

TUGAS AKHIR

**EVALUASI DAN PERENCANAAN ULANG
GEOMETRI JALAN PADA RUAS JALAN SOLO –
WONOGIRI KM 28,4 – 28,7
(*EVALUATION AND REDESIGN OF ROAD
GEOMETRY AT SOLO - WONOGIRI STREET KM 28,4 –
KM 28,7*)**

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



**Tamya Cahyati Tungga Dewi
12 511 130**

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

TUGAS AKHIR

EVALUASI DAN PERENCANAAN ULANG GEOMETRI JALAN PADA RUAS JALAN SOLO – WONOGIRI KM 28,4 – 28,7 (EVALUATION AND REDESIGN OF ROAD GEOMETRY AT SOLO - WONOGIRI STREET KM 28,4 – KM 28,7)

disusun oleh

Tamya Cahyati Tungga Dewi
12 511 130

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

diuji pada tanggal 16 Maret 2017

oleh Dewan Penguji



Pembimbing

Penguji I

Penguji II


Corry Ya'cub., Ir., M.Sc.


Ir Bachnas, M.Sc.


Faizul Chasanah, S.T., M.Sc.

23-3-2017.

Mengesahkan,

Ketua Program Studi Teknik Sipil




Miftahul Fauziah, Ph.D.

PERNYATAAN BEBAS PLAGIASI

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

Yogyakarta, Maret 2017
Yang membuat pernyataan,



Tamya Cahyati Tungga Dewi
(12 511 130)

KATA PENGANTAR

Assalamu'alaikum Wr Wb

Alhamdulillah puji syukur penulis panjatkan kehadirat Allah SWT yang telah memberikan rahmat dan hidayah-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir yang berjudul Evaluasi Geometri Jalan pada Ruas Jalan Solo – Wonogiri Km 28,4 – 28,7. Tugas Akhir ini merupakan salah satu syarat akademik dalam menyelesaikan studi tingkat strata satu di Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesia, Yogyakarta.

Dalam penyusunan Tugas Akhir ini penulis tidak lepas dari bimbingan dan pengarahan Bapak/Ibu dosen serta beberapa pihak yang membantu dengan segala keikhlasan. Untuk itu penulis ucapkan terima kasih kepada :

1. Bapak Corry Ya' cub., Ir., M.T selaku dosen pembimbing.
2. Ibu Miftahul Fauziah, ST, MT, Ph.D selaku Ketua Progam Studi Teknik Sipil Universitas Islam Indonesia
3. Bapak Ir Bachnas, M.Sc, bapak Berlian Kushari, S.T., M.Eng ibu Faizul Chasanah, S.T., M.Sc.dan ibu Miftahul Fauziah, ST, MT, Ph.D selaku dosen penguji
4. Kedua orang tua, Ibunda Karmi A.Md dan Ayahanda Drs Nimanto, M.Pd tercinta terimakasih atas semua kasih sayang, nasehat, bimbingan, dukungan serta uraian doa yang tiada henti
5. Beni Prasetyo terimakasih atas semangat, doa dan nasehat yang telah di berikan
6. Sahabat – sahabatku yang selalu ada di kala suka dan duka, terimakasih atas semangat dan segala bantuannya
7. Teman – teman seperjuangan Aprina Hantar R, Andre Kurnia P, Aji Mohamad Ilham, Oscar Desnanta, Hendro Priyono, Muhammad Reza

Akbar, Fido Nadareza, Ida Syefira, Susrina Muharani terimakasih atas bantuannya, juga untuk Rozita Amelia dan Muranto Fetra terimakasih atas semangatnya

8. Teman – teman satu angkatan Teknik Sipil UII 2012 “CIVIL ROLLAS”, terimakasih atas doa dan semangatnya
9. Semua pihak yang membantu sehingga Tugas Akhir ini dapat terselesaikan.

Akhirnya, penulis berharap agar Tugas Akhir ini dapat bermanfaat bagi berbagai pihak yang membacanya.

Wassalamualaikum Warrahmatullahi Wabarakatuh

Yogyakarta, Desember 2016

Penulis,

Tamya Cahyati Tungga Dewi

12 511 130

DAFTAR ISI

JUDUL	i
PENGESAHAN	ii
PERNYATAAN BEBAS PLAGIASI	iii
KATA PENGANTAR	iv
DAFTAR ISI	vi
DAFTAR TABEL	ix
DAFTAR GAMBAR	xi
DAFTAR LAMPIRAN	xii
DAFTAR NOTASI	xiv
ABSTRAK	xv
<i>ABSTRACT</i>	
BAB I <u>PENDAHULUAN</u>	16
1.1 LATAR BELAKANG	16
1.2 RUMUSAN MASALAH	18
1.3 TUJUAN PENELITIAN	18
1.4 MANFAAT PENELITIAN	18
1.5 BATASAN PENELITIAN	18
1.6 LOKASI PENELITIAN	20
BAB II <u>STUDI PUSTAKA</u>	22
2.1 TINJAUAN UMUM	22
2.2 RANCANGAN GEOMETRI	22
2.3 KEASLIAN PENELITIAN	9
BAB III <u>LANDASAN TEORI</u>	10
3.1 TINJAUAN UMUM	10
3.2 JALAN ANTAR KOTA	10
3.3 TAMPANG MELINTANG JALAN	10
3.4 KLASIFIKASI PERENCANAAN JALAN	11
3.5 NILAI EKIVALEN MOBIL PENUMPANG	13
3.6 KECEPATAN RENCANA (V_r)	13

3.7 OPERASIONAL KENDARAAN	14
3.8 JARAK PANDANG	15
3.8.1 Jarak Pandang Henti	15
3.8.2 Jarak Pandang Mendahului	16
3.9 DAERAH BEBAS SAMPING	18
3.10 LAJUR JALAN	19
3.11 BAHU JALAN	20
3.12 ALINYEMEN HORIZONTAL	21
3.12.1 Bentuk Tikungan	21
3.12.2 Jari – Jari Tikungan	26
3.12.3 Superelevasi	27
3.12.4 Tikungan Gabungan	29
3.13 ALINYEMEN VERTIKAL	33
3.13.1 Kelandaian Maksimum	33
3.13.2 Lengkung Vertikal	34
3.14 KOORDINASI ALINYEMEN HORIZONTAL DAN VERTIKAL	33
BAB IV METODE PENELITIAN	37
4.1 DESAIN PENGAMBILAN DATA	37
4.2 JENIS-JENIS DATA	37
4.3 TEKNIK PENGAMBILAN DATA	38
4.4 ALAT YANG DIGUNAKAN	41
4.5 METODE ANALISIS DATA	41
4.6 BAGAN ALUR	43
BAB V DATA, ANALISIS, DAN PEMBAHASAN	46
5.1 HASIL PENGAMBILAN DATA	46
5.1.1 Data Lebar Jalan dan Lebar Bahu	46
5.1.2 Data Lalu Lintas	48
5.1.3 Data Kecepatan di Lapangan	49
5.1.4 Data Jarak Pandang Henti di Tikungan	50
5.2 ANALISIS DATA DAN PEMBAHASAN	53
5.2.1 Analisis Volume Lalu Lintas	53
5.2.2 Analisis Lebar Jalan	54
5.2.3 Analisis Kecepatan di Lapangan	57
5.2.4 Analisis Jarak Pandang Henti (JPH)	59

5.2.5 Analisis Jarak Pandang Mendahului (JPM)	60
5.2.6 Analisis Alinyemen Horizontal	62
5.2.7 Analisis Daerah Bebas Samping	72
5.2.8 Analisis Superelevasi	73
5.2.9 Analisis Alinyemen Vertikal	77
5.2.10 Analisis Pelebaran di Tikungan	85
5.2.11 Analisis Koordinasi Alinyemen Vertikal dan Horisontal	87
5.3 PERBAIKAN GEOMETRI JALAN	89
BAB VI PENUTUP	113
6.1 KESIMPULAN	113
6.2 SARAN	114
DAFTAR PUSTAKA	
LAMPIRAN	

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1	Perbandingan penelitian terdahulu dengan sekarang	8
Tabel 3.1	Klasifikasi perencanaan jalan	12
Tabel 3.2	Ekivalensi mobil penumpang	13
Tabel 3.3	Kecepatan rencana (vr)	14
Tabel 3.4	Jarak pandang henti minimum	16
Tabel 3.5	Jarak pandang mendahului minimum	17
Tabel 3.6	Lebar lajur jalan berdasarkan kelas jalan	19
Tabel 3.7	Lebar bahu jalan berdasarkan kelas dan medan jalan	20
Tabel 3.8	Jari – jari minimum (rmin)	26
Tabel 3.9	Jari – jari minimum yang tidak memerlukan superelevasi	27
Tabel 3.10	Kelandaian maksimum	33
Tabel 3.11	Panjang minimum lengkung vertikal (lv)	35
Tabel 5.1	Hasil pengukuran lebar lajur jalan	45
Tabel 5.2	Hasil pengukuran lebar bahu jalan	46
Tabel 5.3	Rekapitulasi jumlah kendaraan hari jumat, 12 agustus 2016	47
Tabel 5.4	Rekapitulasi jumlah kendaraan hari senin, 15 agustus 2016	47
Tabel 5.5	Hasil pengukuran jarak pandang henti di lapangan	50
Tabel 5.6	Rekapitulasi volume lalu lintas hari jumat, 12 agustus 2016	51
Tabel 5.7	Rekapitulasi volume lalu lintas hari senin, 15 agustus 2016	52
Tabel 5.8	Kelayakan lebar lajur jalan tiap stasiun	53
Tabel 5.9	Kelayakan lebar bahu jalan tiap stasiun	54
Tabel 5.10	Perbandingan jph di lapangan dengan jph menurut kecepatan lapangan	57
Tabel 5.11	Perbandingan jph di lapangan dengan jph menurut kecepatan lapangan	59
Tabel 5.12	Rekapitulasi analisis alinyemen horizontal	67
Tabel 5.13	Perbandingan jari – jari minimum yang harus disediakan	

dengan yang tersedia	68
Tabel 5.14 Rekapitulasi stasiun titik penting	69
Tabel 5.15 Rekapitulasi daerah bebas samping	70
Tabel 5.16 Perbandingan daerah bebas samping seharusnya menurut kecepatan lapangan dengan yang tersedia di lapangan	70
Tabel 5.17 Rekapitulasi analisis superelevasi	72
Tabel 5.18 Rekapitulasi elevasi dan stasiun	74
Tabel 5.19 Rekapitulasi perhitungan lengkung vertikal (lv)	77
Tabel 5.20 Rekapitulasi perhitungan stasiun titik penting alinyemen vertikal	82
Tabel 5.21 Rekapitulasi perhitungan detail titik – titik vertikal	84
Tabel 5.22 Rekapitulasi perhitungan pelebaran di tikungan	86
Tabel 5.23 Tabel Koordinasi alinyemen horizontal dan vertikal	87
Tabel 5.24 Rekapitulasi perhitungan alinyemen horisontal trase perbaikan	95
Tabel 5.25 Rekapitulasi Perhitungan Stasiun Titik Penting Trase Perbaikan	96
Tabel 5.26 Rekapitulasi daerah bebas samping trase perbaikan	99
Tabel 5.27 Rekapitulasi elevasi dan stasiun trase perbaikan	101
Tabel 5.28 Rekapitulasi perhitungan lengkung vertikal (lv) trase perbaikan	104
Tabel 5.29 Rekapitulasi Perhitungan Stasiun Titik Penting Alinyemen Vertikal Trase Perbaikan	108
Tabel 5.30 Rekapitulasi perhitungan detail titik – titik vertikal trase perbaikan	110
Tabel 5.31 Kombinasi alinyemen horizontal dan alinyemen vertikal	110

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1	Lokasi penelitian tampak atas	4
Gambar 1.2	Foto lokasi penelitian	4
Gambar 1.3	Foto lokasi penelitian	5
Gambar 1.4	Sketsa lokasi penelitian	5
Gambar 3.1	Sketsa Penentuan Daerah Bebas Samping	18
Gambar 3.2	Tikungan <i>full circle</i> (fc)	21
Gambar 3.3	Tikungan <i>spiral-circle-spiral</i> (s-c-s)	22
Gambar 3.4	Tikungan <i>spiral-spiral</i> (s-s)	24
Gambar 3.5	Superelevasi tikungan <i>full circle</i> (fc)	27
Gambar 3.6	Superelevasi tikungan <i>spiral-circle-spiral</i> (s-c-s)	28
Gambar 3.7	Superelevasi tikungan <i>spiral – spiral</i> (s-s)	28
Gambar 3.8	Tikungan gabungan searah	29
Gambar 3.9	Tikungan gabungan balik arah	29
Gambar 3.10	Tikungan gabungan searah dengan sisipan bagian lurus minimum sepanjang 20 meter	30
Gambar 3.11	Tikungan gabungan balik arah dengan sisipan bagian lurus minimum sepanjang 30 meter	30
Gambar 3.12	Lengkung vertikal cembung	34
Gambar 3.13	Lengkung vertikal cekung	34
Gambar 4.1	Sketsa letak titik alat	38
Gambar 4.2	Titik pembidikan pada potongan melintang jalan	38
Gambar 4.3	Bagan alir penelitian	43
Gambar 5.1	Pembagian pengambilan data waktu tempuh kendaraan	48
Gambar 5.2	Pengukuran jarak pandang henti di lapangan tikungan A	49
Gambar 5.3	Pengukuran jarak pandang henti di lapangan tikungan B	49
Gambar 5.4	Pengukuran Jarak pandang henti di lapangan tikungan C	50
Gambar 5.5	Lokasi Tikungan	60
Gambar 5.6	Detail tikungan A	61

Gambar 5.7	Detail tikungan B	63
Gambar 5.8	Detail tikungan C	65
Gambar 5.9	Diagram superelevasi tikungan A	72
Gambar 5.10	Diagram superelevasi tikungan B	73
Gambar 5.11	Diagram superelevasi tikungan C	73
Gambar 5.12	Grafik alinyemen vertikal ppv 1	79
Gambar 5.13	Grafik alinyemen vertikal ppv 2	79
Gambar 5.14	Grafik alinyemen vertikal ppv 3	80
Gambar 5.15	Grafik alinyemen vertikal ppv 4	80
Gambar 5.16	Grafik alinyemen vertikal ppv 5	81
Gambar 5.17	Koordinasi alinyemen vertikal dan horizontal	88
Gambar 5.18	Perbandingan trase <i>existing</i> dengan trase perbaikan	89
Gambar 5.19	Lengkung horisontal SS tikungan A trase perbaikan	92
Gambar 5.20	Lengkung horisontal SCS tikungan B trase perbaikan	94
Gambar 5.21	Superelevasi tikungan A trase perbaikan	100
Gambar 5.22	Superelevasi tikungan B trase perbaikan	100
Gambar 5.23	Grafik alinyemen vertikal PPV 1 trase perbaikan	106
Gambar 5.24	Grafik alinyemen vertikal PPV 2 trase perbaikan	106
Gambar 5.25	Grafik alinyemen vertikal PPV 2 trase perbaikan	107
Gambar 5.26	Koordinasi Alinyemen horisontal dan alinyemen vertikal	111

DAFTAR LAMPIRAN

- Lampiran 1. Formulir Pengukuran Lalu Lintas
- Lampiran 2. Formulir Pengukuran Pemetaan
- Lampiran 3. Data Kecelakaan
- Lampiran 4. Gambar tipe jalan antar kota (bab 3)
- Lampiran 5. Tabel pelebaran Jalan pada jari jari jalan (bab 3)
- Lampiran 6. Gambar analisis alinyemen horizontal
- Lampiran 7. Gambar analisis alinyemen vertikal (ppv)
- Lampiran 8. Gambar perencanaan ulang alinyemen horizontal
- Lampiran 9. Perbandingan alinyemen horizontal kondisi existing dan perbaikan
- Lampiran 10. Gambar alinyemen horizontal existing dan perbaikan
- Lampiran 11. Ploting Trase Pada Gambar Satelit
- Lampiran 11. Ploting Trase Pada Gambar Satelit Warna
- Lampiran 12. Gambar stasiun pvc dan pvt
- Lampiran 13 Gambar ilustrasi alinyemen horizontal dan vertikal

DAFTAR NOTASI DAN SINGKATAN

a	=	percepatan rata - rata
EMP	=	Ekivalensi Mobil Penumpang
e	=	Superelevasi
<i>FC</i>	=	<i>Full Circle</i>
f	=	Koefisien gesek melintang
g	=	Kelandaian jalan
Jht	=	Jarak tanggap
Jhr	=	Jarak pengereman
JPH	=	Jarak Pandang Henti
JPM	=	Jarak Pandang Menyiap
<i>MCO</i>	=	<i>Moving Car Observed</i>
m	=	perbedaan kecepatan
Rc	=	Jari – jari rencana
Rmin	=	Jari – jari minimal
<i>SCS</i>	=	<i>Spiral – Circle – Spiral</i>
SMP	=	Satuan Mobil Penumpang
<i>SMS</i>	=	<i>Space Mean Speed</i>
<i>SS</i>	=	<i>Spiral – Spiral</i>
t	=	waktu
VLHR	=	Volume Lalu lintas Harian Rerata
Vr	=	Kecepatan Rencana

ABSTRAK

Jalan raya merupakan prasarana dari transportasi darat yang menghubungkan antar wilayah. Dalam menjalankan fungsinya, jalan harus memberikan kenyamanan dan keamanan untuk pengguna yang melintas. Ruas Jalan Solo – Wonogiri Km 28,4 – 28,7 merupakan jalan provinsi yang menghubungkan provinsi Jawa Tengah dengan beberapa daerah di Jawa Timur. Kondisi jalan yang merupakan gabungan dua tikungan dengan arah yang berbeda dengan sedikit jalan lurus diantara keduanya, membuat pengemudi akan terasa terdorong keluar tikungan. Untuk itu perlu dilakukan penelitian dengan tujuan mengevaluasi dan memperbaiki perencanaan geometri di tikungan gabungan balik arah ruas jalan tersebut.

Metode penelitian yang dilakukan yaitu pengukuran langsung kondisi geometri sebenarnya, mencakup lengkung horizontal dan vertikal, lebar lajur, dan lebar bahu menggunakan alat ukur theodolite, pengukuran kecepatan lapangan menggunakan metode *Moving Car Observed (MCO)*, dan menghitung jumlah kendaraan yang melewati jalan tersebut dengan cara *countering*. Selanjutnya dilakukan analisis menurut standar Bina Marga. Hasil analisis yang tidak memenuhi standar akan dilakukan perencanaan ulang geometri.

Hasil analisis didapatkan kecepatan lapangan sebesar 62,42 km/jam. Terdapat beberapa bagian lajur dan bahu jalan yang tidak memenuhi standar Peraturan Menteri Pekerjaan Umum No 19. Tikungan tidak memenuhi standar jari – jari minimal untuk kecepatan lapangan 62,42 km/jam. Lengkung vertikal semua tikungan tidak memenuhi panjang minimal lengkung vertikal yang disyaratkan Badan Standarisasi Nasional. Volume lalu lintas harian rata-rata sebesar 24749,5 SMP/hari menunjukkan jenis jalan kolektor kelas III. Alinyemen horizontal tipe tikungan *s-c-s dan s-s* dengan jari-jari pada tiap tikungan 50 meter, 80 meter, 50 meter. Dalam kondisi tersebut yang kurang memenuhi syarat pada ruang bebas samping, jari- jari, kecepatan kendaraan dan jarak pandang. Dengan alasan ini maka dilakukan alternatif desain sesuai pedoman. Pada alternatif desain menggunakan kecepatan rencana 60 km/jam, sehingga menghasilkan alinyemen horizontal tipe tikungan *s-c-s dan ss* dengan jari-jari pada tiap tikungan 110 meter ruang bebas samping sebesar 8,85 meter. Jarak pandang henti sebesar 88,859 dan jarak pandang mendahului sebesar 362,738 kondisi ini sudah memenuhi syarat sesuai pedoman.

Kata Kunci : Lengkung Horizontal, Lengkung Vertikal, Tikungan.

ABSTRACT

Highway is a land infrastructure transportation that connects many areas. In order to carrying out the function, the road should provide comfort and safety for people who pass the road. Solo – Wonogiri Km 28,4 – 28,7 is a national road that connect Central Java province with another province in East Java. Road condition that become the combination among two curve road with different direction with straight road between it, make the road user will feel pushed out from the turn road. Thus, it is necessary to do research in order to evaluate and repair the geometric planning on that reversed combined curve road direction.

The research method is using direct measurement of actual geometric condition method, include horizontal and vertical curve, lane and roadside width using theodolite measuring instrument, speed measurement field using Moving Car Observed (MCO) method, and calculating number of vehicle passing through the road using countering method. Further analysis done by Bina Marga standard. Result that did not met the standard need to be re-planned geometrically.

The results of the analysis obtained by the pitch speed 62.42 km / h. There are several parts of lanes and road shoulders that do not meet the standards of Regulation of the Minister of Public Works No. 19. The bend does not meet the standards of a finger - the finger pitch minimum speed 62.42 km / h. Vertical curved all the twists do not meet the minimum length required vertical curved National Standardization Agency. Daily traffic volume average amounted to 24749.5 SMP / day showed the type of collector roads class III. Horizontal alignment type of s-c-s and s-s radius at each corner 50 meters, 80 meters, 50 meters. In these conditions the less qualified in free space side, fingers, vehicle speed and visibility. For this reason, alternative designs done according to the guidelines. In design alternatives using design speed of 60 km / h, resulting in a horizontal alignment type-c curve s-s and ss radius at each corner 110 meters of free space side by 8.85 meter. Stopping sight distance at 88.859 and 362.738 visibility is preceded by this condition has been qualified according to the guidelines.

Keywords : *Horizontal Curve , Vertical Curve, Bend.*

BAB I PENDAHULUAN

1.1 LATAR BELAKANG

Transportasi merupakan suatu proses pemindahan manusia atau barang dari suatu tempat ke tempat yang lain menggunakan sebuah wahana atau sarana. Dengan majunya perekonomian masyarakat membuat aktivitas dan kegiatan manusia semakin lebih dinamis. Sarana prasarana dalam bidang transportasi mengikuti perkembangan dan pertumbuhan masyarakat secara global. Salah satu dari sekian banyak prasarana transportasi tersebut adalah jalan raya. Jalan raya merupakan salah satu prasarana yang sangat vital bagi kelancaran sistem lalu

lintas pada umumnya. Dan jalan raya merupakan prasarana transportasi darat yang meliputi segala bagian jalan, termasuk bangunan pelengkap dan perlengkapannya yang diperuntukkan bagi lalu lintas. Dengan adanya jalan raya akan memperlancar proses distribusi barang dan jasa serta kegiatan perekonomian masyarakat lainnya.

Laju pertumbuhan lalu lintas jalan raya seringkali tidak sesuai dengan pertumbuhan pemakai jalan raya yang direncanakan. Hal ini menimbulkan berbagai macam masalah serius jika tidak ditangani dan direncanakan sejak dini. Masalah geometri tikungan misalnya, perencanaan tikungan yang tidak sejalan dengan pertumbuhan kendaraan, bisa menimbulkan masalah baru. Untuk mengetahui kelayakan tersebut perlu adanya peninjauan ulang observasi untuk mendapatkan data yang diinginkan. Data tersebut dianalisis untuk mengetahui penyebab kemudian mencari solusinya. Banyaknya geometri tikungan yang seringkali menyebabkan terjadinya banyak kecelakaan, dikarenakan jarak pandang, radius tikungan, pelebaran perkerasan di tikungan, kelandaian jalan yang tidaksesuai pedoman dari bina marga, dan lain sebagainya, maka perlu adanya peninjauan kembali jalan dengan tikungan-tikungan yang ekstrim.

Jalan Solo - Wonogiri merupakan jalur penghubung provinsi Jawa Tengah dan Provinsi Jawa Timur. Jalan Solo - Wonogiri merupakan jalan utama yang digunakan menuju kota Surabaya dan beberapa daerah di Jawa Timur seperti kabupaten Madiun, kabupaten Ngawi, kabupaten Kediri, dan kabupaten Malang, beberapa daerah di provinsi Jawa Timur lainnya. Ruas jalan Solo - Wonogiri KM 28,4- 28.7 terdapat tikungan gabungan tajam dan pada kondisi tersebut kendaraan yang melewati tikungan gabungan tersebut akan terdorong keluar dari tikungan hal ini mungkin di sebabkan oleh kondisi geometri jalan yang ada. Juga dalam perencanaan yang seharusnya agar jalan tersebut aman dan memenuhi standar keselamatan serta kelancaran lalu lintas, sesuai dengan RSNI-T-14-2004 tikungan gabungan semestinya mempertimbangkan $R1$ dan $R2$ dimana $R1 > R2$, jika tikungan gabungan balik arah disisipi bagian lurus atau *clothoide* sepanjang paling tidak > 30 meter. Di jalan tersebut juga sering terjadi kecelakaan yang sangat merugikan pengguna jalan hal ini di akibatkan kurangnya jarak pandang untuk melihat kendaraan dari arah berlawanan. Perlu di lakukan penelitian untuk

mengevaluasi ruas Jalan Solo - Wonogiri KM 28,4- 28.7 sesuai standar Bina Marga.

1.2 RUMUSAN MASALAH

Bedasarkan penjelasan latar belakang diatas, maka rumusan masalah yang dapat di ambil.

1. Apakah menurut standar Bina Marga tikungan di Ruas jalan Solo - Wonogiri sudah memenuhi syarat yang ada ?
2. Bagaimanakah seharusnya perancangan geometri yang aman, nyaman, dan sesuai dengan Bina Marga, apabila belum memenuhi persyaratan ?

1.3 TUJUAN PENELITIAN

Tujuan dari tugas akhir ini adalah evaluasi geometri jalan pada ruas jalan tikungan gabungan balik arah dan mendapatkan kesimpulan dan solusi yang bisa di jadikan usulan perbaikan di Ruas jalan Solo - Wonogiri.

1.4 MANFAAT PENELITIAN

Dalam penulisan tugas akhir ini peneliti berharap bisa memberikan sumbangan pikiran tentang ilmu pengetahuan menganalisis keadaan geometri jalan yang ada pada saat ini sehingga diketahui hasil desain geometri yang sesuai dengan standar yang secara teoritis sesuai dengan keadaan di lapangan.

1.5 BATASAN PENELITIAN

Penelitian ini di batasi oleh beberapa batasan-batasan sehingga penelitian ini tidak terlalu jauh menyimpang dari analisis yang di tentukan yaitu sebagai berikut ini.

1. Peraturan yang digunakan untuk mendesain geometri tikungan adalah Perencanaan Geometri Jalan Antar Kota Tahun 1997,
2. Lokasi penelitian di tetapkan pada daerah lengkung tikungan gabungan pada Ruas jalan Solo - Wonogiri.

3. Dalam menganalisis geometri jalan peneliti hanya menganalisis alinyemen horizontal, ruas jalan, bahu jalan, lengkung jalan, jarak pandang, ruang bebas samping, dan alinyemen vertikal.
4. Perbaiki geometri jalan hanya pada alinyemen horisontal dan alinyemen vertikal.

1.6 LOKASI PENELITIAN

Penelitian ini berlokasi di Wonogiri, tepatnya di Jalan Ruas jalan Solo – Wonogiri km 28,4-28,7



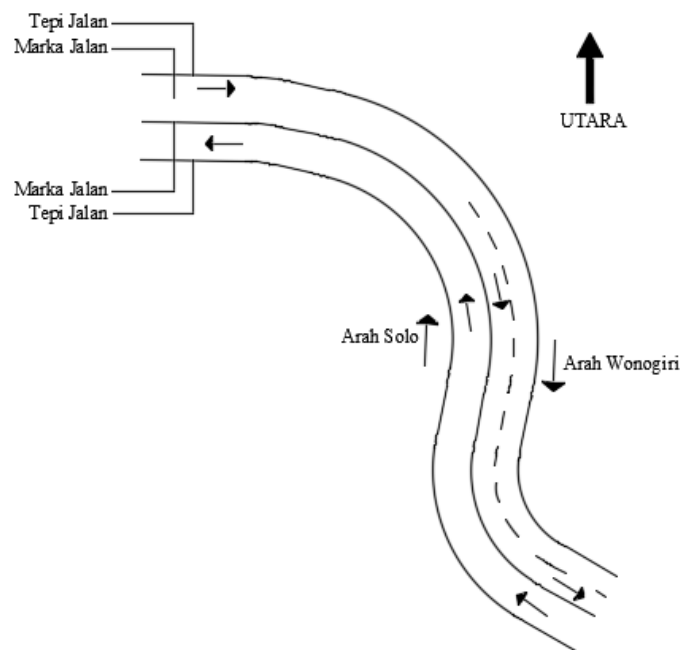
Gambar 1.1 Lokasi penelitian tampak atas
Sumber : *Google Earth, 2016*



Gambar 1.2 Foto lokasi penelitian



Gambar 1.3 Foto lokasi penelitian



Gambar 1.4 Sketsa lokasi penelitian

BAB II STUDI PUSTAKA

2.1 TINJAUAN UMUM

Studi pustaka memuat uraian tentang informasi yang relevan dengan masalah yang dibahas. Informasi ini dapat diperoleh dari kajian pustaka, laporan penelitian, karangan ilmiah, skripsi, thesis, disertasi, ensiklopedi, peraturan-peraturan, ketetapan, atau sumber-sumber lain.

