). *Tugas Akhir*. (Tidak Diterbitkan). Universitas 17 Agustus 1945. Samarinda.
- Utami, E. P. B. 2010. Perencanaan Geometrik Jalan dan Rencana Anggaran Biaya Ruas Jalan Drono – Nganom Kecamatan Ngadirojo Kabupaten Wonogiri

(Studi kasus : Jalan Drono – Nganom, Wonogiri). *Tugas Akhir*. (Tidak Diterbitkan). Universitas Sebelas Maret. Surakarta.

LAMPIRAN 1

Tabel Data Kecepatan Lapangan

No	Arah	
	Normal (km/jam)	<i>Opposite</i> (km/jam)
1	31	26
2	23	30
3	26	29
4	25	29
5	33	26
6	30	32
7	24	31
8	24	23
9	25	22
10	31	28
11	30	25
12	25	30
13	21	33
14	32	29
15	23	27
16	26	23
17	28	30
18	30	23
19	29	32
20	20	23
21	23	23
22	32	30
23	25	28
24	27	25
25	22	21
26	24	19
27	29	29
28		21
29		29
30		32
31	25	30
32	29	23

33	32	30
34	24	27
35	23	30

Tabel Lanjutan Data Kecepatan Lapangan

No	Arah	
	Normal (km/jam)	<i>Opposite</i> (km/jam)
36	28	24
37	31	32
38	32	25
39	24	25
40	26	29
41	26	23
42	31	23
43	29	31
44	28	24
45	30	30
46	30	26
47	28	30
48	30	34
49	20	28
50	31	27
Total	1368	1359

LAMPIRAN 2

Tabel Data Elevasi dan di Lapangan

Titik	STA	Elevasi (m)	
		Kiri	Kanan
A	54+805	374,352	425,4313
1	54+830	374,3321	425,1321
2	54+855	374,4213	425,3524
3	54+880	374,3861	425,5371
4	54+905	377,3321	427,3452
5	54+930	377,3218	428,1244
6	54+955	377,7563	429,3174
7	54+980	377,4047	429,1121
8	54+005	384,2134	425,2734
9	55+030	384,4673	425,1263
10	55+055	384,4213	425,0321
11	55+080	382,5246	427,3925
B	55+105	382,5246	427,3421

LAMPIRAN 3

Tabel Data Pengambilan Elevasi *Eksisting*

Titik	STA	Elevasi (m)				
		1	2	3	4	5
A	54+805	398,560	398,600	398,670	398,600	398,560
1	54+830	400,430	400,470	400,540	400,470	400,430
2	54+855	403,448	403,488	403,750	404,013	403,973
3	54+880	407,628	407,668	407,930	408,193	408,153
4	54+905	411,108	411,148	411,410	411,673	411,633
5	54+930	413,940	413,980	414,050	414,038	413,998
6	54+955	413,940	413,980	414,050	413,980	413,940
7	54+980	412,250	412,290	412,360	412,290	412,250
8	55+005	409,720	409,760	409,830	409,760	409,720
9	55+030	406,568	406,608	406,870	407,133	407,093
10	55+055	404,498	404,538	404,800	405,063	405,023
11	55+080	403,791	403,831	403,910	403,989	403,949
B	55+105	403,210	403,250	403,320	403,250	403,210