Menurut Hendarsin (2000) pada perencanaan alinyemen horisontal, umumnya akan ditemui dua jenis bagian jalan, yaitu : bagian lurus, dan bagian lengkung atau umum disebut tikungan yang terdiri dari tiga jenis tikungan yang digunakan, yaitu : lingkaran, spiral-lingkaran-spiral, spiral-spiral. Alinyemen vertikal adalah perencanaan elevasi sumbu jalan pada setiap titik yang ditinjau, berupa profil memanjang. Pada perencanaan alinyemen vertikal akan ditemui kelandaian positif (tanjakan) dan kelandaian negatif (turunan), sehingga kombinasinya berupa lengkung cembung dan lengkung cekung. Disamping kedua lengkung tersebut ditemui pula kelandaian.

Koordinasi alinyemen pada perencanaan teknik jalan, diperlukan untuk menjamin suatu perencanaan teknik jalan raya yang baik dan menghasilkan keamanan serta rasa nyaman bagi pengemudi kendaraan (selaku pengguna jalan) yang melalui jalan tersebut. Maksud koordinasi dalam hal ini yaitu penggabungan beberapa elemen dalam perencanaan geometri jalan yang terdiri dari perencanaan : alinyemen horisontal, alinyemen vertikal dan potongan melintang dalam suatu paduan sehingga menghasilkan produk perencanaan teknik sedemikian yang memenuhi unsur aman, nyaman, ekonomis.

2.2 RANCANGAN GEOMETRI

Penelitian Wasta (2014), menganalisis keadaan geometri jalan yang ada pada saat ini sehingga diketahui hasil desain geometri yang sesuai dengan standar

yang secara teoritis sesuai dengan keadaan di lapangan. Rekomendasi dari penelitian ini adalah lebar bahu jalan, jarak pandang henti, jarak antar tikungan, kemiringan jalan, dan alinyemen vertikal belum memenuhi dengan standar dari Bina Marga. Untuk kecepatan rata-rata di lapangan adalah 79 km/jam dengan pengambilan sampel kecepatan menggunakan metode *Moving Car Observed*, sedangkan pada tikungan balik arah tersebut hanya dapat melayani kecepatan maksimal 60 km/jam sehingga dipasang rambu kecepatan sebelum awal tikungan tersebut.

Penelitian Dirgantara (2014), mengevaluasi kondisi geometri apakah sesuai dengan standar Bina Marga dan merancang geometri jalan yang sesuai dengan kondisi dan situasi di lapangan saat ini. Kesimpulan dari penelitian ini adalah kecepatan lapangan tidak sesuai dengan standar jalan arteri kelas I metode pengambilan sampel kecepatan menggunakan *Moving Car Observed*, sebagian lebar lajur, lebar bahu, dan lebar median sudah memenuhi dari standar Bina Marga, dari lima tikungan hanya satu tikungan yang memenuhi untuk jarak pandang henti, dan untuk kemiringan jalan serta elinyemen vertikal belum memenuhi standar Bina Marga. Berdasarkan analisis peneliti maka di lakukan perbaikan desain geometri yang memenuhi standar Bina Marga.

Penelitian Zulfikar (2015) melakukan penelitian menggunakan metode Bina Marga 1997 dengan objek yaitu ruas Jalan Wates – Yogyakarta Km 2,4 – Km 3,9. Hasil penelitian menunjukkan bahwa kecepatan rata – rata sebesar 63 km/jam melebihi nilai kecepatan rencana untuk jari – jari setiap tikungannya tiga dari empat tikungan sudah memenuhi standar R_c minimum.

Tabel 2. 1 Perbedaan Penelitian Penulis dan Penelitian Sebelumnya

No	Judul Penelitian	Kondisi Jalan	Temuan Kondisi Lapangan
1	Analisis Kelayakan Geometri Jalan Pada Ruas Jalan Ring Road Selatan Yogyakarta Km 36,7-Km 37,4	Datar,2 tikungan, Jalan arteri, 2 jalur 2 lajur, berpembatas	<ol style="list-style-type: none"> 1. Beberapa lebar lajur dan bahu kurang memenuhi standar 2. Kecepatan di lapangan tidak memenuhi kecepatan rencana 3. Superelevasi kurang memenuhi standar 4. Bagian lurus antara kedua tikungan tidak mencapai 20 m 5. Lengkung vertikal kurang memenuhi standar
2	Evaluasi dan Perbaikan Geometri Jalan Pada Ruas Jalan Magelang Yogyakarta km 12,9 – km 13,3	Datar, 2 tikungan, Jalan arteri 2 jalur 2 lajur, berpembatas	<ol style="list-style-type: none"> 1. Di beberapa titik lebar lajur tidak memenuhi standar 2. Di beberapa titik tidak tedapat bahu jalan 3. Lengkung vertical tidak memenuhi stadar 4. Terdapat pengecilan lajur, ketika akan memasuki tikungan kedua
3	Evaluasi Geometrik Tikungan Jalan Wates – Yogyakarta Km 2,4 – Km 3,9	Datar, 4 tikungan, jalan arteri nasional 2 jalur 2 lajur, marka jalan	<ol style="list-style-type: none"> 1. Pelebaran perkerasan pada tikungan tidak memenuhi syarat yang ada 2. Nilai landau relative tidak memenuhi syarat

4	Evaluasi Geometrik Tikungan Ruas Jalan Solo – Wonogiri km 28,4 – 28,7	Datar, 3 tikungan, jalan provinsi, 2 jalur 2 lajur, marka jalan	<ol style="list-style-type: none">1. Di beberapa titik stasiun jalan tidak terdapat bahu jalan2. Jarak antar tikungan kurang dari persyaratan yang ada3. Bagian lurus antar tikungan kurang dari 20 m4. Pelebaran perkerasan pada tikungan tidak memenuhi persyaratan
---	--------------------------------------------------------------------------------	--------------------------------------------------------------------------	----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

2.3 KEASLIAN PENELITIAN

Perbedaan penelitian terdahulu dengan penelitian yang diajukan sekarang adalah sebagai berikut :

1. lokasi penelitian sekarang berada di ruas Jalan Solo – Wonogiri km 28,4 - 28,7
2. penelitian tidak hanya mengevaluasi geometri saja namun memberikan solusi yaitu perbaikan geometri yang sesuai dengan standar Bina Marga 1997.
3. penelitian menggunakan standar yang paling baru yaitu Peraturan Pemerintah No. 19 tahun 2011 tentang geometri jalan. Namun tata cara perencanaan masih menggunakan Bina Marga 1997.

Berdasarkan penelusuran dari hasil penelitian sebelumnya, pada penelitian yang diajukan belum pernah ada dan tidak terdapat atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan oleh orang lain, kecuali yang secara tertulis diacu dalam naskah dan disebut dalam daftar pustaka

BAB III

LANDASAN TEORI

3.1 TINJAUAN UMUM

Garis besar yang dijadikan landasan dalam penelitian berpegang pada pedoman dan teori penelitian yang mempunyai landasan kuat sesuai dengan pendapat para ahli maupun peraturan pemerintah yang ditetapkan oleh Direktorat Jenderal Bina Marga, dan peraturan – peraturan lainnya.

3.2 JALAN ANTAR KOTA

Jalan antar kota menurut Bina Marga (1997) adalah jalan – jalan yang menghubungkan simpul – simpul jasa distribusi dengan ciri – ciri tanpa perkembangan yang menerus pada sisi manapun termasuk desa, rawa, hutan, meskipun mungkin terdapat perkembangan permanen, misalnya rumah makan, pabrik atau perkampungan.

Tipe jalan pada jalan antar kota adalah sebagai berikut.

1. Jalan dua lajur dua arah tak terbagi (2/2 UD).
2. Jalan empat lajur dua arah.
 - a. Tak terbagi (tanpa median) (4/2 UD).
 - b. Terbagi (dengan median) (4/2 D).
3. Jalan enam lajur dua arah terbagi (6/2 D).

Gambar tipe jalan antar kota bisa di lihat di lampiran 4.

3.3 TAMPANG MELINTANG JALAN

Geometri jalan dapat di artikan sebuah bangun jalan yang menggambarkan ruang, bentuk atau ukuran jalan yang baik sehingga memberikan pelayanan yang optimal, aman, nyaman, dan efisien. Perencanaan geometrik jalan adalah perencanaan route dari satu ruas jalan secara lengkap, meliputi beberapa elemen

yang disesuaikan dengan kelengkapan dan data dasar yang ada atau tersedia dari hasil survei lapangan dan telah di analisis, serta mengacu pada ketentuan berlaku.

Menurut Khisty (2005), tujuan utama dari perencanaan geometri jalan adalah menyediakan pergerakan lalu lintas yang aman, efisien, dan ekonomis. Pada dasarnya alinyemen dalam perencanaan geometri jalan harus bersifat konsisten perubahan mendadak dari lengkung datar ke lengkung tajam atau bagian lurus yang panjang yang ikut dengan lengkung tajam harus dihindari, karena dapat menimbulkan bahaya kecelakaan lalu lintas. Elemen geometrik jalan meliputi alinyemen horizontal, alinyemen vertical, dan potongan melintang jalan yang diatur sesuai ketentuan persyaratan teknis jalan yang tercantum dalam lampiran Peraturan Menteri Pekerjaan Umum. Pedoman serta teori perencanaan perhitungan geometri jalan dapat mengacu pada Direktorat Jenderal Bina Marga, Badan Standardisasi Nasional, dan Peraturan Menteri Pekerjaan Umum.

3.4 KLASIFIKASI PERENCANAAN JALAN

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

Tabel 3.1 Klasifikasi perencanaan jalan

Spesifikasi Penyediaan Prasarana Jalan		Jalan Bebas Hambatan			Jalan Raya			Jalan Sedang	Jalan Kecil (untuk kendaraan beroda 3 atau lebih)
LHRT (SMP/ hari)	Medan Datar	≤ 156.000	≤ 117.000	≤ 78.000	≤ 110.000	≤ 82.000	≤ 61.000	≤ 22.000	≤ 17.000
	Medan Bukit	≤ 153.000	≤ 115.000	≤ 77.000	≤ 106.000	≤ 79.900	≤ 59.800	≤ 21.500	≤ 16.300
	Medan Gunung	≤ 146.000	≤ 110.000	≤ 73.000	≤ 103.400	≤ 77.700	≤ 58.100	≤ 20.800	≤ 15.800
Fungsi Jalan		Arteri (kelas I, II, III, Khusus)			Arteri (kelas I, II, III, Khusus)			Lokal, Lingkungan (kelas III)	
		Kolektor (kelas I, II, III)			Kolektor (kelas I, II, III)				
					Lokal (kelas II, III)				

Sumber : Kementerian Pekerjaan Umum (2011)

3.5 NILAI EKIVALEN MOBIL PENUMPANG

Satuan Mobil Penumpang (SMP) adalah satuan untuk arus lalu lintas dimana arus datang dari berbagai tipe kendaraan telah diubah menjadi kendaraan ringan yaitu mobil penumpang.

Ekivalensi Mobil Penumpang (EMP) adalah faktor dari berbagai kendaraan dibandingkan terhadap mobil penumpang sehubungan dengan pengaruhnya kepada kecepatan mobil penumpang dalam arus lalu lintas campuran. Nilai Ekivalensi Mobil Penumpang (EMP) dapat dilihat pada Tabel 3.2.

Tabel 3.2 Ekivalensi mobil penumpang

No	Jenis Kendaraan	Datar / Perbukitan	Pegunungan
1	Sedan, Jeep, Station Wagon	1,0	1,0
2	Pick-up, Bus Kecil, Truck Kecil	1,2 - 2,4	1,9 – 3,5
3	Bus dan Truk Besar	1,2 – 5,0	2,2 – 6,0

Sumber : Bina Marga (1997)

3.6 KECEPATAN RENCANA (V_r)

Menurut Bina Marga (1997), kecepatan rencana (V_r) adalah kecepatan yang dipilih sebagai dasar perencanaan geometri 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.

Faktor – faktor yang mempengaruhi besarnya kecepatan rencana yaitu keadaan *terrain* apakah datar, berbukit atau gunung. Untuk menghemat biaya tentu saja perencanaan jalan sepantasnya disesuaikan dengan keadaan medan. Suatu jalan yang ada di daerah datar tentu saja memiliki *design speed* yang lebih tinggi dibandingkan pada daerah pegunungan atau daerah perbukitan. Batasan

kecepatan jalan perkotaan harus sesuai dengan tipe dan kelas jalan yang bersangkutan dapat dilihat pada Tabel 3.3.

Tabel 3.3 Kecepatan rencana (V_r)

Spesifikasi Jalan		Jalan Bebas Hambatan	Jalan Raya	Jalan Sedang	Jalan Kecil
Kecepatan Rencana, V_r (km/jam)	Medan Datar	80 – 120	60 – 120	60 – 80	30 – 60
	Medan Bukit	70 – 110	50 – 100	50 – 80	25 – 50
	Medan Gunung	60 – 100	40 – 80	30 – 80	20 – 40

Sumber : Kementerian Pekerjaan Umum (2011)

3.7 OPERASIONAL KENDARAAN

Kecepatan di lapangan adalah kecepatan kendaraan sebenarnya di lapangan. Kecepatan di lapangan didapat dengan menggunakan berbagai metode dan salah satunya adalah MCO (*Moving Car Observed*) yaitu metode pengukuran yang mengikut sertakan pengamat dalam kendaraan yang bergerak mengikuti arus lalu lintas. Kecepatan di lapangan didapatkan menggunakan Persamaan 3.1.

$$SMS = \frac{x}{\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n t_i} \quad (3.1)$$

keterangan :

SMS = *Space Mean Speed*/Kecepatan rata – rata (km/jam)

x = Jarak yang ditempuh,

n = Jumlah sampel kendaraan, dan

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

3.8 JARAK PANDANG

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

3.8.1 Jarak Pandang Henti

Jarak pandang henti adalah jarak minimum yang diperlukan oleh pengemudi untuk menghentikan kendaraannya dengan aman begitu melihat adanya halangan di depan. Jarak pandang henti terdiri dari dua jarak, yaitu jarak tanggap dan jarak pengereman yang dijelaskan sebagai berikut :

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

Jarak pandang henti dapat diperoleh dengan menggunakan Persamaan 3.2.

Adapaun yang di katakan penghalang bila tinggi sebuah objek telah melebihi 10 cm dari permukaan jalan

$$JPH = 0,278 \times V_r \times T + 0,039 \frac{(V_r)^2}{\alpha} \quad (3.2)$$

Keterangan :

V_r : Kecepatan rencana (km/jam)

T : waktu tanggap, ditetapkan Bina Marga 2,5 detik

a : tingkat perlambatan (meter/detik²)

Atau

$$\begin{aligned} \text{JPH} &= \text{Jht} + \text{Jhr} \\ &= \left(\frac{V}{3,6} \times t \right) + \left(\frac{(V/3,6)^2}{2 \cdot g \cdot f} \right) \end{aligned} \quad (3.2)$$

keterangan :

V = Kecepatan rencana (km/jam),

T = Waktu tanggap, ditetapkan Bina Marga 2,5 detik,

g = Percepatan gravitasi, 9,8 m/dt², dan

f = Koefisien gesek memanjang antara ban dengan perkerasan aspal (Bina Marga menetapkan nilai 0,30 – 0,40).

Jarak pandang henti minimum yang disyaratkan Bada Standarisasi Nasional dapat dilihat pada Tabel 3.4.

Tabel 3.4 Jarak pandang henti minimum

V (km/jam)	100	90	80	70	60	50	40	30
JPH minimum (m)	185	160	130	105	85	65	50	35

Sumber : Badan Standarisasi Nasional (2004)

3.8.2 Jarak Pandang Mendahului

Jarak pandang mendahului adalah jarak yang memungkinkan suatu kendaraan mendahului kendaraan lain di depannya dengan aman sampai kendaraan tersebut kembali ke lajur semula. Jarak pandang mendahului (JPM) minimum dapat diperoleh dengan menggunakan Persamaan 3.3 dan jarak pandang mendahului (JPM) total pada tipe jalan 2/2 UD dapat diperoleh dengan menggunakan Persamaan 3.4.

$$\text{JPM minimum} = d_2 + d_3 + d_4 \quad (3.3)$$

$$\text{JPM total} = d_1 + d_2 + d_3 + d_4 \quad (3.4)$$

keterangan :

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

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

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

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

Jarak – jarak yang ditempuh selama jarak pandang mendahului dapat diketahui melalui perhitungan dengan menggunakan persamaan – persamaan berikut :

$$d_1 = 0,278 \cdot t_1 \cdot \left(v - m + \frac{a \cdot t_1}{2} \right)$$

(3.5)

$$d_2 = 0,278 \cdot V \cdot t_2 \quad (3.6)$$

$$d_3 = \text{Jarak bebas (30 – 100 m)} \quad (3.7)$$

$$d_4 = 2/3 \cdot d_2 \quad (3.8)$$

keterangan :

v = Kecepatan rencana (km/jam),

t_1 = Waktu tanggap (2,5 detik),

t_2 = Waktu kendaraan berada pada lajur kanan (9,3 – 10,4 detik),

m = Perbedaan kecepatan (km/jam), dan

a = Percepatan rata – rata bergantung pada kecepatan rencana (2,26 – 2,36 km/jam/detik).

Direktorat Jendral Bina Marga memiliki standar untuk menentukan jarak pandang mendahului minimal yang diperlukan untuk setiap kecepatan kendaraan. Standar jarak pandang mendahului minimum dapat dilihat pada Tabel 3.5.

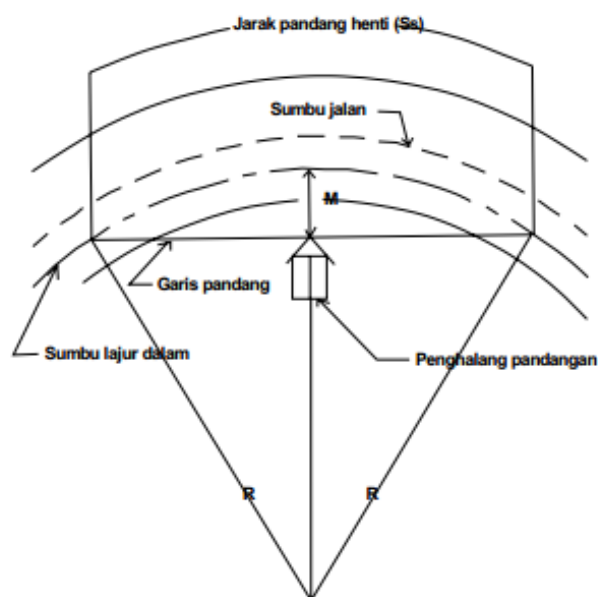
Tabel 3.5 Jarak Pandang Mendahului Minimum

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

Sumber : Bina Marga (1997)

3.9 DAERAH BEBAS SAMPING

Badan Standardisasi Nasional (2004), menyatakan Daerah Bebas Samping dimaksudkan untuk memberikan kemudahan pandangan di tikungan dengan membebaskan obyek-obyek penghalang sejauh E (m), yang diukur dari garis tengah lajur dalam sampai obyek penghalang pandangan, sehingga persyaratan jarak pandang henti terpenuhi. Adapun sketsa penentuan daerah bebas samping dapat di lihat pada Gambar 3.1 berikut ini



Gambar 3.1 Sketsa penentuan daerah bebas samping

(Sumber : Badan Standardisasi Nasional, 2004)

Ruang bebas samping dapat diperoleh dengan menggunakan Persamaan 3.9 dan 3.10.

1. $JPH < Lt$

$$E = R. \left(1 - \cos \frac{90^\circ \cdot JPH}{\pi \cdot R} \right) \quad (3.9)$$

2. $JPH > Lt$

$$3. \quad E = \left(R. \left(1 - \cos \frac{90^\circ \cdot JPH}{\pi \cdot R} \right) \right) + \left(\frac{JPH - Lt}{2} \cdot \sin \frac{90^\circ}{\pi \cdot R} \right) \quad (3.10)$$

keterangan :

E = Ruang bebas samping (m),

R = Jari – jari tikungan (m),

JPH = Jarak Pandang Henti (m), dan

Lt = Panjang tikungan (m).

3.10 LAJUR JALAN

Lajur jalan adalah bagian jalur lalu – lintas yang memanjang, dibatasi oleh marka lajur jalan, memiliki lebar yang cukup untuk dilewati suatu kendaraan bermotor sesuai dengan kendaraan rencana. Lebar Lajur merupakan jalan yang dilewati lalu-lintas, tetapi tidak termasuk bahu jalan. Lajur menjadi salah satu pertimbangan keselamatan kecelakaan dengan adanya pelebaran lajur akan mengurangi tingkat kecelakaan antara 2 – 15 % per meter pelebaran (nilai yang besar mengacu pada jalan kecil / sempit), lajur pendakian pada kelandaian yang curam mengurangi tingkat kecelakaan 25 – 30 %, lajur menyalip (lajur tambahan untuk menyalip pada daerah datar) mengurangi tingkat kecelakaan 15 – 20%. Untuk lebar lajur berbagai klasifikasi perencanaan sebaiknya sesuai dengan Tabel 3.6.

Tabel 3.6 Lebar lajur jalan berdasarkan kelas jalan

	Bahu Luar	Bahu Dalam	Bahu Luar	Bahu Dalam	(m)	(m)
Datar	3,50	0,50	2,00	0,50	1,00	1,00
Bukit	2,50	0,50	1,50	0,50	1,00	1,00
Gunung	2,00	0,50	1,00	0,50	0,50	0,50

Sumber : Kementerian Pekerjaan Umum (2011)

3.12 ALINYEMEN HORIZONTAL

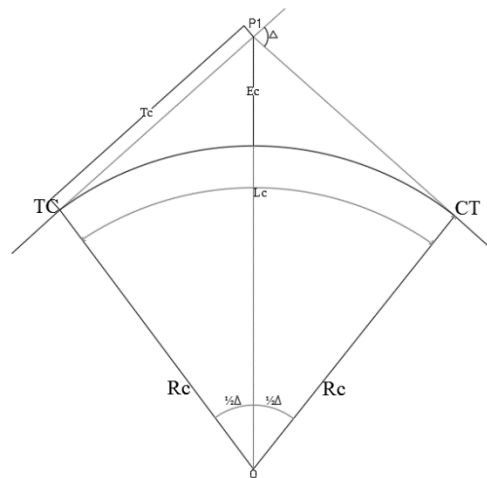
Alinyemen horisontal adalah perubahan badan jalan oleh kebutuhan pemakai jalan yang akan diproyeksikan tegak lurus bidang datar. Pada perencanaan alinyemen horizontal akan ditemui dua jenis bagian jalan yaitu bagian yang lurus dan bagian yang lengkung atau yang umum disebut tikungan yang terdiri dari tiga jenis tikungan. Tikungan tersebut adalah sebagai berikut.

1. Lingkaran Penuh (*Full Circle* = FC),
2. *Spiral* – Lingkaran – *Spiral* (*Spiral* – *Circle* – *Spiral* = S – C – S),
3. *Spiral* – *Spiral* (S – S).

3.12.1 Bentuk Tikungan

Bentuk bagian lengkung terdiri dari tiga bentuk tikungan, yaitu :

1. *Full circle* (FC) adalah jenis tikungan yang hanya terdiri dari bagian suatu lingkaran saja, tikungan ini merupakan tikungan berbentuk busur lingkaran secara penuh. Tikungan FC hanya digunakan untuk jari – jari tikungan yang besar agar tidak terjadi patahan. Karena dengan jari – jari yang kecil maka diperlukan superelevasi yang besar. Tikungan *Full Circle* dinyatakan pada Gambar 3.2 tersebut.



Gambar 3.2 Tikungan *full circle* (*fc*)

(Sumber : Badan Standarisasi Nasional, 2004)

keterangan :

PI = *Point of Intersection* (titik potong tangen)

Δ = Sudut tikungan alinyemen horizontal ($^{\circ}$),

TC = Titik dari tangen ke *circle*,

CT = Titik dari *circle* ke tangen,

Tc = Panjang tangen dari *TC* ke titik *PI* atau dari *PI* ke titik *TC* (m),

Rc = Jari – jari lingkaran (m),

Δ_c = Sudut lingkaran ($^{\circ}$),

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

Lc = Panjang busur lingkaran, panjang titik *TC* ke titik *CT* (m)

Untuk mendapatkan jarak – jarak yang diperlukan dapat menggunakan Persamaan 3.11, Persamaan 3.12, dan Persamaan 3.13.

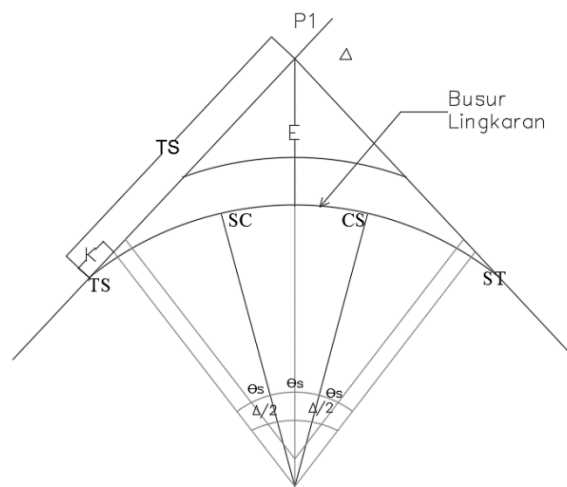
$$T_c = R_c \cdot \tan \frac{1}{2} \Delta \quad (3.11)$$

$$E_c = T_c \cdot \tan \frac{1}{4} \Delta \quad (3.12)$$

$$L_c = \frac{\Delta \cdot 2 \cdot \pi \cdot R_c}{360^{\circ}} \quad (3.13)$$

2. *Spiral-Circle-Spiral* (*SCS*) merupakan tikungan yang digunakan pada saat tikungan peralihan, lengkung *Spiral-Circle-Spiral* adalah tikungan yang

terdiri atas 1 lengkung Circle dan 2 lengkung Spiral. Lengkung ini disisipkan di antar bagian lurus jalan dan bagian lengkung jalan serta berfungsi untuk mengantisipasi perubahan alinyemen jalan dari bentuk lurus sampai bagian lengkung jalan berjari – jari tetap, lengkung pada tikungan ini merupakan jenis lengkung yang mempunyai jari-jari serta sudut tangen Δ sedang, perubahan dari Tangen ke lengkung Spiral dihubungkan oleh lengkung peralihan (L_s). Bentuk dan komponen tikungan *Spiral-Circle-Spiral* dapat dilihat pada Gambar 3.3



Gambar 3.3 Tikungan *spiral - circle - spiral (scs)*

(Sumber : Badan Standarisasi Nasional, 2004)

keterangan :

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

Δ = Sudut tikungan ($^{\circ}$),

SC = Titik temu *spiral* ke *circle*,

CS = Titik temu *circle* ke *spiral*,

ST = Titik temu *spiral* ke tangen

Δ_c = Sudut lingkaran ($^{\circ}$),

θ_s = Sudut lengkung *spiral* ($^{\circ}$),

Rc = Jari – jari lingkaran (m),

TS = Titik temu tangen ke *spiral*,,

k = Absis dari p pada garis tangen terhadap *spiral* (m),

Ls = Panjang lengkung *spiral*, panjang titik TS ke titik SC atau titik CS ke titik ST (m),

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

Yc = Ordinat titik SC pada garis tegak lurus garis tangen, jarak tegak lurus garis tangen ke titik SC pada lengkung (m), dan

Ec = Jarak luar dari PI ke busur lingkaran (m) k = absis dari p pada garis tangen terhadap spiral (m).

Lc = Panjang busur lingkaran, panjang titik SC ke titik CS (m),

Ts = Panjang tangen dari titik TS ke titik PI atau dari titik PI ke titik TS (m),

Untuk mendapatkan jarak – jarak yang diperlukan dapat menggunakan persamaan – persamaan berikut :

$$\Theta_s = \left(\frac{90 \cdot L_s}{\pi \cdot R_c} \right) \quad (3.14)$$

$$\Delta_c = \Delta - 2 \cdot \Theta_s \quad (3.15)$$

$$L_c = \frac{\Delta_c}{360} \cdot 2\pi \cdot R_c \quad (3.16)$$

$$L_{tot} = L_c + 2 \cdot L_s \quad (3.17)$$

$$X_c = L_s \cdot \left(1 - \frac{L_s^2}{40 \cdot R_c^2} \right) \quad (3.18)$$

$$Y_c = \frac{L_s^2}{6 \cdot R_c} \quad (3.19)$$

$$p = Y_c - R_c \cdot (1 - \cos \Theta_s) \quad (3.20)$$

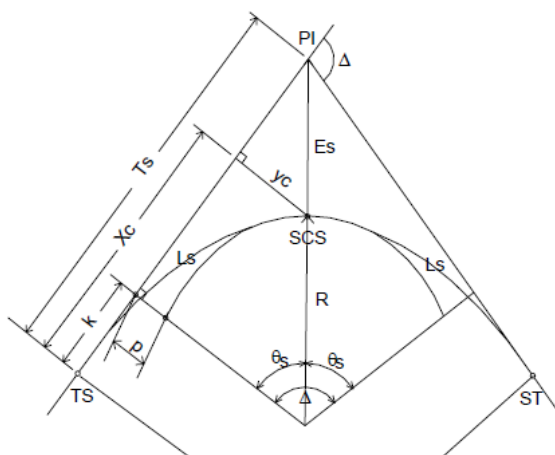
$$k = X_c - R_c \cdot \sin \Theta_s \quad (3.21)$$

$$T_s = (R_c + p) \cdot \tan \left(\frac{1}{2} \Delta \right) + k \quad (3.22)$$

$$E_s = (R_c + p) \cdot \sec \left(\frac{1}{2} \Delta \right) \cdot R_c \quad (3.23)$$

Jika diperoleh $L_c < 25\text{m}$, maka sebaiknya tidak digunakan bentuk *S-C-S*, tetapi digunakan lengkung *S-S*, yaitu lengkung yang terdiri dari dua lengkung peralihan.

3. *Spiral - Spiral (SS)* adalah tikungan yang terdiri atas dua lengkung Spiral, jenis lengkung pada tikungan Spiral - Spiral mempunyai sudut tangen Δ yang sangat besar. Pada lengkung ini tidak dijumpai adanya busur lingkaran sehingga titik *SC* berhimpit dengan titik *CS*. Berikut bentuk lengkung Spiral – Spiral serta penjelasannya dapat dilihat pada Gambar 3.4



Gambar 3.4 Tikungan *spiral-spiral* (ss)

(Sumber : Badan Standarisasi Nasional, 2004)

keterangan :

PI = *Point of Intersection* (titik potong tangen)

Δ = Sudut tikungan ($^{\circ}$),

R_c = Jari – jari lingkaran *spiral* (m),

TS = Titik temu tangen ke *spiral*,

ST = Titik temu *spiral* ke tangen,

θ_s = Sudut dalam lengkung *spiral* ($^{\circ}$),

L_s = Panjang lengkung *spiral*, panjang titik *TS* ke titik *SC* atau titik *CS* ke titik *ST* (m),

Y_c = Ordinat titik SC pada garis tegak lurus garis tangen, jarak tegak lurus garis tangen ke titik SC pada lengkung (m),

E_c = Jarak luar dari PI ke busur lingkaran (m) k = absis dari p pada garis tangen terhadap spiral (m), dan

T_s = Panjang tangen dari titik TS ke titik PI atau dari titik PI ke titik TS (m),

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

K = Absis dari p pada garis tangen terhadap *spiral* (m).

Untuk mendapatkan jarak - jarak yang diperlukan dapat menggunakan persamaan - persamaan berikut :

$$L_c = 0 \quad (3.24)$$

$$\theta_s = \frac{1}{2} \cdot \Delta \quad (3.25)$$

$$L_s = \frac{\theta_s \cdot \pi \cdot R_c}{90} \quad (3.26)$$

$$L_{tot} = 2 \cdot L_s \quad (3.27)$$

3.12.2 Jari – Jari Tikungan

Bagian lengkung merupakan bagian kritis pada alinyemen horizontal, gaya sentrifugal merupakan gaya yang akan melemparkan kendaraan keluar daerah

tikungan, sehingga ada gaya yang menyebabkan kendaraan tidak stabil.

Untuk mendapatkan kenyamanan dan keamanan dalam berkendara maka dalam bagian lengkung perlu dibuat suatu kemiringan jalan yang disebut superelevasi (e). Dalam perencanaan yang aman perlu ada perhitungan jari-jari minimum dengan kecepatan tertentu untuk menghindari terjadinya kecelakaan, sehingga pengendaradapat menggunakan jalan dengan aman dan nyaman. Untuk perhitungan dapat dilihat pada Persamaan 3.28.

$$R_{min} = \frac{V^2}{127 \cdot (e_{max} + f_{max})} \quad (3.28)$$

keterangan :

R_{min} = Jari – jari lengkung minimum (m),

V = Kecepatan rencana (km/jam),

e_{max} = Kemiringan melintang jalan maksimum (%), dan

f_{max} = Koefisien gesek ban dengan aspal.

Jari – jari minimum dapat ditentukan melalui Tabel 3.8.

Tabel 3.8 Jari – jari minimum (R_{min})

V(km/jam)	100	90	80	70	60	50	40	30
R_{min} (m)	435	335	250	195	135	90	55	30
F_{max}	0,12	0,13	0,14	0,14	0,15	0,16	0,17	0,17

Sumber : Badan Standarisasi Nasional (2004)

3.12.3 Superelevasi

Badan Standardisasi Nasional (2004), menyatakan superelevasi adalah kemiringan melintang di tikungan yang berfungsi mengimbangi gaya sentrifugal yang diterima kendaraan pada saat berjalan melalui tikungan pada kecepatan (V_r). Superelevasi berlaku pada jalur lalu lintas dan bahu jalan, pada setiap tikungan superelevasi sangat penting untuk dibuat kecuali tikungan yang memiliki radius yang lebih besar dari R_{min} tanpa superelevasi. Untuk masalah drainasi pada saat pencapaian kemiringan. Pada jalan perkotaan untuk kecepatan rendah bila keadaan tidak memungkinkan, misalnya (akses lahan, persimpangan, tanggung jawab, perbedaan elevasi).Superelevasi ditikungan boleh ditiadakan sehingga kemiringan melintang tetap normal.Jika kondisi tidak memungkinkan superelevasi dapat ditiadakan.Hubungan parameter perencanaan lengkung horizontal dengan kecepatan rencana ditunjukkan pada nilai superelevasi.Tabel 3.9 menyatakan jari – jari tikungan yang tidak memerlukan lengkung peralihan.Superelevasi harus dibuat pada semua tikungan kecuali tikungan yang memiliki radius yang lebih

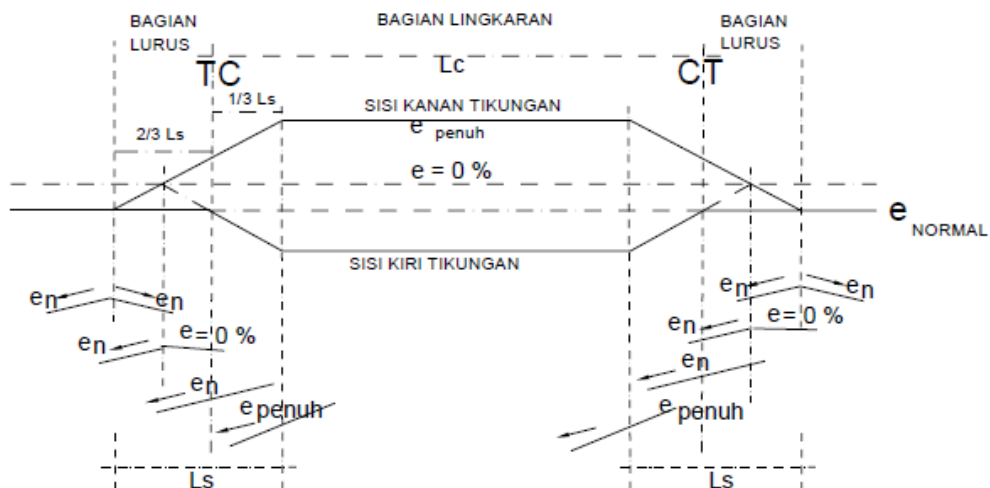
besar dari R_{\min} tanpa superelevasi. Besarnya superelevasi harus direncanakan sesuai dengan V_R .

Tabel 3.9 Jari – Jari minimum yang tidak memerlukan superelevasi

V_r (km/jam)	100	90	80	70	60	50	40	30
R_c min (m)	5000	3000	2.500	2.000	1.500	1200	800	500

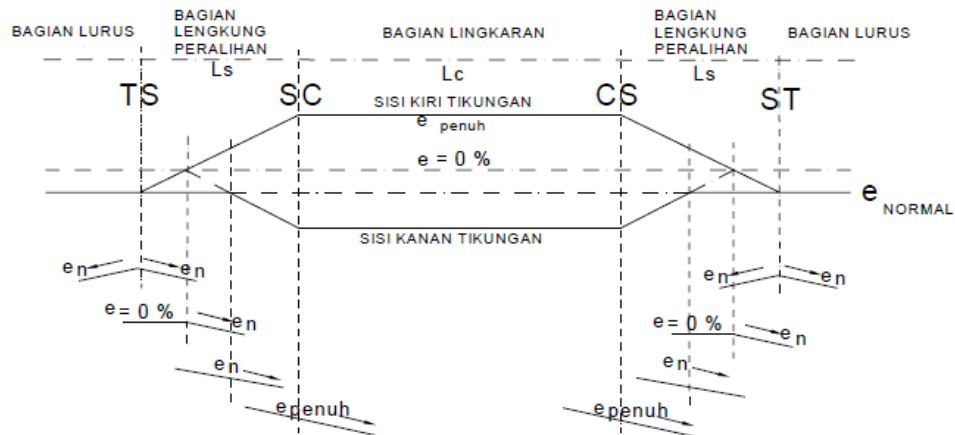
Sumber : Badan Standarisasi Nasional (2004)

Gambar superelevasi yang untuk tikungan tipe *FC*, *SCS*, dan *SS* dapat dilihat pada Gambar 3.5, Gambar 3.6, dan Gambar 3.7.



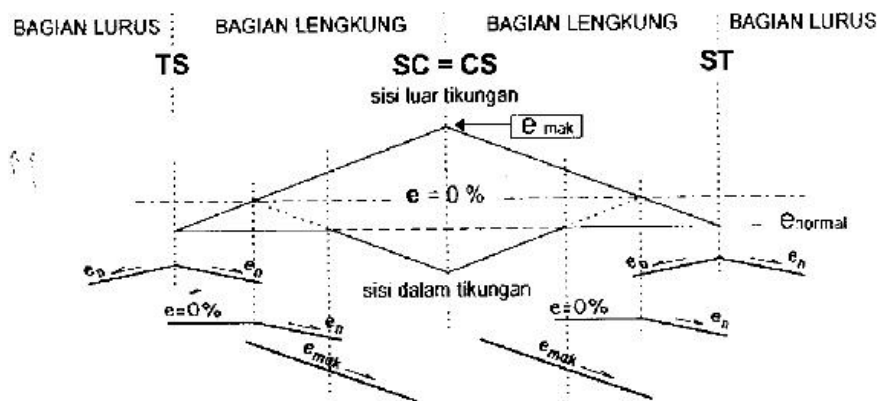
Gambar 3.5 Superelevasi tikungan *full circle (fc)*

(Sumber : Badan Standarisasi Nasional, 2004)



Gambar 3.6 Superelevasi tikungan *spiral-circle-spiral (scs)*

(Sumber : Badan Standarisasi Nasional, 2004)



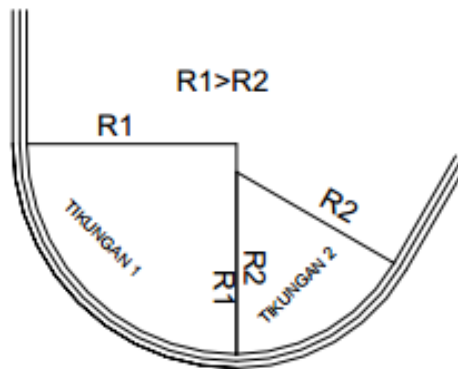
Gambar 3.7 Superelevasi tikungan *spiral – spiral (ss)*

(Sumber : Bina Marga, 1997)

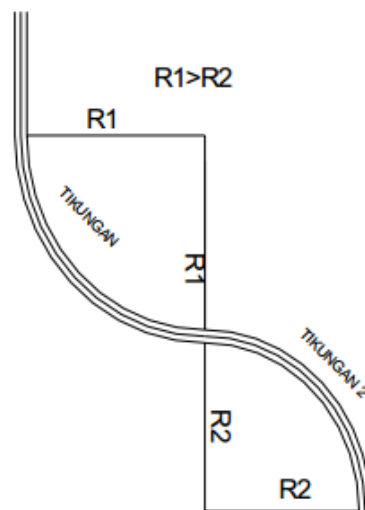
3.12.4 Tikungan Gabungan

Pada perencanaan alinyemen horizontal dikenal dua macam tikungan gabungan, yaitu tikungan gabungan searah dan tikungan gabungan balik arah.

Menurut Bina Marga (1997), tikungan gabungan searah adalah gabungan antar dua atau lebih tikungan dengan arah putaran sama tetapi dengan jari - jari yang berbeda, sedangkan tikungan gabungan balik arah adalah gabungan dari dua tikungan atau lebih arah putaran yang berbeda. Bentuk tikungan tersebut dapat dilihat pada Gambar 3.8 dan Gambar 3.9.



Gambar 3.8 Tikungan gabungan searah
(Sumber Badan Standarisasi Nasional, 2004)

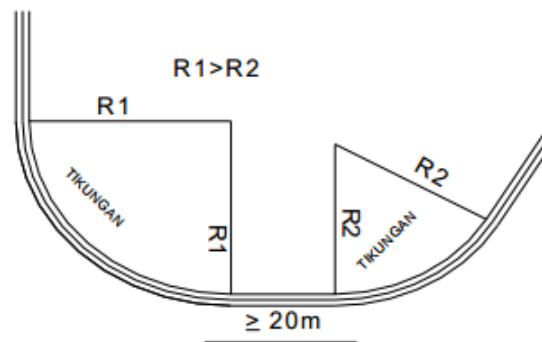


Gambar 3.9 Tikungan gabungan balik arah
(Sumber Badan Standarisasi Nasional, 2004)

Keadaan tikungan gabungan dipertimbangkan berdasarkan perbandingan R_1 dan R_2 , dimana diasumsikan bahwa R_1 adalah jari - jari tikungan yang lebih besar. Ketentuan untuk tikungan gabungan adalah sebagai berikut.

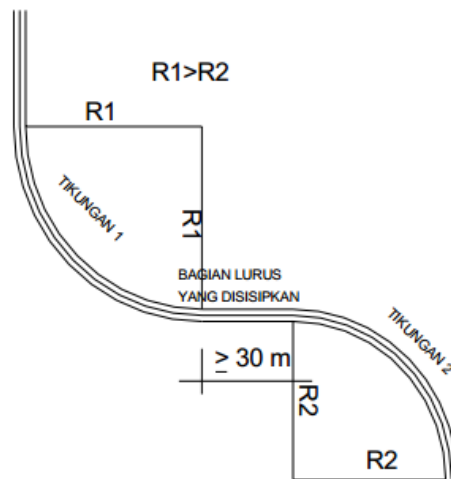
1. Setiap tikungan gabungan harus disisipi bagian lurus yang memiliki kemiringan normal dengan ketentuan sebagai berikut :
 - a. Pada tikungan gabungan searah, panjang bagian lurus paling tidak 20 m, dapat dilihat pada Gambar 3.10.

- b. Pada tikungan gabungan balik arah, panjang bagian lurus paling tidak 30 m, dapat dilihat pada Gambar 3.11.
2. Jika $\frac{R_2}{R_1} > \frac{2}{3}$ maka tikungan gabungan searah harus dihindari (Gambar 3.8), dan
Jika $\frac{R_2}{R_1} < \frac{2}{3}$, maka tikungan gabungan balik arah harus disisipi bagian lurus atau bagian *Spiral clothoide* yang dapat dilihat pada Gambar 3.11.



Gambar 3.10 Tikungan gabungan searah dengan sisipan bagian lurus minimum sepanjang 20 meter

(Sumber Badan Standarisasi Nasional, 2004)



Gambar 3.11 Tikungan gabungan balik arah dengan sisipan bagian lurus minimum sepanjang 30 meter

(Sumber Badan Standarisasi Nasional, 2004)

3.12.5 Pelebaran Jalur Lalu Lintas di Tikungan

Menurut Badan Standardisasi Nasional (2004), pelebaran pada tikungan dimaksudkan untuk mempertahankan kondisi pelayanan operasional lalu lintas di bagian tikungan, sehingga sama dengan pelayanan operasional di bagian jalan yang lurus. Untuk mendapatkan pelebaran jalur lalu lintas di tikungan dapat menggunakan persamaan berikut.

$$R_i = R - \text{Lebar Lajur} \quad (3.29)$$

$$R_c = R_i + 0,5b \quad (3.30)$$

$$R_w = \sqrt{(\sqrt{R_c^2 - 64} + 1,25)^2 + 64} \quad (3.31)$$

$$B = R_w + 1,25 - \sqrt{(R_c^2 - 64)} \quad (3.32)$$

$$\mathcal{E} = B - b \quad (3.33)$$

keterangan :

R = Jari – jari tikungan (m),

b = Lebar mobil (m), dan

\mathcal{E} = Pelebaran di tikungan.

Besarnya pelebaran pada sebuah tikungan dapat dilihat pada Lampiran 5

3.13 ALINYEMEN VERTIKAL

Menurut Badan Standardisasi Nasional (2004), alinyemen vertikal adalah perencanaan elevasi sumbu jalan pada setiap titik yang ditinjau, berupa profil memanjang. Kelandaian positif (tanjakan) dan kelandaian negatif (turunan) sering ditemui pada perencanaan vertikal, sehingga terdapat kombinasi berupa lengkung cembung dan lengkung cekung. Ada pula kelandaian = 0 (datar) yang ditemui dalam perencanaannya.

Kondisi tersebut dipengaruhi oleh keadaan topografi yang dilalui oleh rute jalan rencana. Kondisi topografi saja berpengaruh pada perencanaan alinyemen horizontal, tetapi juga mempengaruhi perencanaan alinyemen vertikal. Hal – hal yang dapat diperhatikan dalam perencanaan alinyemen vertikal adalah sebagai berikut :

1. Alinyemen vertikal terdiri atas bagian lurus dan bagian lengkung.
2. Ditinjau dari titik awal perencanaan, bagian lurus berupa landai positif (tanjakan), atau landai negatif (turunan), atau lurus landai nol (datar). Bagian lengkung vertikal dapat berupa lengkung cekung atau lengkung cembung.
3. Kemungkinan pelaksanaan pembangunan secara bertahap harus dipertimbangkan, misalnya peningkatan perkerasan, penambahan lajur, dan dapat dilaksanakan dengan biaya yang efisien. Sekalipun demikian, perubahan alinyemen vertikal dimasa yang akan datang sebaiknya dihindarkan.

3.13.1 Kelandaian Maksimum

Kelandaian maksimum yang ditentukan untuk berbagai variasi kecepatan rencana, dimaksudkan agar kendaraan dapat bergerak terus tanpa kehilangan kecepatan yang berarti.

Pembatasan kelandaian (maksimum) dimaksudkan untuk memungkinkan kendaraan bergerak terus tanpa harus 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 jalan dapat dihitung menggunakan Persamaan 3.34.

$$gn = \frac{PPV_n - PPV_{(n-1)}}{Sta. PPV_n - Sta. PPV_{(n-1)}} \quad (3.34)$$

keterangan :

gn = Kelandaian tangen jalan, dan

PPV = Titik pertemuan garis tangen.

Kelandaian maksimum untuk berbagai kecepatan rencana dapat dilihat pada Tabel 3.10.

Tabel 3.10 Kelandaian maksimum

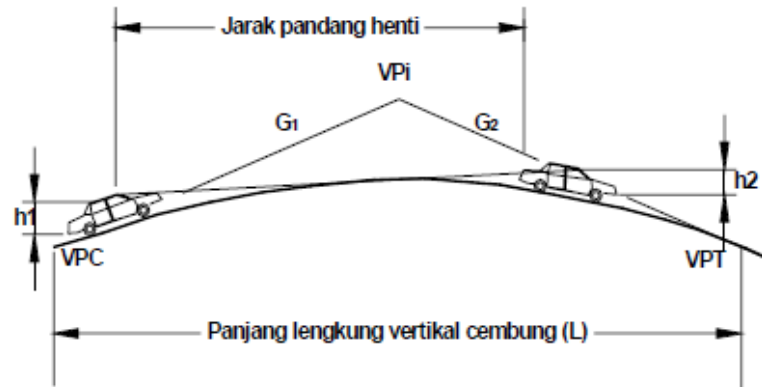
Kecepatan Rencana, Vr (km/jam)	100	90	80	70	60	50
Kelandaian Maksimum (%)	5	5	6	6	7	8

Sumber : Badan Standarisasi Nasional (2004)

3.13.2 Lengkung Vertikal

Lengkung vertikal berfungsi untuk menyerap guncangan dan untuk menjamin jarak pandang henti. Lengkung vertikal harus disediakan pada setiap lokasi yang mengalami perubahan kelandaian dengan tujuan mengurangi guncangan akibat perubahan kelandaian. Lengkung vertikal diberikan sebagai lengkung parabola sederhana yang ukurannya ditentukan oleh panjangnya. Yang harus diperhatikan dalam pembuatan lengkung vertikal yaitu menghindari bagian lurus yang pendek antara dua lengkung vertikal dengan tikungan yang arahnya sama. Lengkung vertikal di bedakan menjadi dua macam yaitu :

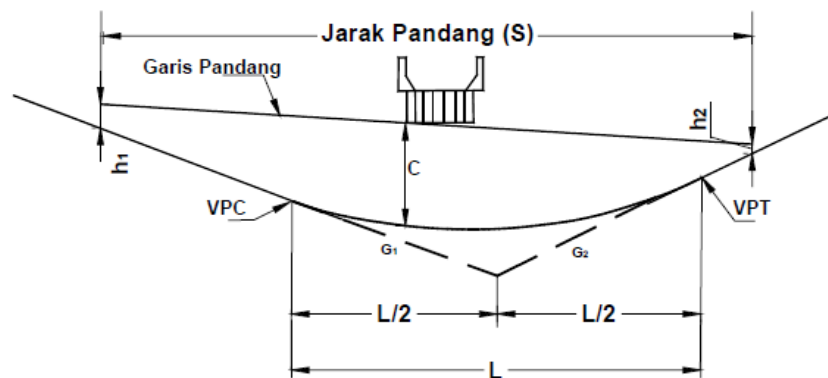
1. Lengkung vertikal cembung adalah lengkung dimana titik potong antara kedua tangen berada di atas permukaan jalan. Lengkung vertikal cembung dapat dilihat pada Gambar 3.12.



Gambar 3.12 Lengkung vertikal cembung

(Sumber Badan Standarisasi Nasional, 2004)

2. Lengkung vertikal cekung adalah lengkung dimana titik perpotongan antara kedua tangen berada di bawah permukaan jalan. Lengkung vertikal cekung dapat dilihat pada Gambar 3.13.



Gambar 3.13 Lengkung vertikal cekung

(Sumber Badan Standarisasi Nasional, 2004)

keterangan :

L_v = Panjang lengkung vertikal,

g_1 = Kelandaian tangen jalan naik (%),

g_2 = Kelandaian tangen jalan turun (%),

PVC = Titik awal lengkung,

PVT = Titik akhir lengkung, dan

Ev = Jarak busur lingkaran ke titik pertemuan kelandaian.

Tabel 3.11 Panjang minimum lengkung vertikal (lv)

Kecepatan Rencana, (km/jam)	100	90	80	70	60	50	40	30
Panjang minimum Lv (m)	170	155	135	120	105	85	70	55

Sumber : Badan Standarisasi Nasional (2004)

3.14 KOORDINASI ALINYEMEN HORIZONTAL DAN VERTIKAL

Alinyemen vertikal alinyemen horizontal dan potongan melintang jalan adalah elemen elemen jalan sebagai keluaran perencanaan harus di koordinasikan sedemikian sehingga menghasilkan suatu bentuk jalan yang baik dalam arti memudahkan pengemudi mengemudikan kendaraannya dengan aman dan nyaman. Koordinasi alinyemen vertikal dan horizontal harus memenuhi ketentuan berikut:

1. alinyemen horisontal sebaiknya berhimpit dengan lengkung vertikal, dan secara ideal alinyemen horisontal 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 landai jalan yang lurus dan panjang, harus dihindarkan.
4. dua atau lebih lengkung vertikal dalam satu lengkung horisontal harus dihindarkan.

5. tikungan yang tajam diantara dua bagian jalan yang lurus dan panjang harus dihindarkan.

Gambar ilustrasi alinyemen horizontal dan vertikal bisa di lihat di lampiran 13

BAB IV

METODE PENELITIAN

Metode Penelitian adalah suatu rangkaian pelaksanaan dalam rangka mencari jawaban atas suatu permasalahan yang akan diuraikan menurut suatu tahapan yang sistematis.

Metode yang digunakan dalam pengolahan dan analisis data adalah Metode Perbandingan, dimana metode perbandingan ini membandingkan hasil data yang telah didapat di lapangan, hal ini sesuai dengan pedoman – pedoman yang berasal dari peraturan pemerintah dengan keadaan yang ada di jalan. Analisis menggunakan pedoman penelitian yang berasal dari metode Bina Marga.

4.1 DESAIN PENGAMBILAN DATA

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

1. Data primer diperoleh dengan pengukuran langsung di lapangan untuk data yang berkaitan dengan fisik jalan seperti lebar lajur, lebar bahu, data LHR, kecepatan di lapangan dan jari-jari lengkungan, superelevasi di tikungan.
2. Data sekunder didapatkan melalui buku referensi dan data dari pihak terkait untuk melengkapi data primer yang kurang.

4.2 JENIS-JENIS DATA

Jenis data yang dikumpulkan dalam penelitian adalah sebagai berikut ini.

1. Data fisik jalan meliputi lebar jalur, lebar lajur, lebar bahu, jari – jari pada lengkungan, dan superelevasi di tikungan.

2. Data yang berkaitan dengan lalu - lintas meliputi kecepatan di lapangan, volume lalu – lintas harian, jarak pandang henti, dan jarak pandang menyiap.
3. Data yang berkaitan dengan analisis, meliputi teori dan pedoman yang digunakan menganalisis dan pengolahan data.

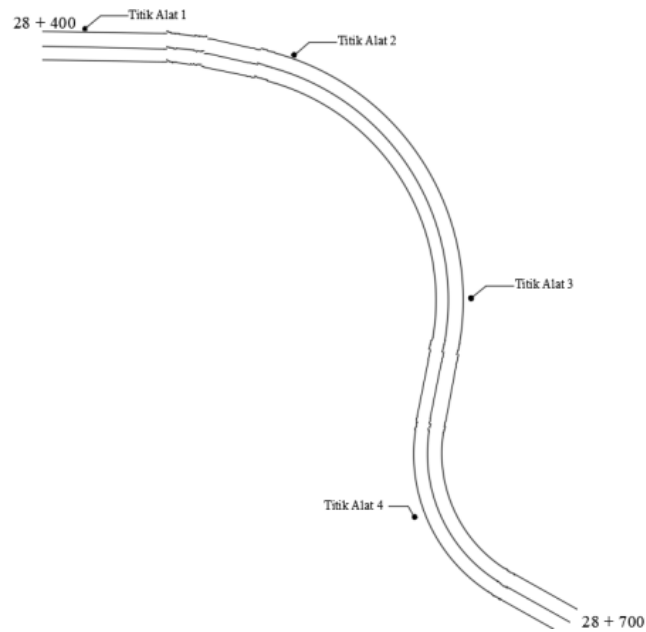
4.3 TEKNIK PENGAMBILAN DATA

1. Melakukan survei pemetaan

Survei pemetaan dilakukan menggunakan alat *theodolit* agar mendapatkan koordinat dari trase jalan. Dengan menggunakan patok di pinggir jalan dapat sebagai penentuan titik stationer. Agar mengurangi resiko kecelakaan suveyor dan mengurangi resiko rusaknya alat *theodolit* didirikan di pinggir jalan. Sebelum melakukan pembidikan tentukan dulu tempat – tempat yang akan dibidik, dan hasil akhir dari metode ini adalah elevasi yang dibidik, titik tersebut dihubungkan menggunakan garis dan diperoleh gambar tampak dari atas Ruas jalan Solo - Wonogiri

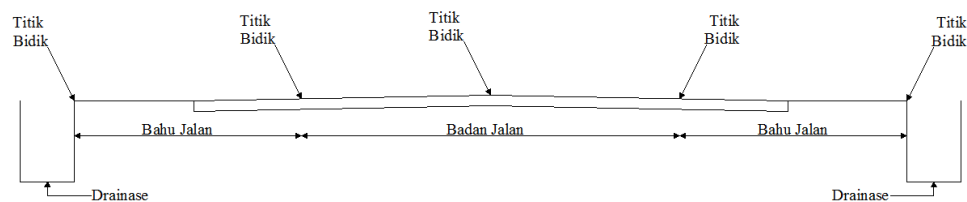
Adapun pelaksanaan pembidikan lintasan trase jalan di lapangan dengan metode pemetaan adalah sebagai berikut ini.

- a. Tentukan titik stasiun pada jalan tersebut, untuk jarak antar stasiun pada jalan lurus adalah 50 m dan untuk jarak antar stasiun pada tikungan adalah 20 m (karena jarak penelitian hanya 300 m maka di buat jarak antar stasiun 20 m)
- b. Tentukan titik alat di lapangan, karena pertimbangan banyaknya faktor penghalang pandangan pada saat penembakan *crosection* (potongan melintang), maka penentuan titik alat ditentukan kurang lebih delapan titik alat dengan syarat ada hubungan antara satu titik alat ke titik alat selanjutnya



Gambar 4.1 Sketsa letak titik alat

- c. Pasang alat *theodolit* pada titik alat yang telah ditentukan.
- d. Setelah alat dipasang, bidik *cross section* (potongan melintang) pada jalan tersebut setiap titik stasiun yang telah di tentukan, Apabila sudah dibidik, catat data yang diperlukan seperti batas benang atas, benang bawah, sudut vertikal, dan sudut horizontal.



Gambar 4.4 Titik pembidikan pada potongan melintang jalan

2. Mengukur lebar lajur, lebar bahu, dan lebar median di lapangan.
3. Mencari jarak pandang henti di hitung berdasarkan kecepatan yang diukur di lapangan, untuk jarak pandang henti bisa menggunakan Persamaan 3.2. adapun kegiatan pengukuran JPH adalah sebagai berikut :
 - a. Kegiatan ini dilakukan lebih dari satu orang, satu orang (A) melihat dengan ketinggian mata pengemudi 105 cm atau 1,05 meter, satu orang lagi (B) membawa kotak sebagai objek pandangan pengemudi dengan ketinggian 15 cm atau 0,15 meter, dengan sebelumnya ukur benang sepanjang JPH pada Tabel 3.3
 - b. Setiap pengamat sudah tidak jelas melihat objek tersebut maka catat panjang benang tersebut.
 - c. JPH tidak perlu dicatat lagi apabila pengamat bisa melihat objek tersebut lebih dari panjang benang, ini menandakan bahwa JPH di titik tersebut sudah terpenuhi.
 - d. Apabila kurang dari panjang benang pengamat sudah tidak jelas melihat objek tersebut maka catat jarak benang antara pengamat sampai dengan objek tersebut.
4. Menentukan kecepatan kendaraan di lapangan dengan cara metode mengukur kecepatan kendaraan menggunakan stopwatch yang melewati Ruas jalan Solo – Wonogiri
5. Jari – jari tikungan dan superelevasi
Jari – jari tikungan didapat dari hasil metode penelitian, setelah di plot ke program *autocad* analisis jari – jari tikungan ini dicoba menggunakan trial sehingga didapat jari – jari tikungan yang paling mendekati. Untuk analisis superelevasi didapatkan dari pengecekan potongan melintang jalan, dan nantinya sesuai atau tidak superelevasi jalan sesuai dengan standar Bina Marga.

6. Medan jalan didapatkan dengan cara mengukur elevasi menggunakan GPS atau *theodolit*.
7. LHR dan VLHR digolongkan berdasarkan jenis kendaraan yang lewat yaitu sebagai berikut ini.
 - a. Sepeda motor (MC)
 - b. Kendaraan tak bermotor (UM)
 - c. Kendaraan ringan / kecil (LV)
 - d. Kendaraan sedang (MHV)
 - e. Kendaraan berat / besar (LB – LT)

Pengumpulan data diadakan 2 x 24 jam dengan menghitung waktu interval tiap 60 menit sepanjang 300 meter pada Ruas jalan Solo - Wonogiri

4.4 ALAT YANG DIGUNAKAN

Penelitian ini mempunyai beberapa alat dalam pelaksanaannya yaitu sebagai berikut :

1. Alat tulis (pensil, pena, kertas, penggaris, penghapus),
2. Alat ukur panjang (*roll meter*),
3. *Counter*,
4. Perangkat *theodolit*,
5. Alat dokumentasi kegiatan (kamera).

4.5 METODE ANALISIS DATA

Dalam metode analisis data ini peneliti menggunakan beberapa metode antara lain sebagai berikut :

1. Volume Lalu Lintas Harian Rencana (VLHR)
 - a. Dari data pengumpulan LHR pada tiap – tiap titik di lapangan kemudian direkapitulasi sehingga didapat nilai Satuan Mobil Penumpang (SMP) pada tiap – tiap titik tikungan.
 - b. Selanjutnya cari nilai VLHR dengan menggunakan Persamaan 3.11.

- c. VLHR yang didapat pada persamaan tersebut cocokan dengan Tabel 3.1 untuk mendapatkan jenis atau fungsi jalan dan kelas jalan.

Setelah didapat fungsi dan kelas jalan, maka lebar bahu dan lebar jalur lalu lintas jalan bisa diketahui dengan menggunakan Tabel 3.5 Kemudian dicocokkan dengan hasil pengukuran dilapangan.

2. Kecepatan Lapangan

- a. Kecepatan lapangan didapatkan dari rata-rata kecepatan sebenarnya pada setiap tikungan yang didapatkan dari mengukur kecepatan kendaraan menggunakan alat *MCO (Moving Car Observation)*.

3. Jarak Pandang Henti

- a. Setelah didapatkan kecepatan rencana di lapangan, Jarak Pandang Henti minimum didapatkan menggunakan Persamaan 3.2.
- b. Setelah diperoleh JPH minimum dari Persamaan 3.2 maka cocokan hasil pengukuran JPH di lapangan.
- c. Lakukan pengukur jarak pandang di tikungan dari sumbu lajur sebelah dalam.

4. Analisis Daerah Bebas Samping

Daerah Bebas Samping pada tikungan dapat dihitung menggunakan Persamaan 3.3 dan Persamaan 3.4.

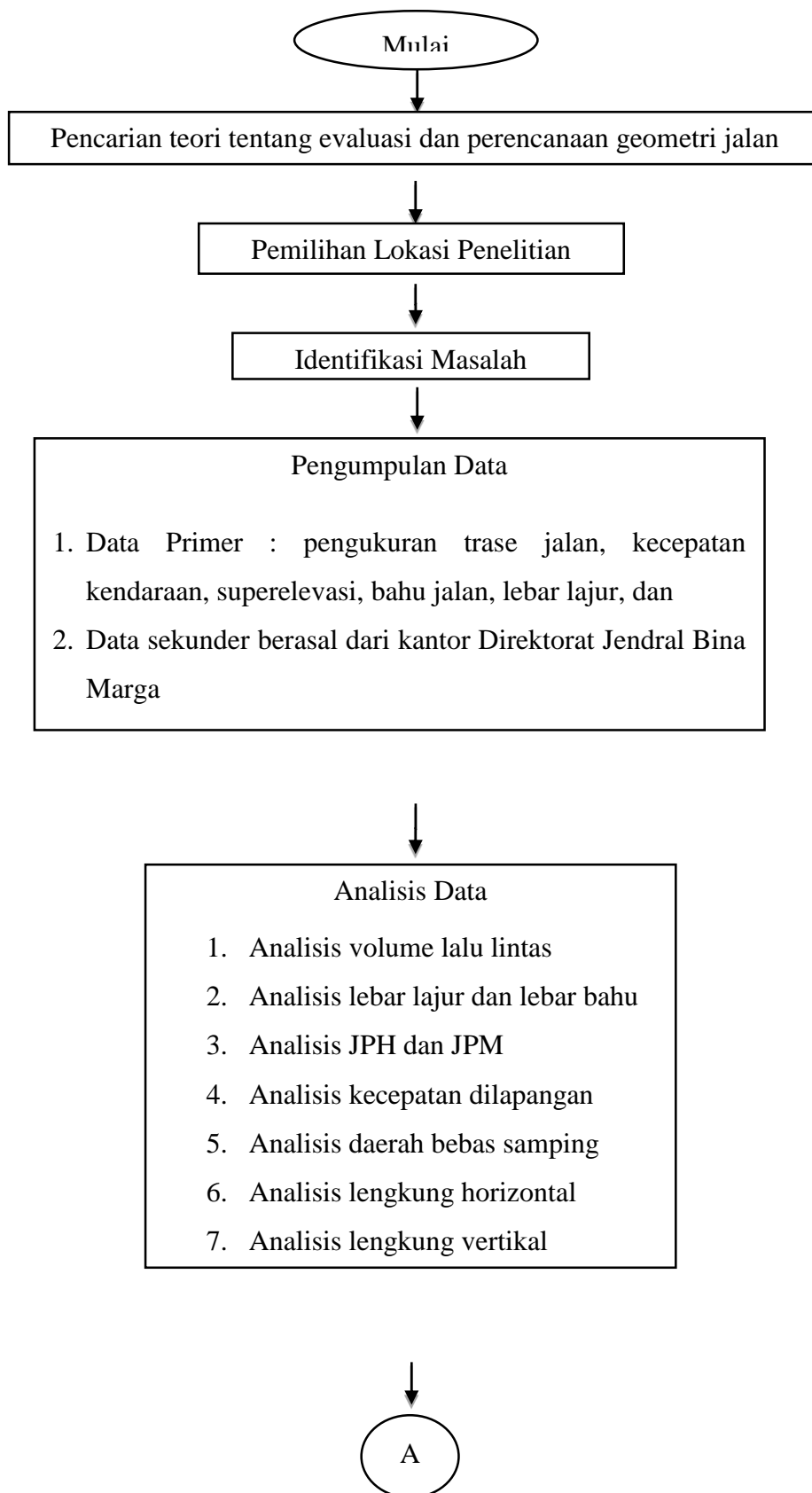
5. Analisis Lengkung Horizontal

- a. Dari pengukuran di lapangan sudah didapatkan titik – titik penting sepanjang jalan. Gambar tampak atas jalan menggunakan program *land desktop*.
- b. Tentukan titik PI dan sudut tikungan Δ dengan menggambar garis – garis tangen jalan.
- c. Trial lengkung tikungan sehingga didapatkan detail tikungan yang sesuai dengan hasil pengukuran di lapangan.

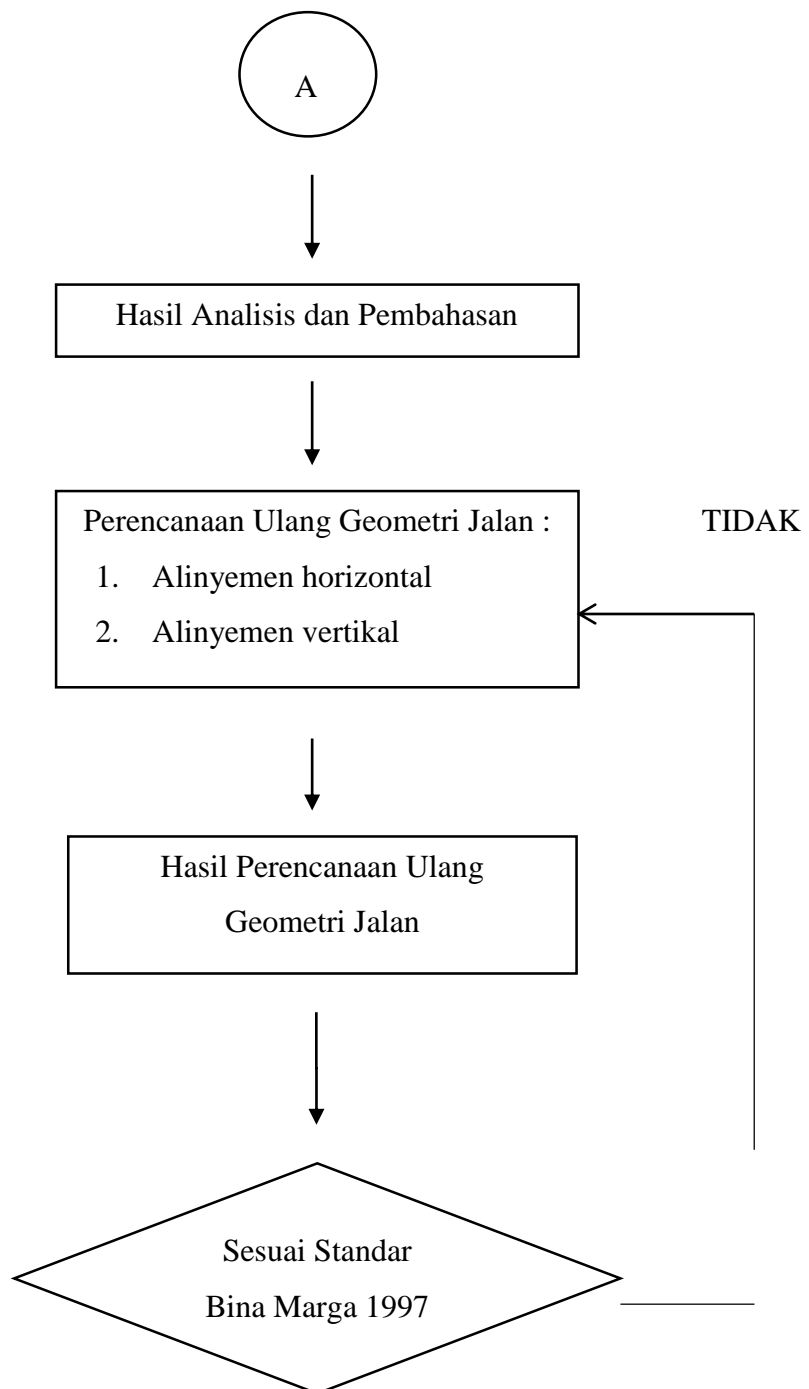
6. Analisis Lengkung Vertikal
 - a. Elevasi pada setiap titik jalan dihasilkan dari pengukuran di lapangan.
 - b. Kemudian cari nilai kelandaian dengan menggunakan Persamaan 3.10

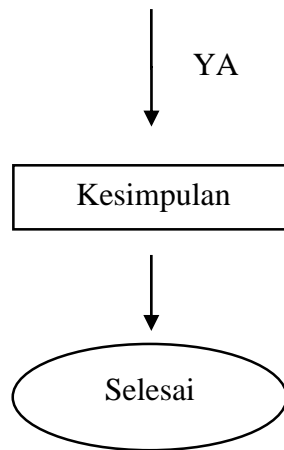
4.6 BAGAN ALUR

Pelaksanaan penelitian ini dilaksanakan sesuai dengan bagan alir yang dapat dilihat pada gambar 4.3 seperti berikut.



Gambar 4.5 Bagan alur penelitian





Lanjutan gambar 4.5 bagan alir penelitian

BAB V

DATA, ANALISIS, DAN PEMBAHASAN

5.1 HASIL PENGAMBILAN DATA

5.1.1 Data Lebar Jalan dan Lebar Bahu

Setelah pengukuran langsung di lapangan maka didapatkan data lapangan lebar jalan dan lebar bahu dari jalan Solo – Wongiri km 28,4 – 28,7.

1. Data lebar lajur jalan

Data lebar lajur jalan didapat dari pengukuran langsung di lapangan berdasarkan potongan melintang jalan tiap 20 meter. Pada lokasi penelitian ini terdapat 2 lajur jalan dan hasil pengukuran lebar lajur jalan dapat dilihat pada Tabel 5.1.

Tabel 5.1 Hasil pengukuran lebar lajur jalan

Stasiun	Lajur (m)	
	Kiri (Arah Wonogiri)	Kanan (Arah Solo)
28 + 400	4,35	4,35
28 + 420	4,35	4,36
28 + 440	4,37	4,37
28 + 460	4,4	4,5
28 + 480	4,45	4,55
28 + 500	2,91	5,2
28 + 520	2,95	5,23
28 + 540	2,95	5,23
28 + 560	2,99	5,24
28 + 580	3,07	5,27
28 + 600	3,1	5,5
28 + 620	3,2	5,6
28 + 640	3,3	5,8
28 + 660	3,3	5,9
28 + 680	3,33	6,1
28 + 700	3,33	6,18

2. Data lebar bahu jalan

Data lebar bahu jalan didapat dari pengukuran langsung di lapangan berdasarkan potongan melintang jalan tiap 20 meter. Pada lokasi penelitian ini terdapat 2 bahu jalan dan hasil pengukuran lebar lajur jalan dapat dilihat pada Tabel 5.2.

Tabel 5.2 Hasil pengukuran lebar bahu jalan

Stasiun	Bahu (m)	
	Kiri (Arah Wonogiri)	Kanan (Arah Solo)
28 + 400	1,04	1,22
28 + 420	1,36	1,96
28 + 440	2,07	1,42
28 + 460	1,52	2,23
28 + 480	1,56	1,17
28 + 500	1,25	2,26

28 + 520	2,04	1,80
28 + 540	1,80	1,55
28 + 560	1,45	1,06
28 + 580	1,51	1,07
28 + 600	0,58	1,37
28 + 620	0,69	1,63
28 + 640	0,46	1,26
28 + 660	0,39	1,15
28 + 680	0,47	1,52
28 + 700	0,32	1,17

5.1.2 Data Lalu Lintas

Data lalu – lintas didapatkan dari pengamatan langsung di lapangan dengan mengamati jumlah kendaraan yang lewat sesuai pengelompokan jenis kendaraan. Hasil pengamatan lalu – lintas dapat dilihat pada Lampiran 1. Rekapitulasi dari hasil pengamatan lalu lintas tersebut dapat dilihat pada Tabel 5.3. dan Tabel 5.4.

Tabel 5.3 Rekapitulasi jumlah kendaraan hari Jumat, 12 Agustus 2016

No	Tipe Kendaraan	Klasifikasi Kendaraan	Arah		Jumlah Kendaraan
			Solo	Wonogiri	
1	Sepeda Motor	MC	6605	10345	16950
2	Sedan, Pick Up, Minibus, Mobil Box, Truk Kecil, Bus Kecil, Mobil Hantaran	LV	4016	5649	9665
3	Bus Besar, Truk Gandeng, Truk 2 Sumbu 4 Roda, Truk 2 Sumbu 6 Roda, Truk 3 Sumbu,	HV	808	1028	1836

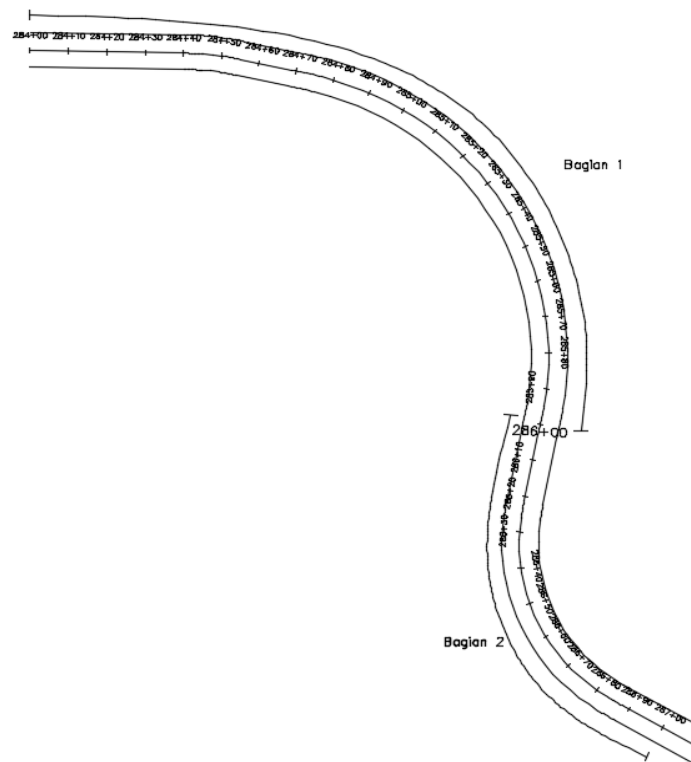
	Truk Semi Trailer				
--	-------------------	--	--	--	--

Tabel 5.4 Rekapitulasi jumlah kendaraan hari Senin, 15 Agustus 2016

No	Tipe Kendaraan	Klasifikasi Kendaraan	Arah		Jumlah Kendaraan
			Solo	Wonogiri	
1	Sepeda Motor	MC	6964	6240	13204
2	Sedan, Pick Up, Minibus, Mobil Box, Truk Kecil, Bus Kecil, Mobil Hantaran	LV	3909	5143	9052
3	Bus Besar, Truk Gandeng, Truk 2 Sumbu 4 Roda, Truk 2 Sumbu 6 Roda, Truk 3 Sumbu, Truk Semi Trailer	HV	660	315	975

5.1.3 Data Kecepatan di Lapangan

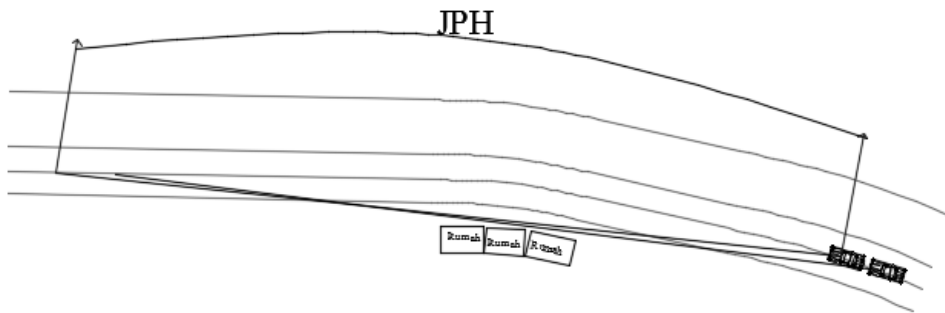
Kecepatan dilapangan yang diambil adalah dua arah yaitu arah normal (Solo ke Wonogiri) dan opposite (Wonogiri ke Solo), dimana dari masing masing arah di ambil 30 sampel mobil per tikungan yang melintas sepanjang 300 m. Gambar pembagian tikungan dapat di lihat di Gambar 5.1 sedangkan untuk Data kecepatan di lapangan tersebut dapat dilihat pada di Lampiran



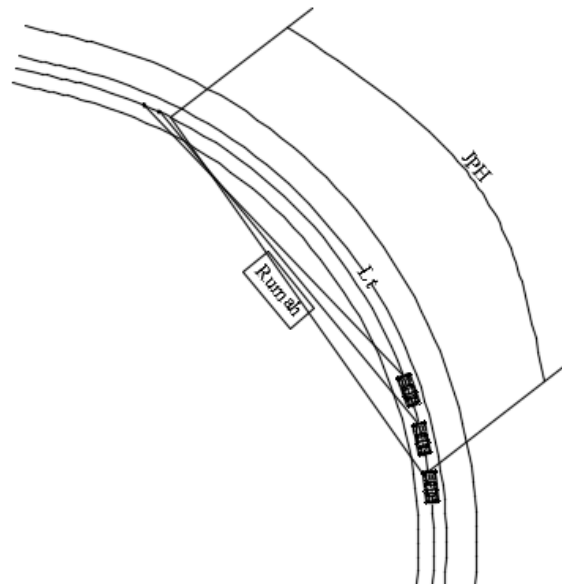
Gambar 5.1 Pembagian pengambilan data waktu tempuh kendaraan

5.1.4 Data Jarak Pandang Henti di Tikungan

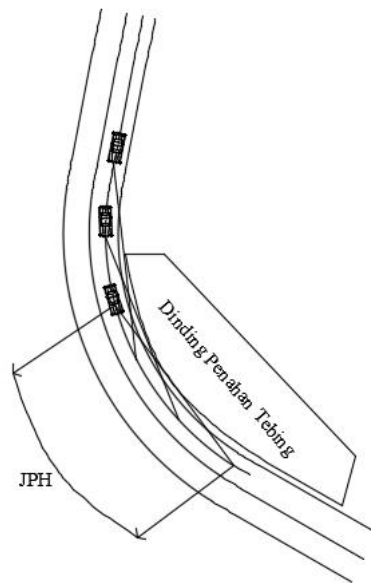
Data jarak pandang henti di tikungan didapatkan melalui hasil pengukuran situasi di lapangan yang digambarkan pada *softwareAutocad 2016* dan dihitung jarak pandang henti minimum yang tersedia di lapangan. Pengukuran jarak pandang henti minimum melalui *softwareAutocad 2016* dapat dilihat pada Gambar 5.2 sampai Gambar 5.4.



Gambar 5.2 Pengukuran jarak pandang henti di lapangan tikungan A



Gambar 5.3 Pengukuran jarak pandang henti di lapangan tikungan B



Gambar 5.4 Pengukuran jarak pandang henti di lapangan tikungan C

Hasil pengukuran jarak pandang henti minimum di lapangan menggunakan *software Autocad* dapat dilihat pada Tabel 5.5.

Tabel 5.5 Hasil Pengukuran Jarak Pandang Henti di Lapangan

Tikungan	Jarak Pandang Henti Tersedia di Lapangan
	(m)
1	74,83
2	73,61
3	58,25

5.2 ANALISIS DATA DAN PEMBAHASAN

5.2.1 Analisis Volume Lalu Lintas

Data pengamatan lapangan berupa jumlah kendaraan yang lewat sesuai dengan pengelompokan kendaraan kemudian dirubah menjadi satuan mobil penumpang yaitu dengan mengalikan jumlah kendaraan dengan angka ekivalensi kendaraan penumpang sesuai dengan pengelompokan kendaraan dan medan jalan.

Adapun perhitungan volume lalu lintas pengamatan pada hari Senin, 15 Agustus 2016 dapat dilihat sebagai berikut.

1. Sepeda Motor (MC)

$$\begin{aligned} \text{LHR} &= \text{Jumlah kendaraan} \times \text{EMP} \\ &= 13204 \times 0,5 \\ &= 8475 \text{ SMP} \end{aligned}$$

2. Kendaraan Ringan (LV)

$$\begin{aligned} \text{LHR} &= \text{Jumlah kendaraan} \times \text{EMP} \\ &= 9052 \times 1 \\ &= 9052 \text{ SMP} \end{aligned}$$

3. Kendaraan Berat (HV)

$$\begin{aligned} \text{LHR} &= \text{Jumlah kendaraan} \times \text{EMP} \\ &= 1836 \times 5 \\ &= 6525 \text{ SMP} \end{aligned}$$

Rekapitulasi Volume Lalu Lintas ruas jalan Solo - Wonogiri km 28,4 – km 28,7 dapat dilihat pada Tabel 5.6 untuk hari Jumat, 12 Agustus 2016 dan Tabel 5.7 untuk hari Senin, 15 Agustus 2016

Tabel 5.6 Rekapitulasi volume lalu lintas hari Jumat, 12 Agustus 2016

No	Jenis Kendaraan	Arah		Total Kendaraan	EMP	SMP/hari
		Wonogiri	Solo			
1	Sepeda Motor	10345	6605	16950	0,5	8475
2	Kendaraan Ringan	5649	4016	9665	1	9665
3	Kendaraan Berat	1028	808	1836	5	9180
Total						27320

Tabel 5.7 Rekapitulasi volume lalu lintas hari Senin, 15 Agustus 2016

No	Jenis Kendaraan	Arah		Total Kendaraan	EMP	SMP/hari
		Wonogiri	Solo			
1	Sepeda Motor	6240	6964	13204	0,5	6602
2	Kendaraan Ringan	3909	5143	9052	1	9052
3	Kendaraan Berat	660	645	1305	5	6525
Total						22179

Dari hasil rekapitulasi tersebut dapat kita hitung VLHR ruas jalan Solo - Wonogiri km 28,4 – km 28,7 berdasarkan pengamatan 2 hari adalah sebagai berikut.

$$\begin{aligned}
 \text{VLHR} &= \frac{\text{Volume Lalu Lintas Selama Pengamatan}}{\text{Lama Pengamatan}} \\
 &= \frac{27320+22179}{2} \\
 &= 24749,5 \text{ SMP/hari}
 \end{aligned}$$

Dari hasil perhitungan diatas didapatkan VLHR sebesar 24749,5 SMP/hari Berdasarkan pengamatan lapangan, ruas jalan Solo - Wonogiri km 28,4 – km 28,7 merupakan jenis jalan bermedan datar. Maka dapat dilihat pada Tabel 3.1 bahwa jalan tersebut merupakan jenis jalan Kolektor kelas III.

5.2.2 Analisis Lebar Jalan

Berdasarkan Peraturan Menteri Pekerjaan Umum No. 19 Tahun 2011 untuk fungsi jalan arteri kelas III, maka didapatkan lebar lajur ideal sebesar 3,5 m dan lebar bahu luar minimum sebesar 2 m. Data lebar lajur dan lebar bahu yang didapatkan dari pengamatan di lapangan kemudian dibandingkan dengan Peraturan Menteri Pekerjaan Umum No. 19 Tahun 2011 tersebut. Hasil pengamatan kelayakan kebutuhan lebar lajur jalan dapat dilihat pada Tabel 5.8.

Tabel 5.8 Kelayakan lebar lajur jalan tiap stasiun

Stasiun	Lebar Lajur (m)				
	Lajur Standar PU	Arah Wonogiri	Keterangan	Arah Solo	Keterangan
28 + 400	3,5	4,35	MEMENUHI	4,35	MEMENUHI
28 + 420	3,5	4,35	MEMENUHI	4,36	MEMENUHI
28 + 440	3,5	4,37	MEMENUHI	4,37	MEMENUHI
28 + 460	3,5	4,4	MEMENUHI	4,55	MEMENUHI
28 + 480	3,5	4,45	MEMENUHI	4,55	MEMENUHI
28 + 500	3,5	2,91	TIDAK	5,2	MEMENUHI
28 + 520	3,5	2,95	TIDAK	5,23	MEMENUHI
28 + 540	3,5	2,95	TIDAK	5,23	MEMENUHI
28 + 560	3,5	2,97	TIDAK	5,24	MEMENUHI
28 + 580	3,5	3,07	TIDAK	5,27	MEMENUHI
28 + 600	3,5	3,1	TIDAK	5,5	MEMENUHI
28 + 620	3,5	3,2	TIDAK	5,6	MEMENUHI
28 + 640	3,5	3,3	TIDAK	5,8	MEMENUHI
28 + 660	3,5	3,3	TIDAK	5,9	MEMENUHI
28 + 680	3,5	3,33	TIDAK	6,1	MEMENUHI
28 + 700	3,5	3,33	TIDAK	6,18	MEMENUHI

Sementara untuk hasil pengamatan kelayakan kebutuhan lebar bahu jalan dapat dilihat pada Tabel 5.9.

Tabel 5.9 Kelayakan lebar bahu jalan tiap stasiun

Stasiun	Lebar Lajur (m)				
	Lajur Standar PU	Arah Wonogiri	Keterangan	Arah Solo	Keterangan
28 + 400	2	1,04	TIDAK	1,2	TIDAK
28 + 420	2	1,36	TIDAK	1,96	TIDAK
28 + 440	2	2,07	MEMENUHI	1,43	TIDAK
28 + 460	2	1,52	TIDAK	2,23	MEMENUHI
28 + 480	2	1,56	TIDAK	1,17	TIDAK
28 + 500	2	1,25	TIDAK	2,26	MEMENUHI
28 + 520	2	2,04	MEMENUHI	1,80	TIDAK
28 + 540	2	1,80	TIDAK	1,55	TIDAK
28 + 560	2	1,45	TIDAK	1,06	TIDAK
28 + 580	2	1,51	TIDAK	1,07	TIDAK
28 + 600	2	0,58	TIDAK	1,37	TIDAK
28 + 620	2	0,69	TIDAK	1,63	TIDAK
28 + 640	2	0,46	TIDAK	1,26	TIDAK
28 + 660	2	0,39	TIDAK	1,153	TIDAK

28 + 680	2	0,47	TIDAK	1,52	TIDAK
28 + 700	2	0,32	TIDAK	1,17	TIDAK

Berdasarkan hasil pengukuran langsung di lapangan dengan Peraturan Menteri Pekerjaan Umum No. 19 th 2011 masih banyak titik di mana lebar lajur dan lebar bahu jalan tidak memenuhi standar

5.2.3 Analisis Kecepatan di Lapangan

Hasil pengamatan waktu tempuh kendaraan pada Tabel 5.5 dan 5.6 digunakan untuk menghitung kecepatan sebenarnya dilapangan menggunakan Persamaan 3.1

1. Arah Wonogiri Bagian 1 (Tikungan 1 dan 2)

Waktu tempuh rata – rata kendaraan

$$\begin{aligned}
 t &= \frac{\text{Waktu tempuh total kendaraan}}{\text{jumlah sampel kendaraan}} \\
 &= \frac{314,23}{30} \\
 &= 10,47 \text{ detik} \\
 &= 0,00290 \text{ jam}
 \end{aligned}$$

Kecepatan rata – rata (*Space Mean Speed (SMS)*)

Panjang lokasi penelitian (x) = 200 m = 0,2 km

$$\begin{aligned}
 \text{SMS} &= \frac{x}{\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n t_i} \\
 \text{SMS} &= \frac{0,2}{\frac{1}{30} \sum_{i=1}^{50} 0,00291} \\
 &= 68,74 \text{ km/jam}
 \end{aligned}$$

2. Arah Solo Bagian 1 (Tikungan 1 dan 2)

Waktu tempuh rata – rata kendaraan

$$\begin{aligned}
 t &= \frac{\text{Waktu tempuh total kendaraan}}{\text{jumlah sampel kendaraan}} \\
 &= \frac{317,15}{30} \\
 &= 10,571 \text{ detik} \\
 &= 0,00293 \text{ jam}
 \end{aligned}$$

Kecepatan rata – rata (*Space Mean Speed (SMS)*)

Panjang lokasi penelitian (x) = 200 m = 0,2 km

$$\begin{aligned}
 \text{SMS} &= \frac{x}{\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n t_i} \\
 \text{SMS} &= \frac{0,2}{\frac{1}{30} \sum_{i=1}^{50} 0,00293} \\
 &= 65,11 \text{ km/jam}
 \end{aligned}$$

3. Arah Solo Bagian 2 (Tikungan 3)

Waktu tempuh rata – rata kendaraan

$$\begin{aligned}
 t &= \frac{\text{Waktu tempuh total kendaraan}}{\text{jumlah sampel kendaraan}} \\
 &= \frac{194,55}{30} \\
 &= 6,485 \text{ detik} \\
 &= 0,0018 \text{ jam}
 \end{aligned}$$

Kecepatan rata – rata (*Space Mean Speed (SMS)*)

Panjang lokasi penelitian (x) = 100 m = 0,1 km

$$\begin{aligned}
 \text{SMS} &= \frac{x}{\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n t_i} \\
 \text{SMS} &= \frac{0,1}{\frac{1}{30} \sum_{i=1}^{60} 0,0018} \\
 &= 55,6 \text{ km/jam}
 \end{aligned}$$

dari perhitungan maka dapat diketahui bahwa VLHR ruas jalan Solo – Wonogiri km 28,4 – 28,7 merupakan jalan raya bermedan datar dengan kecepatan

rencana sebesar 60 km/jam – 120 km/jam. Hasil survei lapangan didapat kecepatan lapangan sebesar 62,42 km/jam pada tikungan pertama dan kedua sedangkan tikungan yang ketiga sebesar 56 km/jam, sehingga masih memenuhi kecepatan rencana jalan raya bermedan datar untuk tikungan pertama dan kedua sedangkan tidak memenuhi kecepatan rencana jalan raya untuk tikungan ketiga.

5.2.4 Analisis Jarak Pandang Henti (JPH)

Hasil dari analisis kecepatan di lapangan didapatkan kecepatan lapangan pada tikungan 1 dan 2 sebesar 62,42 km/jam dan pada tikungan 3 sebesar 55 km/jam. Maka dapat dihitung nilai JPH yang sesuai dengan kecepatan lapangan menggunakan Persamaan 3.3.

1. JPH Tikungan bagian 1 (Tikungan 1 dan 2)

$$\begin{aligned} \text{JPH} &= \left(\frac{v}{3,6} \times t \right) + \left(\frac{(v/3,6)^2}{2 \cdot g \cdot f} \right) \\ &= \left(\frac{62,42}{3,6} \times 2,5 \right) + \left(\frac{(62,42/3,6)^2}{2,9,81 \cdot 0,51} \right) \\ &= 73,39 \text{ m} \end{aligned}$$

2. JPH Tikungan bagian 2 (Tikungan 3)

$$\begin{aligned} \text{JPH} &= \left(\frac{v}{3,6} \times t \right) + \left(\frac{(v/3,6)^2}{2 \cdot g \cdot f} \right) \\ &= \left(\frac{55}{3,6} \times 2,5 \right) + \left(\frac{(55/3,6)^2}{2,9,81 \cdot 0,53} \right) \\ &= 60,64 \text{ m} \end{aligned}$$

Jarak pandang henti menurut pengukuran di lapangan pada tikungan A, tikungan B, dan tikungan C semuanya tidak memenuhi syarat jarak pandang henti sesuai kecepatan di lapangan karena lebih kecil dari persyaratan tersebut. Perbandingan JPH yang ada di lapangan dengan hitungan dapat dilihat pada Tabel 5.10.

Tabel 5.10 Perbandingan jph di lapangan dengan jph menurut kecepatan lapangan

Tikungan	JPH Menurut	JPH	Keterangan

	Kecepatan Lapangan (m)	Tersedia di Lapangan (m)	
A	73,32	74,83	Memenuhi
B		73,61	Memenuhi
C	60,64	58,25	Tidak Memenuhi

5.2.5 Analisis Jarak Pandang Mendahului (JPM)

Kecepatan sebenarnya kendaraan di lapangan pada setiap tikungannya dari hasil hitungan didapatkan untuk Tikungan A sebesar 62,42 km/jam, Tikungan B 62,42, dan Tikungan C sebesar 55 km/jam. Maka dapat diperoleh nilai jarak pandang mendahului minimum setiap tikungannya menggunakan persamaan 3.5.

1. JPM Tikungan 1 dan 2

$$\text{JPM} = d_1 + d_2 + d_3 + d_4$$

$$\begin{aligned} d_1 &= 0,278 \cdot t_1 \cdot \left(v - m + \frac{a \cdot t_1}{2} \right) \\ &= 0,278 \cdot 3,68 \cdot \left(62,42 - 15 + \frac{2,27 \cdot 3,68}{2} \right) \\ &= 52,78 \text{ m} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} d_2 &= 0,278 \cdot v \cdot t_2 \\ &= 0,278 \cdot 62,42 \cdot 9,44 \\ &= 163,81 \text{ m} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} d_3 &= \text{Jarak bebas (30 m sampai 100 m)} \\ &= 30 \text{ m} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} d_4 &= 2/3 \cdot d_2 \\ &= 2/3 \cdot 163,81 \\ &= 109,21 \text{ m} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{JPM} &= 52,78 + 163,81 + 30 + 109,21 \\ &= 356,79 \text{ m} \end{aligned}$$

2. JPM Tikungan 3

$$\text{JPM} = d_1 + d_2 + d_3 + d_4$$

$$\begin{aligned} d_1 &= 0,278 \cdot t_1 \cdot \left(v - m + \frac{a \cdot t_1}{2} \right) \\ &= 0,278 \cdot 3,55 \cdot \left(55 - 15 + \frac{2,25 \cdot 3,68}{2} \right) \\ &= 43,42 \text{ m} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} d_2 &= 0,278 \cdot v \cdot t_2 \\ &= 0,278 \cdot 68,42 \cdot 9,44 \\ &= 179,55 \text{ m} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} d_3 &= \text{Jarak bebas (30 m sampai 100 m)} \\ &= 30 \text{ m} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} d_4 &= \frac{2}{3} \cdot d_2 \\ &= \frac{2}{3} \cdot 179,56 \\ &= 119,70 \text{ m} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{JPM} &= 43,42 + 179,56 + 30 + 119,70 \\ &= 372,67 \text{ m} \end{aligned}$$

Jarak pandang mendahului perhitungan tidak memenuhi dengan keadaan di lapangan dikarenakan jarak pandang mendahului perhitungan lebih besar dari jarak pandang mendahului di lapangan dan berdasarkan marka di lapangan memang pada tikungan gabungan tersebut tidak boleh mendahului. Kemudian rekapitulasi hitungan jarak pandang mendahului dapat dilihat pada Tabel 5.11.

Tabel 5.11 Perbandingan jpm di lapangan dengan jpm menurut kecepatan lapangan

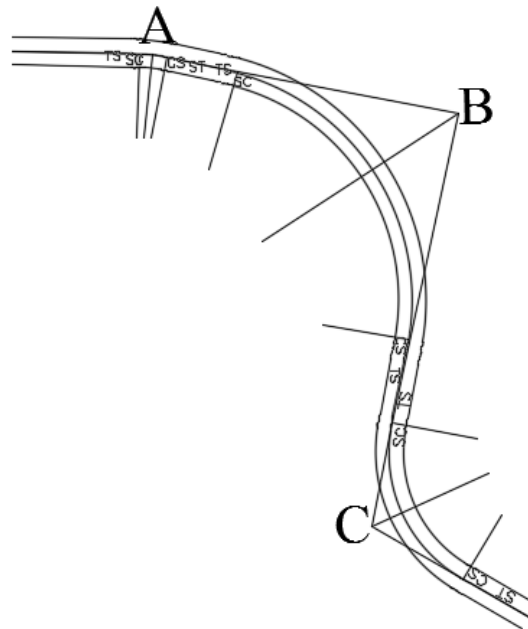
Tikungan	JPH Menurut Kecepatan Lapangan (m)	JPH Tersedia di Lapangan (m)	Keterangan
A	356,79	74,83	Tidak Memenuhi

B		73,61	Tidak Memenuhi
C	372,68	58,25	Tidak Memenuhi

5.2.6 Analisis Alinyemen Horizontal

A. Jari – Jari Kelengkungan

Dari hasil pengukuran geometri di lapangan, dilakukan penggambaran menggunakan program *AutoCad*. Hasil penggambaran tersebut didapatkan 3 lengkung horizontal pada lokasi penelitian yang dapat dilihat pada Gambar 5.5.



Gambar 5.5 Lokasi tikungan

Gambar tersebut digunakan untuk menentukan nilai jari – jari kelengkungan pada setiap tikungan dengan melakukan percobaan – percobaan nilai R_c dan L_s sesuai dengan tabel Bina Marga. R_c yang digunakan adalah R_c yang mendekati dengan situasi di lapangan. Hasil dari percobaan – percobaan tersebut didapatkan jenis lengkung dan jari – jari kelengkungan sebagai berikut :

1. Tikungan A

Jenis lengkung = *Spiral –Spiral (S– S)*

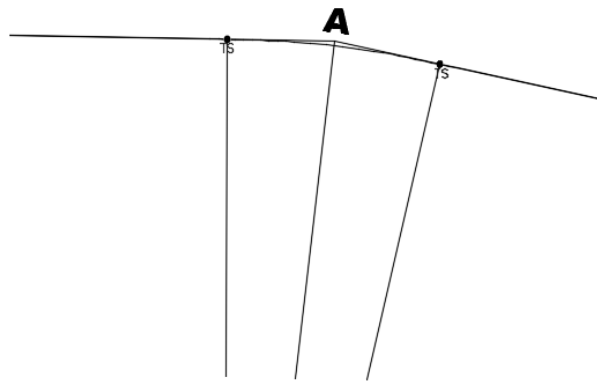
Kaki AB = 47,64 m

Kaki BC = 103,20 m

Δ = 11°

Rc = 50 m

Ls = 5 m



Gambar 5.6 Detail tikungan A

Perhitungan Komponen Tikungan A

$$\begin{aligned}\theta_s &= \frac{90 \cdot L_s}{\pi \cdot R_c} \\ &= \frac{90 \cdot 5}{\pi \cdot 50} \\ &= 2,86^\circ\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\Delta_c &= \Delta - 2 \cdot \theta_s \\ &= 39,24 - 2 \cdot 2,86 \\ &= 5,27^\circ\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}L_c &= \frac{\Delta_c}{360} \cdot 2\pi \cdot R_c \\ &= \frac{5,27}{360} \cdot 2\pi \cdot 50 \\ &= 4,60 \text{ m}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}L_{\text{total}} &= L_c + 2 \cdot L_s \\ &= 4,601 + 2 \cdot 5 \\ &= 14,60 \text{ m}\end{aligned}$$

Syarat, $\frac{1}{2} L_{total} < \text{Kaki terpendek}$, $14,60 \text{ m} < 47,64 \text{ m}$, maka Aman!

$L_c < 25\text{m}$, maka menggunakan tikungan *Spiral –Spiral* (S– S)

$$\begin{aligned}\theta_s &= \frac{1}{2} \times \Delta \\ &= \frac{1}{2} \times 11^\circ \\ &= 5,5^\circ\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}L_s &= \frac{\theta_s \cdot \pi \cdot R_c}{90} \\ &= \frac{5,5 \cdot \pi \cdot 50}{90} \\ &= 9,6 \text{ m}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}X_c &= L_s \cdot \left(1 - \frac{L_s^2}{40 \cdot R_c^2}\right) \\ &= 9,6 \cdot \left(1 - \frac{9,6^2}{40 \cdot 50^2}\right) \\ &= 9,59 \text{ m}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}Y_c &= \frac{L_s^2}{6 \cdot R_c} \\ &= \frac{9,6^2}{6 \cdot 50} \\ &= 0,31 \text{ m}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}P &= Y_c - R_c \cdot (1 - \cos \theta_s) \\ &= 0,307 - 50 \cdot (1 - \cos 5,5) \\ &= 0,08 \text{ m}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}k &= L_s - \frac{L_s^3}{40 \cdot R_c^2} - R_c \cdot \sin \theta_s \\ &= 9,6 - \frac{9,6^3}{40 \cdot 50^2} - 50 \cdot \sin 5,5 \\ &= 4,79 \text{ m}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}T_s &= (R_c + p) \cdot \tan (\Delta/2) + k \\ &= (60+0,08) \cdot \tan (11/2) + 4,79 \\ &= 9,62 \text{ m}\end{aligned}$$

Syarat, $T_s < \text{Kaki terpendek}$, $9,62 \text{ m} < 47,64 \text{ m}$, maka Aman!

$$\begin{aligned}
 E_s &= \frac{R_c + p}{\cos \frac{\Delta}{2}} - R_c \\
 &= \frac{50 + 0,08}{\cos \frac{11}{2}} - 50 \\
 &= 0,31 \text{ m}
 \end{aligned}$$

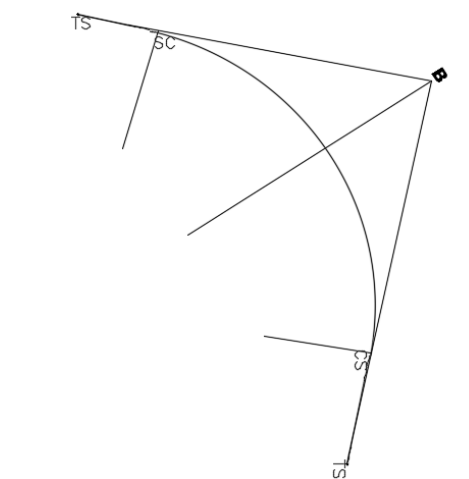
2. Tikungan B

Jenis lengkung = *Spiral – Circle – Spiral (SCS)*

Δ = 89°

R_c = 80 m

L_s = 8 m



Gambar 5.7 Detail tikungan B

Perhitungan Komponen Tikungan B

$$\begin{aligned}
 \theta_s &= \frac{90 \cdot L_s}{\pi \cdot R_c} \\
 &= \frac{90 \cdot 5}{\pi \cdot 80} \\
 &= 2,86^\circ
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \Delta_c &= \Delta - 2 \cdot \theta_s \\
 &= 89 - 2 \cdot 2,86
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 &= 83,27^\circ \\
 Lc &= \frac{\Delta c}{360} \cdot 2\pi \cdot Rc \\
 &= \frac{83,27}{360} \cdot 2\pi \cdot 80 \\
 &= 116,26 \text{ m}
 \end{aligned}$$

$Lc > 25\text{m}$, maka menggunakan tikungan *Spiral – Circle – Spiral* (SCS).

$$\begin{aligned}
 Xc &= Ls \cdot \left(1 - \frac{Ls^2}{40 \cdot Rc^2}\right) \\
 &= 8 \cdot \left(1 - \frac{8^2}{40 \cdot 80^2}\right) \\
 &= 7,99 \text{ m}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 Yc &= \frac{Ls^2}{6 \cdot Rc} \\
 &= \frac{8^2}{6 \cdot 80} \\
 &= 0,13 \text{ m}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 P &= Yc - Rc \cdot (1 - \cos \theta s) \\
 &= 0,13 - 80 \cdot (1 - \cos 2,86) \\
 &= 0,03 \text{ m}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 K &= Xc - Rc \cdot \sin \theta s \\
 &= 7,99 - 80 \cdot \sin 2,86 \\
 &= 3,99 \text{ m}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 Ts &= (Rc + p) \cdot \tan (\Delta/2) + k \\
 &= (80 + 0,03) \cdot \tan (89/2) + 3,99 \\
 &= 82,65 \text{ m}
 \end{aligned}$$

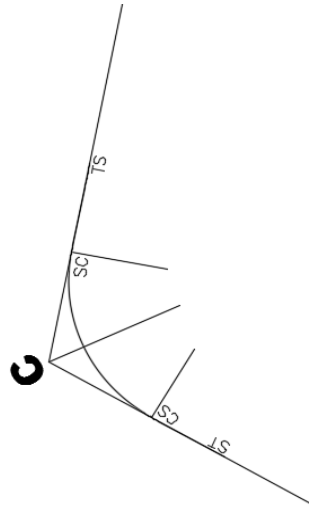
$$\begin{aligned}
 Es &= \frac{Rc+p}{\cos \frac{\Delta}{2}} - Rc \\
 &= \frac{80+0,03}{\cos \frac{89}{2}} - 80 \\
 &= 32,21 \text{ m}
 \end{aligned}$$

Syarat, $Ts < \text{Kaki terpendek}$, Aman !!

3. Tikungan C

Jenis lengkung= *Spiral – Circle – Spiral* (SCS)

$$\begin{aligned}\Delta &= 71^\circ \\ R_c &= 50 \text{ m} \\ L_s &= 5\end{aligned}$$



Gambar 5.8 Detail tikungan C

Perhitungan Komponen Tikungan C

$$\begin{aligned}\theta_s &= \frac{90 \cdot L_s}{\pi \cdot R_c} \\ &= \frac{90 \cdot 5}{\pi \cdot 50} \\ &= 2,86^\circ \\ \Delta_c &= \Delta - 2 \cdot \theta_s \\ &= 71 - 2 \cdot 2,86 \\ &= 65,27^\circ \\ L_c &= \frac{\Delta_c}{360} \cdot 2\pi \cdot R_c \\ &= \frac{65,27}{360} \cdot 2\pi \cdot 50 \\ &= 56,95 \text{ m}\end{aligned}$$

$L_c > 25\text{m}$, maka menggunakan tikungan *Spiral – Circle – Spiral* (SCS).

$$\begin{aligned}X_c &= L_s \cdot \left(1 - \frac{L_s^2}{40 \cdot R_c^2}\right) \\ &= 5 \cdot \left(1 - \frac{4,99^2}{40 \cdot 50^2}\right) \\ &= 4,99 \text{ m}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
Y_c &= \frac{L_s^2}{6 \cdot R_c} \\
&= \frac{0,08^2}{6 \cdot 50} \\
&= 0,03 \text{ m} \\
P &= Y_c - R_c \cdot (1 - \cos \theta_s) \\
&= 0,08 - 50 \cdot (1 - \cos 0,02) \\
&= 0,02 \text{ m} \\
K &= X_c - R_c \cdot \sin \theta_s \\
&= 4,99 - 50 \cdot \sin 2,87 \\
&= 2,49 \text{ m} \\
T_s &= (R_c + p) \cdot \tan (\Delta/2) + k \\
&= (50 + 0,02) \cdot \tan (71/2) + 2,49 \\
&= 38,17 \text{ m} \\
E_s &= \frac{R_c + p}{\cos \frac{\Delta}{2}} - R_c \\
&= \frac{50 + 0,20}{\cos \frac{71}{2}} - 50 \\
&= 11,44 \text{ m}
\end{aligned}$$

Syarat, $T_s < K$ Kaki terpendek, Aman !

Dari hasil perhitungan alinyemen horizontal tersebut didapat jari – jari kelengkungan tiap tikungannya sebagai berikut :

1. Tikungan A
 - Jenis tikungan = *Spiral – Circle – Spiral*
 - $R_c = 50 \text{ m}$
 - $L_s = 5 \text{ m}$
2. Tikungan B
 - Jenis tikungan = *Spiral – Circle - Spiral*
 - $R_c = 80 \text{ m}$
 - $L_s = 8 \text{ m}$
3. Tikungan C

Jenis tikungan = *Spiral – Circle - Spiral*

Rc = 50 m

Ls = 5 m

Jari – jari minimum untuk kecepatan lapangan 62,42 km/jam adalah 139,74. Tikungan AB belum memenuhi standar jari – jari minimum untuk kecepatan lapangan dikarenakan jari – jari yang tersedia lebih kecil dari jari – jari minimum untuk kecepatan lapangan sedangkan tikungan C dengan kecepatan 56 km/jam jari jari minimum sebesar 96 sehingga belum juga memenuhi standar jari – jari minimu.. Nilai Ls yang didapatkan semuanya tidak memenuhi dengan standar Bina Marga untuk kecepatan 68,42 km/jam maupun 56 km/jam. Rekapitulasi hasil perhitungan alinyemen horizontal dapat dilihat pada Tabel 5.12.

Tabel 5.12 Rekapitulasi analisis alinyemen horizontal

Data	Tikungan		
	A	B	C
Tipe Tikungan	S - S	S - C - S	S - C - S
Δ (°)	11	89	71
Rc (m)	50	80	50
Ls (m)	5	8	5
θ_s (°)	2,86	2,86	2,86
Δ_c (°)	5,27	83,27	65,27
Xc (m)	4,99	7,99	4,99
Yc (m)	0,08	0,13	0,08
p (m)	0,02	0,03	0,02

k (m)	2,49	3,99	2,49
Lc (m)	4,59	116,26	56,95
Ts (m)	7,31	82,64	38,17
Es (m)	0,25	32,20	11,44

Perbandingan jari – jari minimum dan Ls standar minimal dengan yang tersedia dengan jari – jari dan Ls yang tersedia di lapangan dapat dilihat pada Tabel 5.13

Tabel 5.13 Perbandingan jari – jari dan ls standar minimal dengan yang tersedia

Tik	R Minim um	Jari - Jari Tersedia	Ket	Ls Standar Bina Marga	Ls Tersedia (m)	Ket
A	120	50	Tidak Memenuhi	70	50	Tidak Memenuhi
B		80	Tidak Memenuhi	70	8	Tidak Memenuhi
C	90	50	Tidak Memenuhi	70	5	Tidak Memenuhi

B. Stasiun Titik Penting

Perhitungan Stasiun Titik Penting Tikungan A

$$TS = 7,32 \text{ m}$$

$$Ls = 5 \text{ m}$$

$$\text{Lengan AB} = 47,64 \text{ m}$$

$$\text{Lengan BC} = 103,20 \text{ m}$$

$$\text{Sta Awal} = 28 + 400$$

$$\text{Sta TS} = \text{Sta Awal} + (\text{Lengan AB} - \text{TS})$$

$$= (28 + 400) + (47,64 - 5)$$

$$= 28 + 442,64$$

$$\text{Sta SS} = \text{Sta Ts} + \text{Ls}$$

$$= (28 + 442,64) + 5$$

$$= 28 + 447,64$$

$$\text{Sta ST} = \text{Sta SS} + \text{Ls}$$

$$= (28 + 447,64) + 5$$

$$= 28 + 452,64$$

Untuk hasil perhitungan stasiun titik penting tikungan selanjutnya dapat dilihat pada rekapitulasi stasiun titik penting Tabel 5.14.

Tabel 5.14 Rekapitulasi stasiun titik penting

Data	Tikungan		
	A	B	C
Jenis Tikungan	S - S	S - C - S	S - C - S
TS	7,317	82,65	38,18
Ls	5	8	5
Lc	0	116,27	56,95
Sta Awal	28 + 400	-	
Sta TS	28 + 442,64	28 + 480,80	28 + 535,30
Sta SC	28 + 447,64	28 + 471,36	28 + 550,30
Sta CS	28 + 447,64	28 + 499,36	28 + 635,26
Sta ST	28 + 452,64	28 + 503,62	28 + 677,26

Sta Akhir	-	28 + 700
-----------	---	----------

5.2.7 Analisis Daerah Bebas Samping

Daerah bebas samping dapat dihitung menggunakan Persamaan 3.10 untuk $JPH < L_t$ dan Persamaan 3.11 untuk $JPH > L_t$. Berikut adalah perhitungan daerah bebas samping sesuai kecepatan di lapangan pada tikungan A.

$$\begin{aligned} R_c &= 80 \text{ m} \\ L_s &= 8 \text{ m} \\ JPH &= 107,65 \text{ m} \\ L_{\text{tot}} &= L_s + L_c + L_s \\ &= 8 + 116,27 + 8 \\ &= 132,27 \text{ m} \end{aligned}$$

$JPH < L_{\text{tot}}$, maka menggunakan Persamaan 3.10 berikut .

$$\begin{aligned} E &= R \cdot \left(1 - \cos \frac{90^\circ \cdot JPH}{\pi \cdot R} \right) \\ &= 80 \cdot \left(1 - \cos \frac{90^\circ \cdot 73,61}{\pi \cdot 80} \right) \\ &= 8,32 \text{ m} \end{aligned}$$

Untuk hasil perhitungan daerah bebas samping tikungan selanjutnya dapat dilihat pada pada Tabel 5.15 dan perbandingan daerah bebas samping seharusnya menurut kecepatan lapangan dengan yang tersedia di lapangan dapat dilihat pada Tabel 5.16. Daerah bebas samping yang tersedia di lapangan hanya pada tikungan A dan B yang memenuhi kebutuhan daerah bebas samping menurut jarak pandang henti dan kecepatan di lapangan.

Tabel 5.15 Rekapitulasi perhitungan daerah bebas samping

Data	Tikungan		
	A	B	C
Rc (m)	50	80	50

Lc (m)	4,59	116,27	56,96
Ls (m)	5	8	5
JPH (m)	14,56	107,65	58,25
L Total (m)	14,59	132,27	66,96
JPH >> Ltot	JPH < L	JPH < L	JPH < L
E (m)	3,36	8,32	10,79

Tabel 5.16 Perbandingan daerah bebas samping seharusnya menurut kecepatan lapangan dengan yang tersedia di lapangan

Tikungan	Ruang Bebas Samping (m)		Keterangan
	Berdasarkan Kecepatan Lapangan	Berdasarkan Kondisi <i>Existing</i>	
A	3,36	3,43	Memenuhi
B	8,32	8,71	Memenuhi
C	10,79	0,64	Tidak Memenuhi

5.2.8 Analisis Superelevasi

Analisis kebutuhan superelevasi sesuai kecepatan di lapangan dan menurut standar Bina Marga dapat dihitung menggunakan persamaan berikut :

$$e_{\max} = \frac{\text{Elv.Luar-Elv.Dalam}}{\text{Lebar Jalur}}$$

1. Superelevasi Tikungan A

$$\begin{aligned} \text{emax} &= \frac{\text{Elv.Luar}-\text{Elv.Dalam}}{\text{Lebar Jalur}} \\ &= \frac{125,89 - 125,67}{8,18} \\ &= 2,85 \% \end{aligned}$$

2. Superelevasi Tikungan B

$$\begin{aligned} \text{emax} &= \frac{\text{Elv.Luar}-\text{Elv.Dalam}}{\text{Lebar Jalur}} \\ &= \frac{130,43-129,46}{8,9} \\ &= 10,5 \% \end{aligned}$$

3. Superelevasi Tikungan C

$$\begin{aligned} \text{emax} &= \frac{\text{Elv.Luar} - \text{Elv.Dalam}}{\text{Lebar Jalur}} \\ &= \frac{136,48 - 135,78}{9,2} \\ &= 7,6 \% \end{aligned}$$

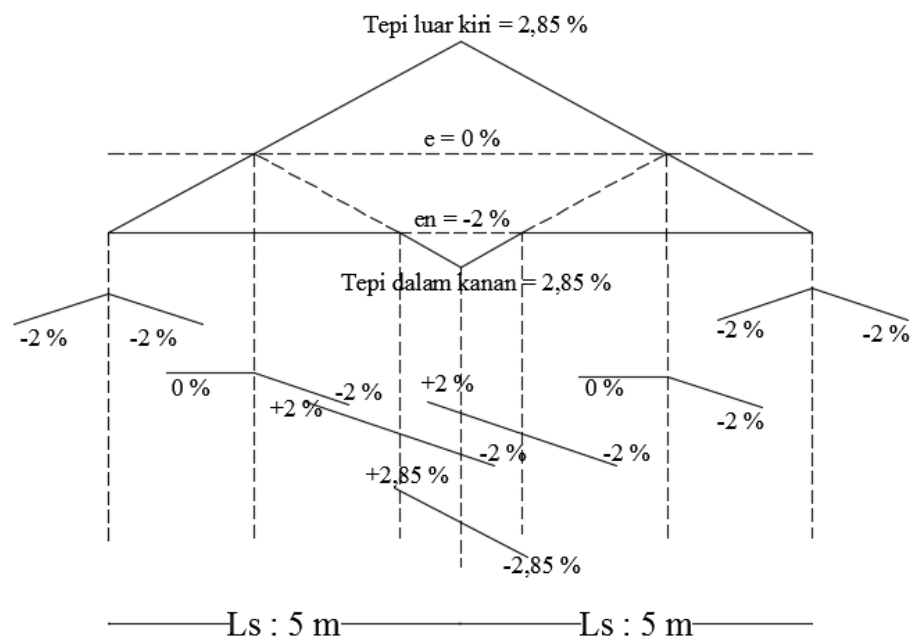
Rekapitulasi hasil analisis superelevasi pada setiap tikungannya dapat dilihat pada Tabel 5.17.

Tabel 5.17 Rekapitulasi Analisis Superelevasi

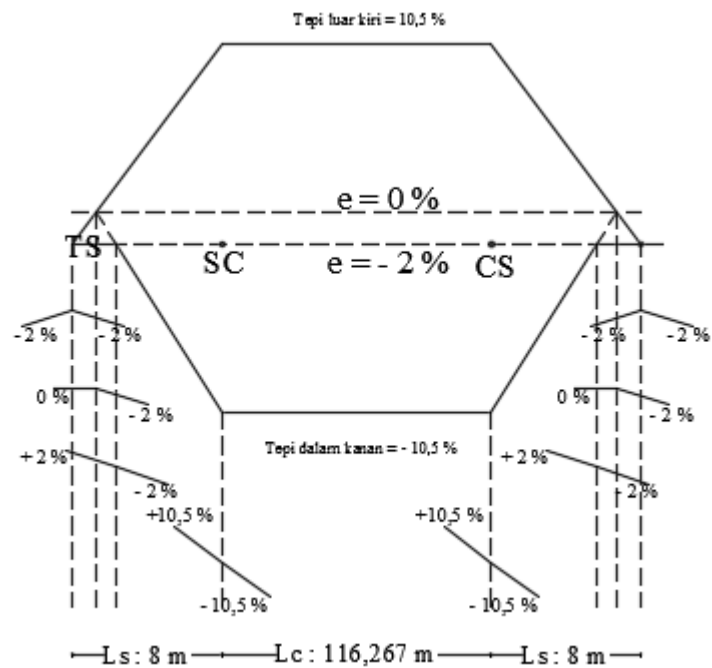
Tikungan	Jari – Jari (m)	Superelevasi		Keterangan
		Standar Bina Marga (%)	<i>Existing</i> (%)	

A	50	4,8	11,05	Memenuhi
B	80		2,6	Tidak Memenuhi
C	50	6,8	7,6	Memenuhi

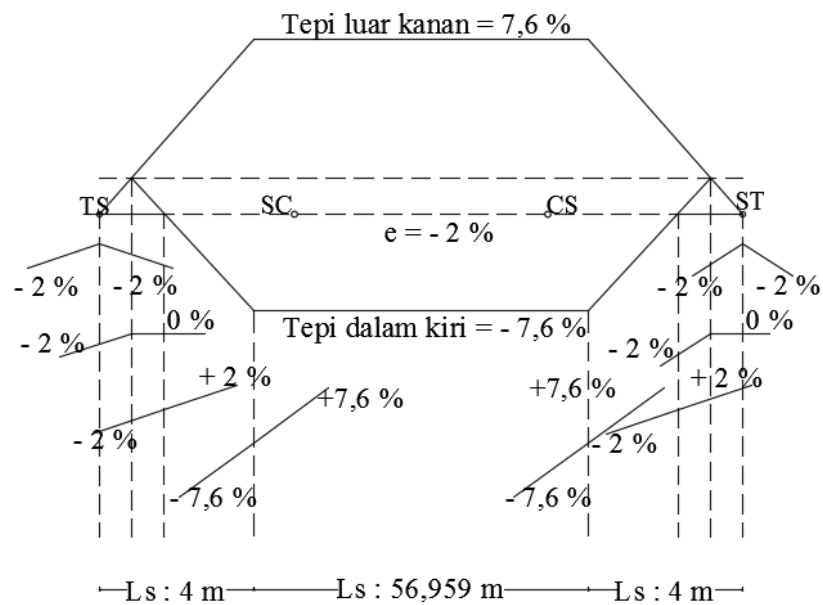
Sedangkan untuk gambar hasil analisis superelevasi pada setiap tikungannya dapat dilihat pada Gambar 5.9, 5.10 dan 5.11



Gambar 5.9 Diagram superelevasi tikungan A



Gambar 5.10 Diagram superelevasi tikungan B



Gambar 5.11 Diagram superelevasi tikungan C

5.2.9 Analisis Alinyemen Vertikal

Hasil analisis menggunakan *software AutoCad 2016* untuk alinyemen vertikal didapatkan elevasi dan stasiun jalan. Rekapitulasi elevasi dan stasiun tersebut dapat dilihat pada Tabel 5.18

Tabel 5.18 Rekapitulasi Elevasi dan Stasiun

No	Titik	Elevasi (m)	Stasiun (m)
1	A	124,9	0
2	PPV1	125,8	50
3	PPV2	127	90
4	PPV3	130,2	150
5	PPV4	132,6	200
6	PPV5	135,9	250
7	E	138,6	300

Dari data elevasi dan stasiun jalan tersebut dapat dihitung kelandaian sepanjang ruas jalan Solo – Wonogiri km 28,4 – 28,7. Jenis jalan pada ruas jalan tersebut merupakan jenis jalan datar. Berikut adalah contoh perhitungan detail lengkung vertikal PPV 1 :

$$\begin{aligned}
 g1 &= \frac{Elv.PPV1 - Elv.Titik A}{Sta.PPV1 - Sta.Titik A} \times 100 \% \\
 &= \frac{125,8 - 124,9}{50 - 0} \times 100 \% \\
 &= 1,8 \%
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 g2 &= \frac{Elv.PPV 2 - Elv.PPV 1}{Sta.PPV 2 - Sta.PPV 1} \times 100 \% \\
 &= \frac{127 - 125,8}{90 - 50} \times 100 \% \\
 &= 3 \%
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \Delta &= g2 - g1 \\
 &= |3 - 1,8| \\
 &= 1,2 \%
 \end{aligned}$$

$$JPH = 100,11 \text{ m}$$

$$JPM = 392,02$$

Perhitungan LV

a. Berdasarkan JPH

$$JPH < Lv$$

$$\begin{aligned} Lv &= \frac{\Delta x JPH^2}{398} \\ &= \frac{1,2 \times 100,11^2}{398} \\ &= 30,22 \text{ m} \end{aligned}$$

$$JPH > Lv$$

$$\begin{aligned} Lv &= 2 \cdot JPH - \frac{398}{\Delta} \\ &= 2 \cdot 100,11 - \frac{398}{1,2} \\ &= -131,44 \text{ m} \end{aligned}$$

b. Berdasarkan JPM

$$JPH < Lv$$

$$\begin{aligned} Lv &= \frac{\Delta x JPM^2}{840} \\ &= \frac{1,2 \times 382,99}{840} \\ &= 219,54 \text{ m} \end{aligned}$$

$$JPH > Lv$$

$$\begin{aligned} Lv &= 2 \cdot JPM - \frac{840}{\Delta} \\ &= 2 \cdot 382,99 - \frac{840}{1,2} \\ &= 84,04 \text{ m} \end{aligned}$$

c. Berdasarkan syarat kenyamanan

$$\begin{aligned} Lv &= \frac{\Delta x V^2}{390} \\ &= \frac{1,2 \times 68,42^2}{390} \\ &= 14,40 \text{ m} \end{aligned}$$

d. Berdasarkan syarat kenyamanan mengemudi
(3s perjalanan)

$$\begin{aligned} Lv &= \frac{V \times 3}{3,6} \\ &= \frac{62,42 \times 3}{3,6} \\ &= 52,02 \text{ m} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Syarat} &= \frac{1}{2} L_v \leq \frac{1}{2} \text{kaki terpendek} \\ &= \frac{1}{2} \text{kaki terpendek} \\ &= \frac{1}{2} \times 124,9 \\ &= 62,45 \text{ m} \\ L_v \text{ pakai} &= 52,02 \text{ m}\end{aligned}$$

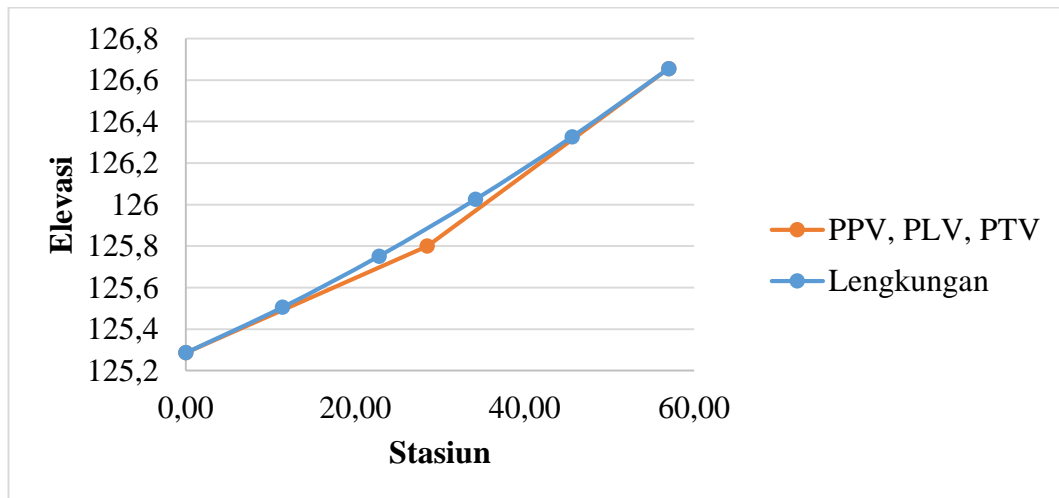
Untuk hasil perhitungan lengkung vertikal PPV selanjutnya dapat dilihat pada Tabel 5.19.

Tabel 5.19 Rekapitulasi Perhitungan Lengkung Vertikal (Lv)

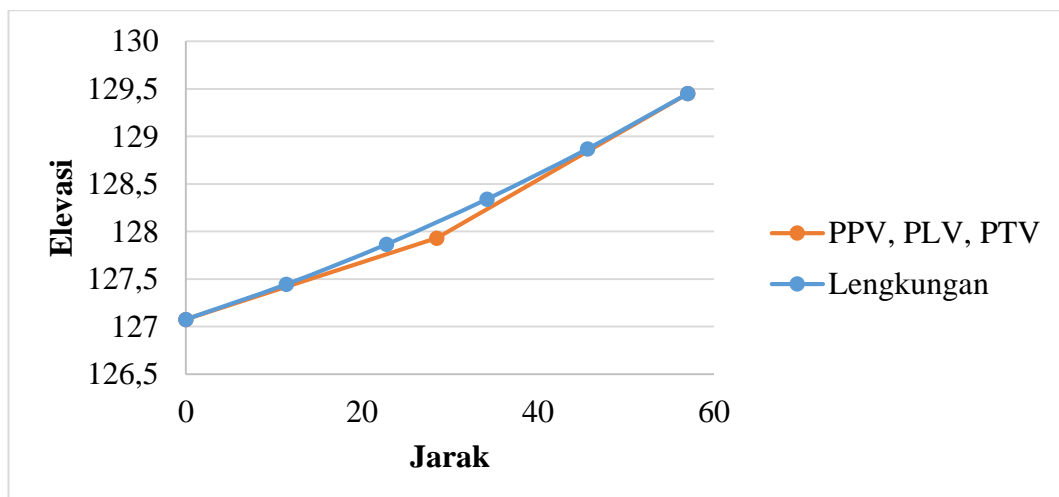
PPV	JPH		JPM		Syarat Kenyamanan	Syarat Kenyamanan Pengemudi	Syarat 1/2 Lv < 1/2 Kaki Terpendek
	JPH < Lv	JPH > Lv	JPM < Lv	JPM > Lv			
PPV1	22,89	-157,41	219,54	84,04	11,99	52,02	124,9
PPV2	44,51	3,68	426,88	424,04	23,31	52,02	125,92
PPV3	10,17	-572,01	97,574	-790,96	5,33	52,02	127,19
PPV4	34,33	-46,85	329,31	317,37	17,98	52,02	132,71
PPV5	20,60	-157,41	219,54	84,04	11,99	46,67	132,71

Perhitungan stasiun titik penting pada PPV 1 adalah sebagai berikut :

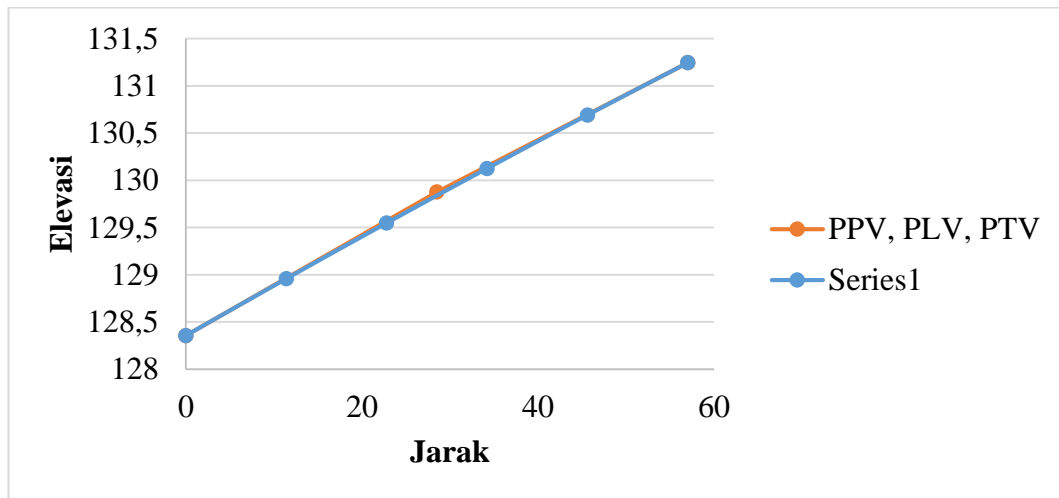
$$\begin{aligned}
 \text{Sta PVI} &= \text{Sta A} + \text{Lengan a} \\
 &= 0 + 50,01 \\
 &= 50,01 \text{ m} \\
 \text{El PVI} &= \text{El A} + (\text{Lengan a. g1}) \\
 &= 124,900 + (50,01 \cdot 0,03 \%) \\
 &= 125,80 \text{ m} \\
 \text{Sta PVC} &= \text{Sta PVI} - \frac{1}{2} L_v \\
 &= 50,01 - \frac{1}{2} \times 52,02 \\
 &= 24,01 \text{ m} \\
 \text{El PVC} &= \text{El PVI} - \frac{1}{2} L_v \cdot g1 \\
 &= 125,80 - \frac{1}{2} \times 52,02 \times 0,03 \% \\
 &= 125,33 \text{ m} \\
 \text{Sta PVT} &= \text{Sta PVI} + \frac{1}{2} L_v \\
 &= 125,80 + \frac{1}{2} \times 52,02 \\
 &= 76,02 \text{ m} \\
 \text{El PVT} &= \text{El PVI} + \frac{1}{2} L_v \cdot g2 \\
 &= 125,80 + \frac{1}{2} \times 52,02 \times 0,05 \% \\
 &= 126,58 \text{ m} \\
 \text{Ev} &= \frac{\Delta}{800} \times L_v \\
 &= \frac{0,01}{800} \times 52,02 \\
 &= 0,000855 \text{ m} \\
 \text{El Ev} &= \text{El PVI} + \text{Ev} \\
 &= 125,80 + 0,000855 \\
 &= 125,80 \text{ m}
 \end{aligned}$$



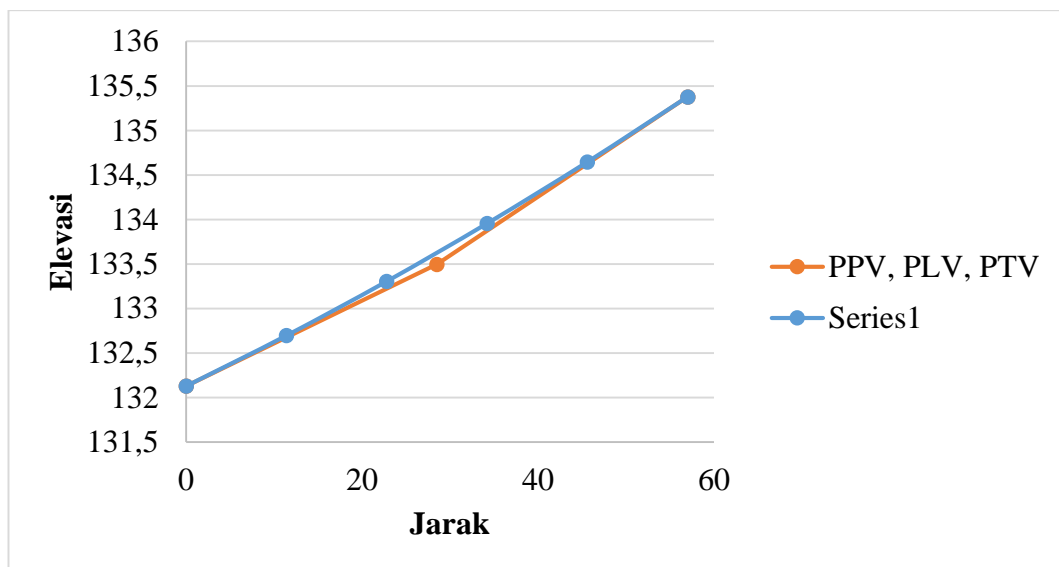
Gambar 5.12 Grafik alinyemen vertikal PPV 1



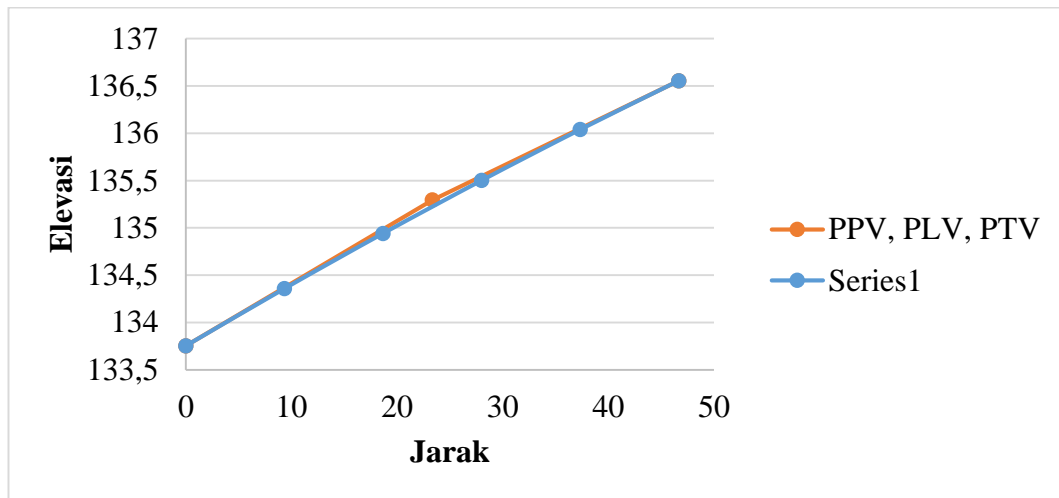
Gambar 5.13 Grafik alinyemen vertikal PPV 2



Gambar 5.14 Grafik alinyemen vertikal PPV 3



Gambar 5.15 Grafik alinyemen vertikal PPV 4



Gambar 5.16 Alinyemen vertikal PPV 5

Untuk hasil perhitungan stasiun dan elevasi titik penting PPV selanjutnya dapat dilihat pada Tabel 5.20.

Tabel 5.20 Rekapitulasi Perhitungan Stasiun Titik Penting Alinyemen Vertikal

	Station	Elevasi	Jarak	el PVI	Sta PVI	el PVC	Sta PVC	el PVT	Sta PVT	X	Elv Lengkung
Sta A	0,00	124,90	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Sta PV1	50,00	125,80	50,01	125,80	50,01	125,33	24,01	125,02	76,02	1,25	49,96
Sta PV2	90,00	127,00	40,04	127,93	90,04	127,15	64,03	126,55	116,05	1,14	89,95
Sta PV3	150,00	130,20	59,98	129,88	149,98	128,49	123,98	128,63	175,99	4,50	149,66
Sta PV4	200,00	132,60	50,05	133,50	200,05	132,25	174,04	131,78	226,06	1,83	199,87
Sta PV5	250,00	135,90	49,96	135,29	249,96	133,75	226,63	134,03	273,30	2,25	249,78
E	300,00	138,60	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Detail titik – titik vertikal dibagi menjadi 5 pias dengan perhitungan sebagai berikut :

Elevasi dan Stasiun Pias 1

$$\begin{aligned} X_1 &= \frac{LV}{5} \\ &= \frac{57,0167}{5} \\ &= 11,40 \text{ m} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Elevasi Pias 1} &= \text{Elv.PVC} + g1 \cdot X_1 - \frac{\Delta}{2 \cdot Lv} \cdot X_1^2 \\ &= 125,28 + 0,018 \cdot 11,403 - \frac{1,862}{2 \cdot 57,0167} \cdot 11,40^2 \\ &= 125,51 \text{ m} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Stasiun Pias 1} &= \text{Stasiun PVC} + X_1 \\ &= 21,506 + 10,948 \\ &= 195,41 \text{ m} \end{aligned}$$

Perhitungan detail titik – titik vertikal selanjutnya dapat dilihat pada rekapitulasi perhitungan detail titik – titik vertikal Tabel 5.21.

Tabel 5.21 Rekapitulasi Perhitungan Detail Titik – Titik Vertikal

PPV	Titik	X (m)	Elevasi	Stasiun	PPV	Titik	X (m)	Elevasi	Stasiun
PPV 1	PVC	0,00	125,33	24,01	PPV 4	PVC	0,0	132,25	174,04
	1	10,40	125,53	34,41		1	10,4	132,77	184,45
	2	20,81	125,76	44,81		2	20,8	133,32	194,85
	3	31,21	126,01	55,22		3	31,2	133,91	205,25
	4	41,61	126,28	65,62		4	41,6	134,54	215,66
	PVT	52,02	126,58	76,02		PVT	52,0	135,21	226,06
PPV 2	PVC	0,00	127,15	64,03	PPV 5	PVC	0,0	133,75	226,63
	1	10,40	127,49	74,43		1	9,3	134,36	235,96
	2	20,81	127,87	84,84		2	18,7	134,94	245,30
	3	31,21	128,31	95,24		3	28,0	135,50	254,63
	4	41,61	128,79	105,64		4	37,3	136,04	263,96
	PVT	52,02	129,32	116,05		PVT	46,7	136,55	300,00
PPV 3	PVC	0,00	128,49	123,98					
	1	10,40	129,04	134,38					
	2	20,81	129,58	144,78					
	3	31,21	130,10	155,19					
	4	41,61	130,62	165,59					
	PVT	52,02	131,12	175,99					

Jenis medan pada ruas jalan Solo – Wonogiri 28,4 – 28,7 adalah jenis medan datar. Dari data elevasi jalan didapatkan 5 jenis kelandaian dan terdapat 5 PPV dikarenakan rata – rata kelandaian pada ruas jalan tersebut adalah datar. Jika ditinjau berdasarkan kelandaian, ruas jalan tersebut belum memenuhi SNI karena tidak memenuhi untuk kecepatan 60 km/jam – 70 km/jam yaitu 6 % - 7 %. Dan berdasarkan lengkung vertikal, ruas jalan tersebut belum memenuhi SNI karena kurang dari standar untuk panjang datar minimum lengkung vertikal kecepatan 60 km/jam – 70 km/jam yaitu 105 m – 120 m.

5.2.10 Analisis Pelebaran di Tikungan

Pelebaran pada tikungan dimaksudkan untuk mempertahankan konsistensi geometri jalan agar kondisi operasional lalu lintas di tikungan sama dengan di bagian lurus. Untuk pelebaran di tikungan tersebut digunakan kendaraan di lapanganyaitu kendaraan besar. Perhitungan pelebaran di tikungan A adalah sebagai berikut :

Lebar kendaraan rencana (b)	= 2,5 m
Jumlah Lajur (n)	= 2
Lebar jalan pada bagian lurus(Bn)	= 8,71 m
Jari-jari pada tengah lintasan (R)	= 50 m
Kecepatan Lapangan	= 68,42 km/jam

$$\begin{aligned}
 B &= \sqrt{((\sqrt{Rc^2 - 64}) + 1,25)^2 + 64} - \sqrt{Rc^2 - 64} + 1,25 \\
 &= \sqrt{((\sqrt{50^2 - 64}) + 1,25)^2 + 64} - \sqrt{50^2 - 64} + 1,25 \\
 &= 3,13 \text{ m}
 \end{aligned}$$

Tambahan lebar akibat kesukaran mengemudi di tikungan (Z)

$$\begin{aligned}
 Z &= \frac{0,11V}{\sqrt{R}} \\
 &= \frac{0,11 \cdot 68,42}{\sqrt{50}} \\
 &= 1,02 \text{ m}
 \end{aligned}$$

Tambahan lebar perkerasan di tikungan (Δb)

$$B_n = 8,71 \text{ m, maka } C = 0,7 \text{ m}$$

$$\begin{aligned} B_t &= n \cdot (B + C) + Z \\ &= 2 \cdot (3,13 + 0,07) + 1,02 \\ &= 8,67 \text{ m} \end{aligned}$$

$B_t < B_n$, maka tidak perlu tambahan pelebaran perkerasam

Rekapitulasi perhitungan pelebaran di tikungan selanjutnya dapat dilihat pada Tabel 5.22.

Tabel 5.22 Rekapitulasi Perhitungan Pelebaran di Tikungan

Parameter	Tikungan A	Tikungan B	Tikungan C
R (m)	50	80	50
b (m)	2,5	2,5	2,5
Vr (km/jam)	62,42	62,42	55
n	2	2	2
B _n (m)	8,71	8,12	9,2
C (m)	0,7	0,7	0,7
B (m)	3,13	2,89	3,13
Z (m)	0,93	0,73	0,82
B _t (m)	8,58	7,92	8,47
B _n >< B _t	B _n > B _t	B _n > B _t	B _n > B _t
Keterangan	Tidak Perlu Pelebaran	Tidak Perlu Pelebaran	Tidak Perlu Pelebaran

Berdasarkan hasil perhitungan di atas maka semua tikungan tidak membutuhkan pelebaran.

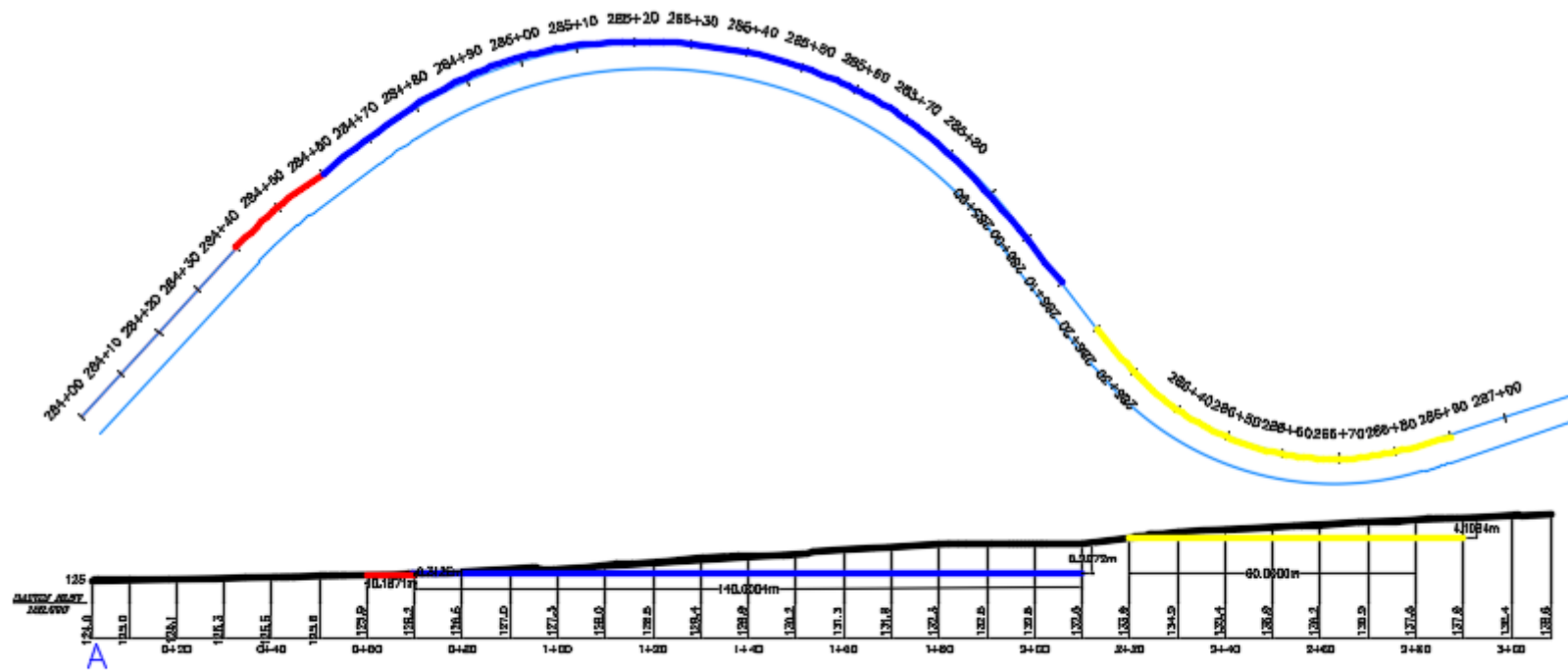
5.2.10 Analisis Koordinasi Alinyemen Vertikal dan Horizontal

Koordinasi alinyemen horizontal dan alinyemen vertikal sangat di perlukan untuk menghasilkan keamanan serta rasa nyaman bagi pengemudi kendaraan yang melalui jalan tersebut. Berikut ini adalah tabel koordinasi alinyemen horizontal dan alinyemen vertikal.

Tabel 5.23 Tabel koordinasi alinyemen horizontal dan alinyemen vertikal

Alinyemen Horizontal		Alinyemen Vertikal	
Sta TS	Sta ST	Sta PVC	Sta PVT
28+440	28+455	28+424	28+476
28+475	28+600	28+464	28+516
		28+523	28+575
		28+584	28+626
28+620	28+690	28+626	28+700

Berdasarkan kombinasi alinyemen horizontal dan alinyemen vertikal di atas, dapat disimpulkan bahwa ruas jalan Solo – Wonogiri 28,4 – 28,7 untuk tikungan dua memiliki kombinasi alinyemen yang tidak ideal karena dalam satu lengkung horizontal terdiri lebih dari satu legkung vertikal kemudian untuk tikungan pertama dan ketiga tidak ideal karena seharusnya lengkung horizontal berimpit dengan lengkung vertikal atau alinyemen horizontal lebih panjang melingkupi alinyemen vertikal.

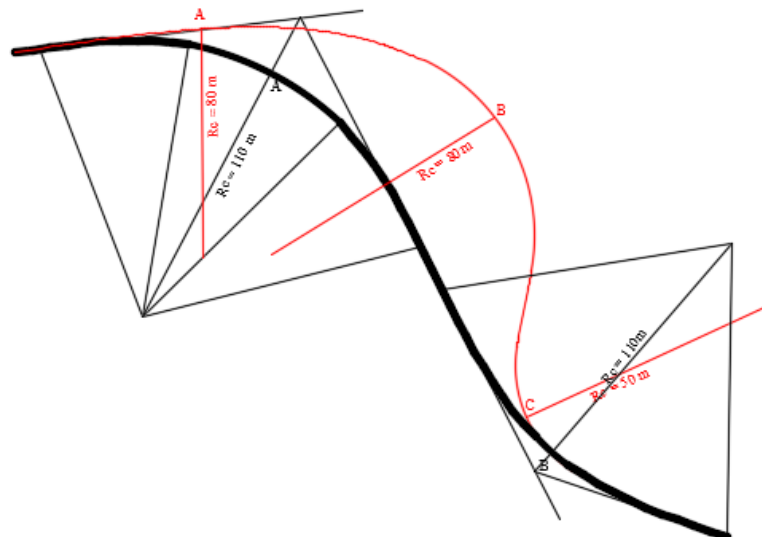


Gambar 5.17 Koordinasi alinyemen vertikal dan horizontal

5.3 PERBAIKAN GEOMETRI JALAN

Perbaikan alinyemen horisontal dan alinyemen vertikal dilakukan untuk memberikan rancangan yang sesuai dengan acuan Bina Marga. Direncanakan trase baru memiliki kecepatan rencana 60 km/jam. Penentuan trase baru direncanakan hanya 2 tikungan dikarenakan jari - jari minimum yang besar dan pendeknya trase jalan setelahnya.

Perbaikan geometri jalan dilakukan dengan memperbaiki desain geometri jalan pada alinyemen horizontal dan alinyemen vertikal. Perbaikan desain geometri jalan pada alinyemen horisontal dapat dilihat pada Gambar 5.18



Gambar 5.18 Perbandingan trase *existing* dengan trase perbaikan

Pada Gambar 5.18 dapat dilihat perubahan trase *existing* dengan trase perbaikan yaitu penggabungan tikungan A dan tikungan B menjadi 1 tikungan yaitu tikungan B.

Selanjutnya dilakukan perhitungan alinyemen horisontal trase baru sebagai berikut :

1. Perhitungan Alinyemen Horisontal

a. Sudut delta (Δ)

Sudut delta didapatkan menggunakan program *AutoCad*.

$$\Delta_A = 72^\circ$$

$$\Delta_B = 45^\circ$$

b. Perhitungan jari – jari kelengkungan

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

$$e_{\max} = 0,1$$

$$f_{\max} = 0,14$$

$$\begin{aligned} R_{\min} &= \frac{V^2}{127 \cdot (e_{\max} + f_{\max})} \\ &= \frac{60^2}{127 \cdot (0,1 + 0,14)} \\ &= 108,11 \text{ m} = 110 \text{ m} \end{aligned}$$

1) Tikungan A

$$\Delta_A = 72^\circ$$

$$R = 110 \text{ m}$$

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

$$e = 10 \%$$

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

$$= \frac{90 \cdot 70}{\pi \cdot 110}$$

$$= 18,23^\circ$$

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

$$= 72 - 2 \cdot 18,23$$

$$= 35,54^\circ$$

$$L_c = \frac{\Delta_c}{360} \cdot 2\pi \cdot R_c$$

$$= \frac{35,54}{360} \cdot 2\pi \cdot 110$$

$$= 68,23 \text{ m}$$

$$L_{\text{total}} = L_c + 2 \cdot L_s$$

$$= 68,23 + 2 \cdot 70$$

$$= 208,23 \text{ m}$$

$\frac{1}{2} L_{\text{total}} < \text{Kaki terpendek}$

$104,115 \text{ m} < 119,3 \text{ m}$, maka Aman!

$L_c > 25\text{m}$, maka menggunakan tikungan *Spiral – Circle – Spiral*.

$$\begin{aligned} X_c &= L_s \cdot \left(1 - \frac{L_s^2}{40 \cdot R_c^2}\right) \\ &= 70 \cdot \left(1 - \frac{70^2}{40 \cdot 110^2}\right) \\ &= 69,29 \text{ m} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} Y_c &= \frac{L_s^2}{6 \cdot R_c} \\ &= \frac{70^2}{6 \cdot 110} \\ &= 7,424 \text{ m} \end{aligned}$$

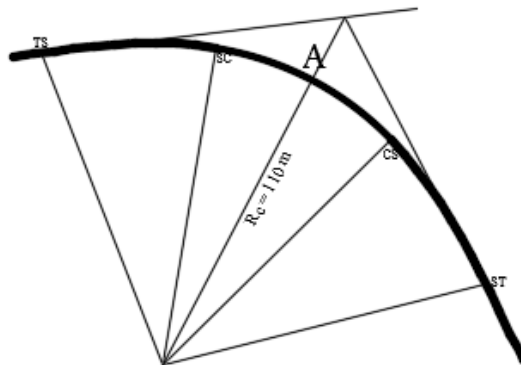
$$\begin{aligned} P &= Y_c - R_c \cdot (1 - \cos \Theta_s) \\ &= 7,424 - 110 \cdot (1 - \cos 18,23) \\ &= 1,90 \text{ m} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} K &= X_c - R_c \cdot \sin \Theta_s \\ &= 69,29 - 110 \cdot \sin 18,23 \\ &= 34,88 \text{ m} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} T_s &= (R_c + p) \cdot \tan (\Delta/2) + k \\ &= (110 + 1,90) \cdot \tan (72/2) + 34,88 \\ &= 116,12 \text{ m} \end{aligned}$$

Syarat, $T_s < \text{Kaki terpendek}$, $116,18 \text{ m} < 119,3 \text{ m}$, maka Aman!

$$\begin{aligned} E_s &= \frac{R_c + p}{\cos \frac{\Delta}{2}} - R_c \\ &= \frac{110 + 1,90}{\cos \frac{72}{2}} - 110 \\ &= 28,32 \text{ m} \end{aligned}$$



Gambar 5.19 Lengkung horisontal SCS tikungan A trase perbaikan

2) Tikungan B

$$\Delta_B = 45^\circ$$

$$R = 110 \text{ m}$$

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

$$e = 10 \%$$

Perhitungan Komponen Tikungan B

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

$$= \frac{90 \cdot 70}{\pi \cdot 110}$$

$$= 18,23^\circ$$

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

$$= 45 - 2 \cdot 18,23$$

$$= 8,54^\circ$$

$$L_c = \frac{\Delta_c}{360} \cdot 2\pi \cdot R_c$$

$$= \frac{8,54}{360} \cdot 2\pi \cdot 110$$

$$= 16,39 \text{ m}$$

$$L_{\text{total}} = L_c + 2 \cdot L_s$$

$$= 16,39 + 2 \cdot 70$$

$$= 156,39 \text{ m}$$

Karena $L_c < 25$ m, maka tidak dapat direncanakan dengan jenis tikungan *Spiral – Circle – Spiral* (SCS), dengan pertimbangan jari – jari yang kecil juga tidak dapat digunakan jenis tikungan *Full Circle* (FC) karena $FC = RC > 1500$ m. Sehingga tikungan A direncanakan dengan jenis tikungan *Spiral – Spiral* (SS).

$$\Delta_B = 45^\circ$$

$$R = 110 \text{ m}$$

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

$$e = 10 \%$$

Perhitungan Komponen Tikungan B

$$\begin{aligned} \theta_s &= \frac{1}{2} \times \Delta \\ &= \frac{1}{2} \times 45^\circ \\ &= 22,5^\circ \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} L_s &= \frac{\theta_s \cdot \pi \cdot R_c}{90} \\ &= \frac{22,5 \cdot \pi \cdot 110}{90} \\ &= 70 \text{ m} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} X_c &= L_s \cdot \left(1 - \frac{L_s^2}{40 \cdot R_c^2} \right) \\ &= 70 \cdot \left(1 - \frac{75^2}{40 \cdot 160^2} \right) \\ &= 85,02 \text{ m} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} Y_s &= \frac{L_s^2}{6 \cdot R_c} \\ &= \frac{70^2}{6 \cdot 110} \\ &= 11,29 \text{ m} \end{aligned}$$

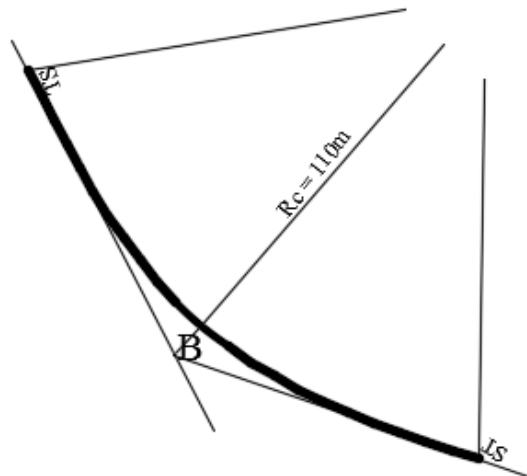
$$\begin{aligned} P &= Y_s - R_c \cdot (1 - \cos \theta_s) \\ &= 11,29 - 110 \cdot (1 - \cos 22,5) \\ &= 2,93 \text{ m} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 k &= Ls - \frac{Ls^3}{40 \cdot Rc^2} - Rc \cdot \sin \theta_s \\
 &= 70 - \frac{70^3}{40 \cdot 110^2} - 110 \cdot \sin 22,5 \\
 &= 42,93 \text{ m}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 Ts &= (Rc + p) \cdot \tan (\Delta/2) + k \\
 &= (110 + 42,92) \cdot \tan (45/2) + 42,92 \\
 &= 89,69 \text{ m}
 \end{aligned}$$

Syarat, $Ts < \text{Kaki terpendek}$, $89,69 \text{ m} < 91,7 \text{ m}$, maka Aman!

$$\begin{aligned}
 Es &= \frac{Rc + p}{\cos \frac{\Delta}{2}} - Rc \\
 &= \frac{110 + 2,92}{\cos \frac{45}{2}} - 110 \\
 &= 29,58 \text{ m}
 \end{aligned}$$



Gambar 5.20 Lengkung horisontal SS tikungan B trase perbaikan

Rekapitulasi perhitungan alinyemen horisontal trase perbaikan dapat dilihat pada Tabel 5.24.

Tabel 5.24 Rekapitulasi perhitungan alinyemen horisontal trase perbaikan

Data	Tikungan	
	A	B
Tipe Tikungan	S – C – S	S - S
Δ (°)	72	45
Rc (m)	110	110
Ls (m)	70	70
θ_s (°)	18,23	22,5
Δc (°)	35,54	-
Xc (m)	62,29	85,02
Yc (m)	7,43	11,29
p (m)	1,90	2,92
k (m)	34,88	42,93
Lc (m)	68,23	-
Ts (m)	116,18	89,69
Es (m)	6,02	29,58

2. Perhitungan Stasiun Titik Penting

Tikungan A

$$\text{Sta Awal} = 28 + 400$$

$$\text{Sta TS} = (28 + 400) + (119,3 - 116,18)$$

$$= 28 + 403,12$$

$$\text{Sta SC} = (28 + 403,12) + 70$$

$$= 28 + 473,12$$

$$\text{Sta CS} = (473,119) + 68,23$$

$$= 28 + 500,35$$

$$\text{Sta ST} = (28 + 500,35) + 70$$

$$= 28 + 570,35$$

Rekapitulasi perhitungan stasiun titik penting trase perbaikan dapat dilihat pada Tabel 5.25.

Tabel 5.25 Rekapitulasi Perhitungan Stasiun Titik Penting Trase Perbaikan

Data	Tikungan	
	A	B
Jenis Tikungan	S - S	S - C - S
TS (m)	116,18	89,69
Ls (m)	70	70
Lc (m)	68,23	-
Jarak Antar Tikungan (m)	-	30,40
Sta Awal	28 + 400	-
Sta TS	28 + 403,12	28 + 599,95
Sta SC	28 + 473,12	28 + 668,30
Sta CS	28 + 500,35	28 + 688,30
Sta ST	28 + 570,35	28 + 693,00
Sta Akhir	-	28 + 720

3. Perhitungan Jarak Pandang Henti

Perbaikan geometri jalan direncanakan memiliki kecepatan rencana sebesar 60 km/jam. Maka jarak pandang henti juga harus sesuai dengan kecepatan rencana yang perhitungannya adalah sebagai berikut :

$$\begin{aligned} V &= 60 \text{ km/jam} \\ t &= 2,5 \text{ detik (ketetapan Bina Marga)} \\ g &= 9,81 \text{ m/detik}^2 \\ f &= 0,3 - 0,4 \text{ (ketetapan Bina Marga)} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{JPH} &= \left(\frac{V}{3,6} \times t \right) + \left(\frac{(V/3,6)^2}{2 \cdot g \cdot f} \right) \\ &= \left(\frac{60}{3,6} \times 2,5 \right) + \left(\frac{(60/3,6)^2}{2 \cdot 9,81 \cdot 0,30} \right) \\ &= 88,86 \text{ m} \end{aligned}$$

Menurut SNI (2004) jarak pandang henti minimum untuk kecepatan rencana 60 km/jam adalah 85 m (Tabel 3.4).

4. Perhitungan Jarak Pandang Mendahului

Perbaikan geometri jalan direncanakan memiliki kecepatan rencana sebesar 60 km/jam. Maka jarak pandang mendahului juga harus sesuai dengan kecepatan rencana yang perhitungannya adalah sebagai berikut :

$$\begin{aligned} V &= 70 \text{ km/jam} \\ m &= 15 \text{ km/jam (ketetapan Bina Marga)} \\ a &= 2,052 + 0,0036 \cdot V \\ &= 2,052 + 0,0036 \cdot 60 \\ &= 2,268 \text{ km/jam} \\ t_1 &= 2,12 + (0,026 \cdot V) \\ &= 2,12 + (0,026 \cdot 60) \\ &= 3,68 \text{ detik} \\ t_2 &= 6,56 + (0,048 \cdot V) \\ &= 6,56 + (0,048 \cdot 60) \end{aligned}$$

$$= 9,44 \text{ detik}$$

$$JPM = d_1 + d_2 + d_3 + d_4$$

$$\begin{aligned} d_1 &= 0,278 \cdot t_1 \cdot \left(V - m + \frac{a \cdot t_1}{2} \right) \\ &= 0,278 \cdot 3,68 \cdot \left(60 - 15 + \frac{2,26 \cdot 3,68}{2} \right) \\ &= 50,30 \text{ m} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} d_2 &= 0,278 \cdot v \cdot t_2 \\ &= 0,278 \cdot 70 \cdot 9,44 \\ &= 157,46 \text{ m} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} d_3 &= \text{Jarak bebas (30 m sampai 100 m)} \\ &= 50 \text{ m} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} d_4 &= \frac{2}{3} \cdot d_2 \\ &= \frac{2}{3} \cdot 157,43 \\ &= 128,70 \text{ m} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} JPM &= 40,40 + 193,04 + 50 + 128,70 \\ &= 362,74 \text{ m} \end{aligned}$$

Menurut SNI (2004) jarak pandang mendahului minimum untuk kecepatan rencana 60km/jam adalah 350 m

5. Perhitungan Daerah Bebas Samping

Perubahan geometri pada alinyemen horisontal memberikan dampak pada kebutuhan daerah bebas samping. Berikut adalah perhitungan analisis daerah bebas samping untuk trase perbaikan pada tikungan A :

Diketahui :

$$JPH = 88,86 \text{ m}$$

$$L_{tot} = 2 \cdot L_s$$

$$= 2 \cdot 70$$

$$= 140 \text{ m}$$

$JPH < L_{tot}$, maka menggunakan Persamaan 3.9.

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

$$= 110. \left(1 - \cos \frac{90^\circ \cdot 88,85}{\pi \cdot 110} \right)$$

$$= 8,85 \text{ m}$$

Untuk rekapitulasi daerah bebas samping trase perbaikan dapat dilihat pada pada Tabel 5.26.

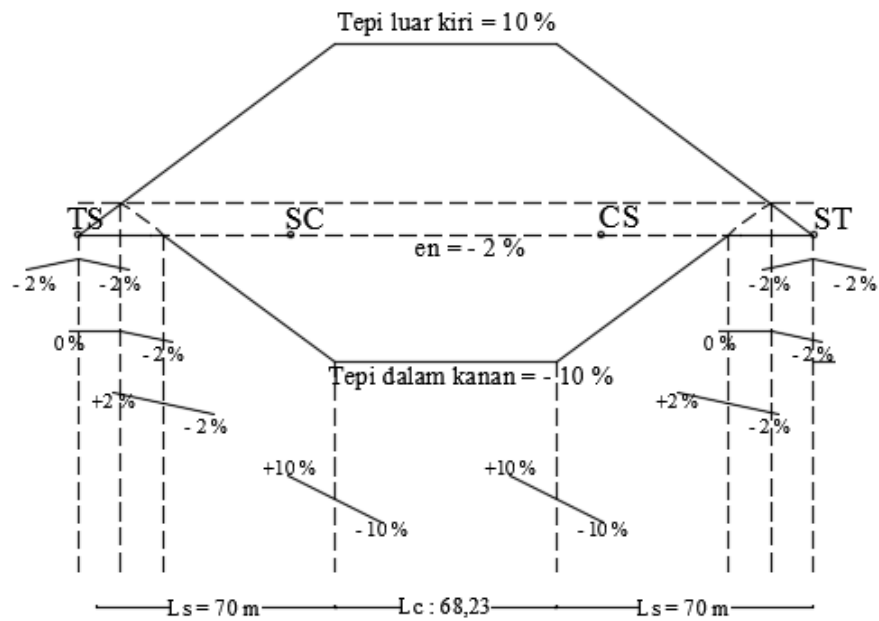
Tabel 5.26 Rekapitulasi daerah bebas samping trase perbaikan

Data	Tikungan	
	A	B
Rc (m)	110	110
Lc (m)	68,23	-
Ls (m)	70	70
JPH (m)	88,86	
L Total (m)	208,23	156,39
JPH >> Ltot	JPH < Ltot	JPH < Ltot
E (m)	8,85	8,85

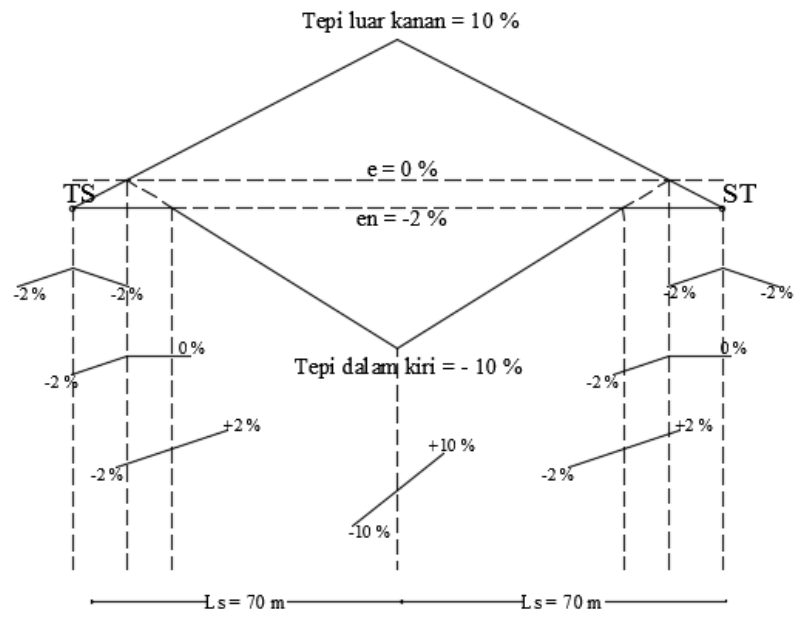
6. Perhitungan Superelevasi

Perbaikan geometri jalan mengubah desain tikungan yang ditinjau sehingga merubah kebutuhan kemiringan jalan sesuai dengan jari – jari tikungan. Kemiringan pada tikungan A dan B trase baru dengan jari – jari

sebesar 110 m adalah 10 %. Desain superelevasi trase perbaikan dapat dilihat pada Gambar 5.19 untuk tikungan A dan Gambar 5.20 untuk tikungan B.



Gambar 5.21 Superelevasi tikungan A trase perbaikan



Gambar 5.22 Superelevasi tikungan B trase perbaikan

7. Perhitungan Alinyemen Vertikal

Direncanakan lengkung vertikal perbaikan memiliki kecepatan rencana 60 km/jam. Tabel 5.27 berikut adalah rekapitulasi elevasi dan stasiun trase perbaikan :

Tabel 5.27 Rekapitulasi elevasi dan stasiun trase perbaikan

No	Titik	Elevasi rencana	Stasiun
1	A	124,97	0
2	PPV 1	128,02	120
3	PPV 2	128,32	170
4	PPV 3	130,76	260
5	E	134,77	320

Dari data elevasi dan stasiun jalan dapat dihitung kelandaian jalan sepanjang trase perbaikan. Berikut adalah perhitungan detail lengkung vertikal PPV 1 :

$$\begin{aligned}
 g1 &= \frac{\text{Elv. PPV1} - \text{Elv. Titik A}}{\text{Sta. PPV1} - \text{Sta. Titik A}} \times 100 \% \\
 &= \frac{128,02 - 124,97}{120 - 0} \times 100 \% \\
 &= 2,54 \%
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 g2 &= \frac{\text{Elv. PPV2} - \text{Elv. PPV1}}{\text{Sta. PPV2} - \text{Sta. PPV1}} \times 100 \% \\
 &= \frac{128,32 - 128,02}{170 - 120} \times 100 \% \\
 &= 0,61 \%
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \Delta &= g2 - g1 \\
 &= |0,61 - 2,54| \\
 &= 1,93 \%
 \end{aligned}$$

$$\text{JPH} = 88,86 \text{ m}$$

$$\text{JPM} = 362,74 \text{ m}$$

Perhitungan Lv

- a. Berdasarkan JPH

$$JPH < Lv$$

$$\begin{aligned} Lv &= \frac{\Delta \times JPH^2}{398} \\ &= \frac{1,651 \times 88,86^2}{398} \\ &= 32,77 \text{ m} \end{aligned}$$

$$JPH > Lv$$

$$\begin{aligned} Lv &= 2 \cdot JPH - \frac{398}{\Delta} \\ &= 2 \cdot 88,86 - \frac{398}{1,651} \\ &= -63,25 \text{ m} \end{aligned}$$

- b. Berdasarkan JPM

$$JPH < Lv$$

$$\begin{aligned} Lv &= \frac{\Delta \times JPM^2}{840} \\ &= \frac{1,65 \times 362,74^2}{840} \\ &= 258,72 \text{ m} \end{aligned}$$

$$JPH > Lv$$

$$\begin{aligned} Lv &= 2 \cdot JPM - \frac{840}{\Delta} \\ &= 2 \cdot 362,74 - \frac{840}{1,61} \\ &= 216,89 \text{ m} \end{aligned}$$

- c. Berdasarkan syarat kenyamanan

$$\begin{aligned} Lv &= \frac{\Delta \times V^2}{390} \\ &= \frac{1,65 \times 60^2}{390} \\ &= 15,25 \text{ m} \end{aligned}$$

d. Berdasarkan syarat kenyamanan mengemudi

(3s perjalanan)

$$\begin{aligned}Lv &= \frac{V \times 3}{3,6} \\ &= \frac{60 \times 3}{3,6} \\ &= 50 \text{ m}\end{aligned}$$

Untuk hasil perhitungan lengkung vertikal PPV selanjutnya dapat dilihat pada Tabel 5.28.

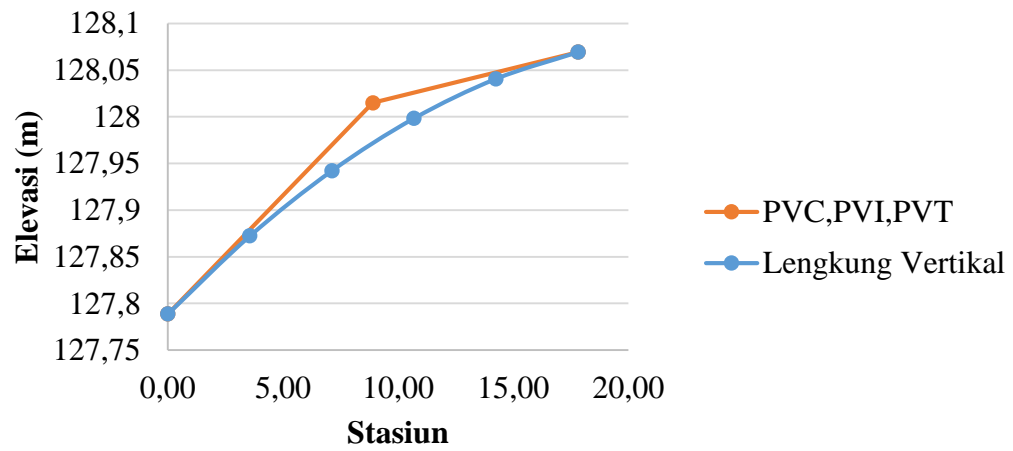
Tabel 5.28 Rekapitulasi perhitungan lengkung vertikal (lv) trase perbaikan

PPV	JPH		JPM		Syarat Kenyamanan	Syarat Kenyamanan Pengemudi	Syarat 1/2 Lv < 1/2 Kaki Terpendek	Kaki	
	JPH < Lv	JPH > Lv	JPM < Lv	JPM > Lv				a	b
PPV1	38,29	-28,49	302,32	290,24	17,81	50,00	25,01	119,3	206,7
PPV2	41,64	-11,91	328,77	325,26	19,37	50,00	25,01	206,7	91,7
PPV3	78,95	77,71	623,35	514,39	36,73	50,00	45,08	91,7	0

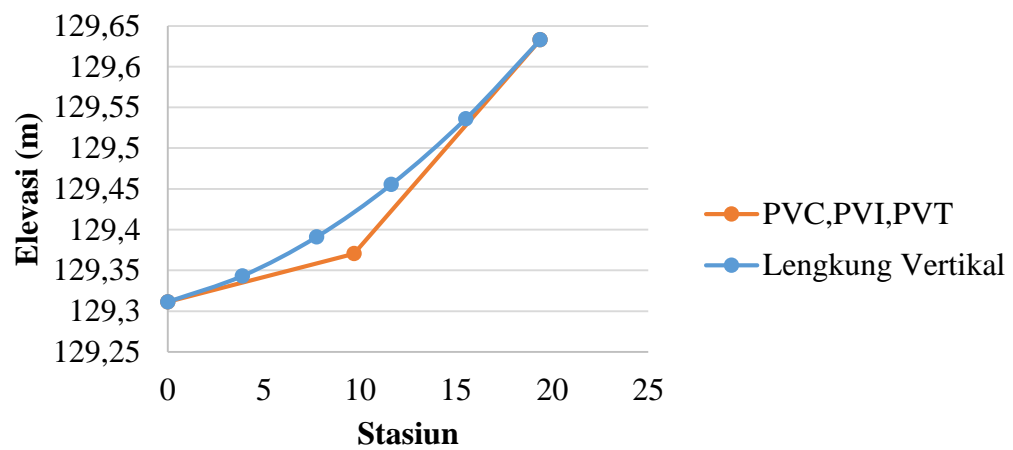
Perhitungan stasiun titik penting pada PPV 1 adalah sebagai berikut :

$$\begin{aligned}
 \text{Sta PVI} &= \text{Sta A} + \text{Lengan a} \\
 &= 0 + 119,96 \\
 &= 119,96 \text{ m} \\
 \text{El PVI} &= \text{El A} + (\text{Lengan a. g1}) \\
 &= 124,968 + (119,96 \cdot 2,54 \%) \\
 &= 128,02 \text{ m} \\
 \text{Sta PVC} &= \text{Sta PVI} - \frac{1}{2} \text{Lv} \\
 &= 119,96 - \frac{1}{2} \times 17,82 \\
 &= 111,06 \text{ m} \\
 \text{El PVC} &= \text{El PVI} - \frac{1}{2} \text{Lv. g1} \\
 &= 128,02 - \frac{1}{2} \times 17,82 \times 2,540 \% \\
 &= 127,79 \text{ m} \\
 \text{Sta PVT} &= \text{Sta PVI} + \frac{1}{2} \text{Lv} \\
 &= 119,96 + \frac{1}{2} \times 17,82 \\
 &= 128,87 \text{ m} \\
 \text{El PVT} &= \text{El PVI} + \frac{1}{2} \text{Lv. g2} \\
 &= 128,02 + \frac{1}{2} \times 17,82 \times 0,61 \% \\
 &= 128,07 \text{ m}
 \end{aligned}$$

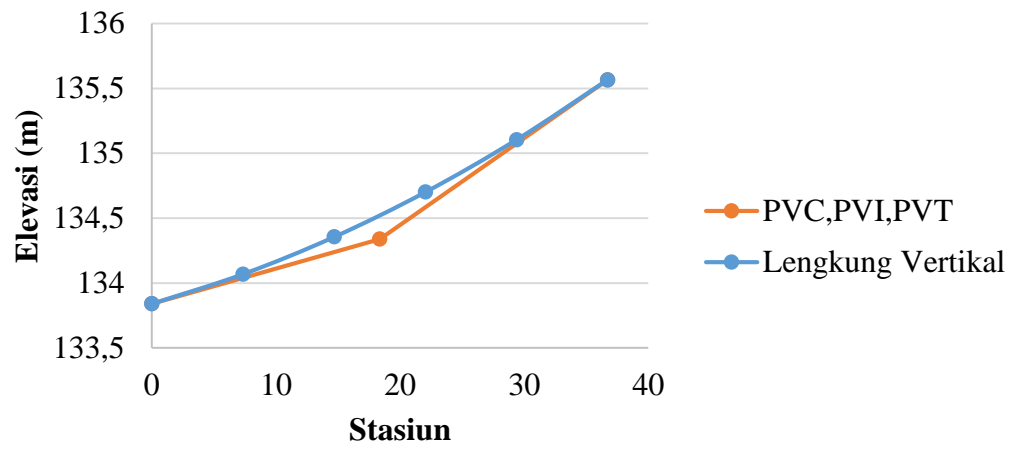
Grafik alinyemen vertikal trase perbaikan dapat dilihat pada Gambar 5.23 sampai Gambar 5.25.



Gambar 5.23 Grafik alinyemen vertikal PPV 1 trase perbaikan



Gambar 5.24 Grafik alinyemen vertikal PPV 2 trase perbaikan



Gambar 5.25 Grafik alinyemen vertikal PPV 3 trase perbaikan

Untuk hasil perhitungan stasiun dan elevasi titik penting PPV trase perbaikan selanjutnya dapat dilihat pada Tabel 5.29.

Tabel 5.29 Rekapitulasi perhitungan stasiun titik penting alinyemen vertikal trase perbaikan

	Station	Elevasi	Jarak	el PVI	Sta PVI	el PVC	Sta PVC	el PVT	Sta PVT	X	Elv Lengkung
Sta A	0,00	124,97									
Sta PV1	120,00	128,02	119,96	128,02	119,96	127,79	111,06	128,07	128,87	0,16	119,96
Sta PV2	170,00	128,32	50,02	129,37	170,02	129,31	160,33	129,63	179,70	0,65	169,98
Sta PV3	260,00	130,76	90,17	134,34	260,17	133,84	241,80	135,57	278,53	0,84	260,07
Sta E	320,00	134,772	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Detail titik – titik vertikal dibagi menjadi 3 pias dengan perhitungan sebagai berikut :

Elevasi dan Stasiun Tertinggi (M)

$$\begin{aligned} X \text{ (m)} &= \frac{g1 \times Lv}{\Delta} \\ &= \frac{2,54 \times 17,82}{1,93} \\ &= 23,45 \text{ m} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Elevasi M} &= \text{El.PVC} + g1 \cdot X_m - \frac{\Delta}{2 \cdot Lv} \cdot X_m^2 \\ &= 127,35 + 2,54 \cdot 23,45 - \frac{1,5}{2 \cdot 17,25} \cdot 23,45^2 \\ &= 128,07 \text{ m} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Stasiun M} &= \text{Stasiun PVC} + X_m \\ &= 111,06 + 23,45 \\ &= 134,87 \text{ m} \end{aligned}$$

Elevasi dan Stasiun Pias 1

$$\begin{aligned} X_1 &= \frac{LV}{5} \\ &= \frac{17,246}{5} \\ &= 3,56 \text{ m} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Elevasi Pias 1} &= \text{Elv.PVC} + g1 \cdot X_1 - \frac{\Delta}{2 \cdot Lv} \cdot X_1^2 \\ &= 127,79 + 2,54 \cdot 3,56 - \frac{1,65}{2 \cdot 15,25} \cdot 3,56^2 \\ &= 127,87 \text{ m} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Stasiun Pias 1} &= \text{Stasiun PVC} + X_1 \\ &= 111,06 + 3,56 \\ &= 114,62 \text{ m} \end{aligned}$$

Perhitungan detail titik – titik vertikal trase perbaikan selanjutnya dapat dilihat pada rekapitulasi perhitungan detail titik – titik vertikal Tabel 5.30

Tabel 5.30 Rekapitulasi perhitungan detail titik – titik vertikal trase perbaikan

PPV	Titik	X (m)	Elevasi	Stasiun
PPV 1	PVC	0	127,7888	111,06
	1	3,56	127,87	114,62
	2	7,13	127,94	118,18
	3	10,69	128,00	121,75
	4	14,25	128,04	125,31
	PVT	17,82	128,07	128,87
PPV 2	PVC	0,00	129,31	160,33
	1	3,87	129,34	164,21
	2	7,75	129,39	168,08
	3	11,62	129,46	171,95
	4	15,50	129,54	175,83
	5	19,37	129,63	179,70
PPV 3	PVC	0,00	133,84	241,80
	1	7,35	134,07	249,15
	2	14,69	134,36	256,49
	3	22,04	134,70	263,84
	4	29,39	135,10	271,19
	PVT	36,73	135,57	278,53

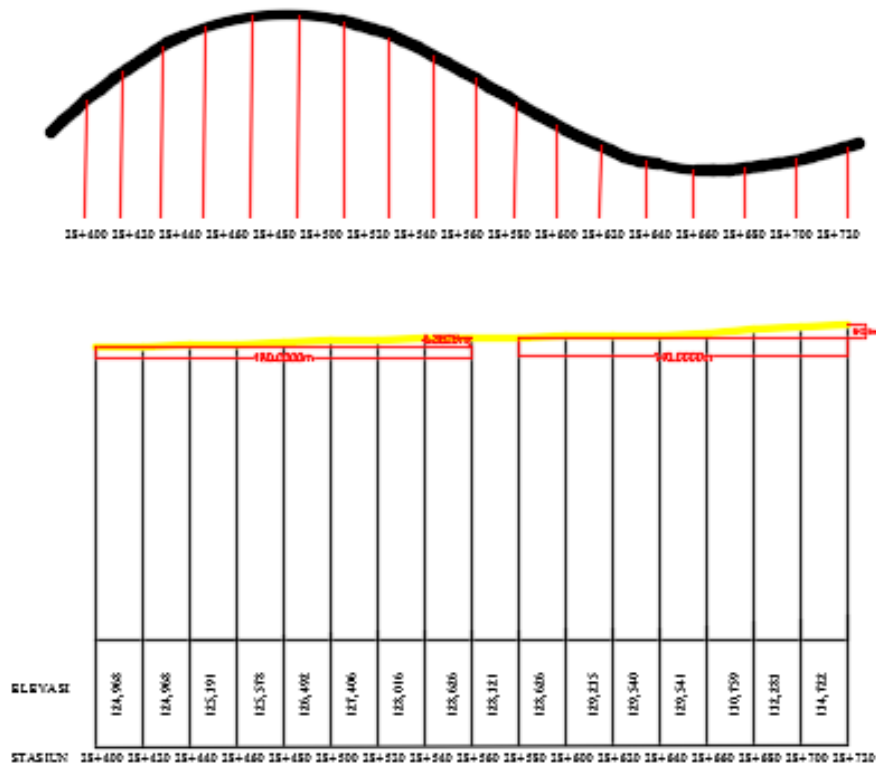
8. Koordinasi Alinyemen Horisontal dan Alinyemen Vertikal

Kombinasi alinyemen horisontal dan alinyemen vertikal trase perbaikan menunjukkan bahwa semua tikungan memiliki kombinasi alinyemen yang ideal dikarenakan pada saat lengkung horizontal tidak terdapat tanjakan di lengkung vertikal lalu satu lengkung horizontal hanya memiliki satu lengkung vertikal. Berikut ini adalah tabel koordinasi alinyemen horisontal dan alinyemen vertikal sedangkan untuk gambar stasiun PVC dan PVT bias di lihat di lampiran 12

Tabel 5.31 Kombinasi alinyemen horizontal dan alinyemen vertikal

Alinyemen Horisontal		Alinyemen Vertikal	
Sta TS	Sta ST	Sta PVC	Sta PVT
28+440	28+560	28+511	28+528
		28+563	28+579
28+580	28+720	28+649	28+678

maka koordinasi alinyemen vertikal dan alinyemen horizontal tersebut ideal karena dalam satu lengkung horizontal terdapat satu lengkung vertikal. Koordinasi tersebut dapat dilihat pada Gambar 5.24



Gambar 5.26 Koordinasi Alinyemen horizontal dan alinyemen vertikal

BAB VI

SIMPULAN DAN SARAN

6.1 SIMPULAN

Dari hasil analisis dan pembahasan pada bab sebelumnya, disimpulkan untuk kondisi ruas jalan Solo – Wonogiri km 28,4 – 28,7 adalah sebagai berikut:

1. Kecepatan rata – rata keseluruhan pada ruas jalan Solo – Wonogiri km 28,4 – 28,7 sebesar 62,42, km/jam sudah sesuai Peraturan Menteri Pekerjaan Umum No. 19 tahun 2011 untuk jalan raya bermedan datar yaitu sebesar 60 km/jam – 120 km/jam. Lebar lajur dan lebar bahu jalan masih ada beberapa titik yang belum memenuhi standar kelayakan lebar lajur dan lebar bahu jalan sebagai jalan Kolektor kelas III. Jarak pandang henti yang tersedia di lapangan untuk tikungan A, tikungan B, dan tikungan C semuanya belum memenuhi karena jarak pandang henti yang tersedia di lapangan kurang dari jarak pandang henti menurut kecepatan di lapangan lapangan. Lengkung horizontal disimpulkan R_c dari semua tikungan tidak memenuhi untuk kecepatan rencana 62,4 km/jam. Jarak antar tikungan untuk Tikungan A dan Tikungan B tidak ada sedangkan untuk Tikungan B dan Tikungan C sebesar 14,0851 m. Menurut Badan Standardisasi Nasional untuk jarak antar tikungan balik arah minimal adalah 30 m dan tikungan searah 20 m. Superelevasi yang tersedia di lapangan didapatkan tikungan A, B, dan C memiliki kemiringan superelevasi lebih kecil dari dari kemiringan seharusnya. Keadaan tersebut dapat menyebabkan kendaraan yang melintas terdorong keluar lengkung. Alinyemen vertikal pada ruas jalan Solo – Wonogiri km 28,4 – 28,7 didapatkan sebanyak tiga kelandaian, dimana semua lengkung vertikal yang ada di lapangan tidak memenuhi standar kebutuhan lengkung vertikal seharusnya menurut kecepatan lapangan.

2. Perbaikan trase direncanakan memiliki kecepatan rencana 60 km/jam. Untuk jari – jari minimum direncanakan untuk kecepatan 60 km/jam adalah 110 m. Perbaikan trase didapatkan dua tikungan dimana tikungan A berjenis *Spiral – Circle – Spiral* dengan $R_c = 110$ m dan tikungan B berjenis *Spiral – Spiral* dengan $R_c = 110$ m dan $L_s = 70$ m. Desain perbaikan trase ini memberikan kenyamanan lebih pada pengendara dengan jari – jari yang lebih besar dari trase *existing* dengan jarak antar tikungan balik arah sudah memenuhi standar. Untuk superelevasi kedua tikungan memiliki kemiringan yang sama yaitu 10 %. Alinyemen vertikal direncanakan dengan dua lengkung vertikal dan didesain dengan lengkung vertikal yang memenuhi ketentuan BSN (2004) untuk kecepatan 60 km/jam sebesar 110 m.

6.2 SARAN

Dengan memperhatikan hasil analisis dan pembahasan pada bab sebelumnya, maka saran dari penelitian ini adalah sebagai berikut.

1. Perlu perbaikan geometri jalan pada ruas jalan Solo – Wonogiri km 28,4 – 28,7 sesuai dengan alternatif desain yang telah di rencanakan
2. Pemasangan rambu lalu lintas batas maksimal kecepatan 60 km/jam.
3. Apabila geometri tetap dipertahankan maka untuk solusinya adalah menurunkan kecepatan rencana menjadi 55 km/jam, dan memasang rambu kecepatan dan dilarang mendahului sebelum masuk tikungan untuk memberi informasi kepada pengemudi bahwa ketika melewati tikungan kecepatan yang di anjurkan adalah 40 km/jam dan dilarang mendahului ketika melewati tikungan tersebut

DAFTAR PUSTAKA

- Badan Standarisasi Nasional, 2004, *Geometrik Jalan Perkotaan*, Badan Standarisasi Nasional, Jakarta.
- Dirgantara, A. M. P. P., 2014, *Evaluasi dan Perbaikan Geometri Jalan pada Ruas Jalan Magelang – Yogyakarta km 12,9 – km 13,3*, Tugas Akhir (Tidak Diterbitkan), Yogyakarta.
- Direktorat Jenderal Bina Marga, 1997, *Tata Cara Perencanaan Geometrik Jalan Antar Kota*, Departemen Pekerjaan Umum Direktorat Jenderal Bina Marga, Jakarta.
- Google Maps., 2016, “Jalan Magelang - Yogyakarta” (<https://www.google.co.id/maps/@-7.6293947,110.3202559,17.5z?hl=id> diakses Mei 2016)
- Hendarsin, S. L., 2000, *Perencanaan Teknik Jalan Raya*, Politeknik Negeri Bandung, Bandung.
- Kementerian Pekerjaan Umum, 2011, *Peraturan Menteri Pekerjaan Umum No. 19 Tahun 2011*, Kementerian Pekerjaan Umum, Jakarta.
- Khisty, C. J., 2005, *Dasar - dasar Rekayasa Transportasi (Jilid 1)*, Erlangga, Jakarta.
- Program Studi Teknik Sipil, 2015, *Pedoman Tugas Akhir*, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesia, Yogyakarta.
- Sivlia, Sukirman., 1999, *Dasar Dasar Perencanaan Geometri Jalan*, Nova, Bandung.
- Wasta, Androsario. S., 2014, *Analisis Kelayakan Geometri Jalan Pada Ruas Jalan Ring Road Selatan Yogyakarta Km 36,7 – 37,4*, Tugas Akhir (Tidak Diterbitkan), Universitas Islam Indonesia, Yogyakarta.
- Zulfikar, Yoga. A., 2015, *Evaluasi Geometri Jalan pada Ruas Jalan Wates – Yogyakarta km 2,4 – km 3,9*, Tugas Akhir (Tidak Diterbitkan), Yogyakarta

Lampiran 1 Formulir Pengukuran Lalu Lintas

Hari Jumat (Arah Normal)

JAM	MC	MP	TR	BUS SEDANG	TRUK SEDANG	BUS BESAR	TRUK BESAR
06.00-07.00	540	301	9	12	10	4	6
07.00-08.00	617	350	16	13	16	12	4
08.00-09.00	623	304	18	27	27	7	9
09.00-10.00	649	265	40	20	32	18	11
10.00-11.00	675	262	31	21	34	23	8
11.00-12.00	673	254	42	24	21	17	12
12.00-13.00	799	374	28	22	20	27	21
13.00-14.00	691	273	40	17	18	21	8
14.00-15.00	549	241	42	19	16	24	12
15.00-16.00	592	284	19	13	32	13	15
16.00-17.00	533	391	18	13	11	19	7
17.00-18.00	415	305	10	9	10	15	5
18.00-19.00	400	210	14	7	15	10	6
19.00-20.00	367	191	8	1	11	8	8
20.00-21.00	339	167	7		7	6	4
21.00-22.00	288	101	4	1	15	5	6
22.00-23.00	234	71	6		12	3	2
23.00-24.00	166	91	4		9		1
24.00-01.00	103	56	3		13	2	
01.00-02.00	87	48	2		6		
02.00-03.00	56	37	4		3		3
03.00-04.00	194	68	7	5	9	4	
04.00-05.00	347	171	10	4	7	7	
05.00-06.00	408	203	13	8	18	12	1
JUMLAH	10345	5018	395	236	372	257	14
TOTAL	16806						

Hari Jumat (Arah Opposite)

JAM	MC	MP	TR	BUS SEDANG	TRUK SEDANG	BUS BESAR	TRUK BESAR	TRAILER/GANDENG	UM
06.00-07.00	450	201	8		9	12	5	1	2
07.00-08.00	379	229	13		15	21	4		1
08.00-09.00	438	222	16		19	31	6		1
09.00-10.00	389	176	26	2	26	27	7	2	
10.00-11.00	376	169	24		22	41	4	1	
11.00-12.00	337	151	29		21	51	7	2	1
12.00-13.00	419	267	23		12	43	13	2	
13.00-14.00	423	270	30		11	28	6		
14.00-15.00	416	150	42		16	23	11		
15.00-16.00	424	188	21		14	19	9		
16.00-17.00	436	235	17	1	7	13	4		
17.00-18.00	313	301	9		9	9	2		1
18.00-19.00	200	203	13		13	11	3		
19.00-20.00	238	198	5		11	14	1		
20.00-21.00	196	178	4		5	11	4		
21.00-22.00	164	103	7		12	9	3		
22.00-23.00	132	53	8		12	8	1	1	
23.00-24.00	96	72	2		6	7	1		
24.00-01.00	87	34	1		9	1			
01.00-02.00	61	28	2		7	3		1	
02.00-03.00	46	31	4		3	1			
03.00-04.00	188	49	2		7	8	2		
04.00-05.00	190	81	4		8	13		1	2
05.00-06.00	207	105	9		14	11	1		1
JUMLAH	6605	3694	319	3	288	415	94	11	9
TOTAL	11438								smp/hari

Hari Senin Arah Normal

JAM	MC	MP	TR	BUS SEDANG	TRUK SEDANG	BUS BESAR	TRUK BESAR	TRAILER/GANDENG	UM
06.00-07.00	498	271	7		8	7	4	2	3
07.00-08.00	476	254	5		11	13	3	1	
08.00-09.00	453	213	6		18	12	7	3	1
09.00-10.00	369	216	7		19	20	5	4	
10.00-11.00	351	199	16		21	27	6		
11.00-12.00	332	178	20		11	29	3	3	
12.00-13.00	387	160	17		14	27	11		
13.00-14.00	346	184	11		10	25	5	1	
14.00-15.00	355	145	21		6	26	8	3	
15.00-16.00	317	155	17	2	7	19	10	5	
16.00-17.00	291	190	14		4	17	3	2	
17.00-18.00	310	203	18		11	11	1		
18.00-19.00	265	193	9		7	12	4		
19.00-20.00	258	142	6		6	9	3		
20.00-21.00	194	116	4		11	7	4	1	
21.00-22.00	183	111	7		9	5	2	3	
22.00-23.00	157	96	5		17	3	1		
23.00-24.00	96	83	8		11		2		
24.00-01.00	85	47	5		7	3		1	
01.00-02.00	79	38	1		6				
02.00-03.00	54	59	4		3				
03.00-04.00	107	90	3		8	5	3		
04.00-05.00	132	131	9		9	6		1	
05.00-06.00	145	201	12		13	11	1	3	
JUMLAH	6240	3675	232	2	247	294	86	33	2
TOTAL	10811								smp/hari

Hari Senin Arah Opposite

JAM	MC	MP	TR	BUS SEDANG	TRUK SEDANG	BUS BESAR	TRUK BESAR	TRUK BESAR
06.00-07.00	691	344	5		5	10	5	
07.00-08.00	642	327	4		12	11	3	
08.00-09.00	561	309	11	2	17	14	2	
09.00-10.00	477	291	14		13	19	7	
10.00-11.00	429	278	13		19	21	4	
11.00-12.00	365	264	10		20	17	5	
12.00-13.00	300	311	7		24	20	8	
13.00-14.00	349	290	16	1	19	23	6	
14.00-15.00	338	239	19		23	19	5	
15.00-16.00	290	271	20		29	16	9	
16.00-17.00	243	283	16		21	14	3	
17.00-18.00	214	270	15		13	10	2	
18.00-19.00	251	236	10		10	7		
19.00-20.00	203	170	8		8	6		
20.00-21.00	194	158	7		9	4		
21.00-22.00	136	144	9		10	5	2	
22.00-23.00	180	95	5		14	3		
23.00-24.00	138	89	7		16	3		
24.00-01.00	111	54	4		12			
01.00-02.00	98	41	3		9		3	
02.00-03.00	61	32	2		10			
03.00-04.00	118	59	5		7			
04.00-05.00	195	149	4		4		1	
05.00-06.00	380	211	11		6	2		
JUMLAH	6964	4915	225	3	330	224	65	
TOTAL	12763							

Titik alat	147.5								
Ti	1								
Lokasi	Jalan Solo - Wonogiri Km 28,4 - 28,7								
Titik Bidik	Ba	Bt	Horisontal			Vertikal			Keterangan
			Derajat	Menit	Detik	Derajat	Menit	Detik	
1	100	70.5	262	48	28	91	55	32	Patok 28.
2	100	70.8	264	30	16	91	50	55	JL
3	160	130	273	4	28	91	13	3	II
4	160	130.6	273	58	49	91	13	23	BJ
5	180	158.1	262	46	1	91	8	51	JL
6	180	158.1	261	9	50	91	13	28	BJ
7	170	148.2	274	59	51	91	5	7	JL
8	100	78.1	276	20	36	92	1	1	BJ
9	290	276	259	26	45	88	51	27	JL

10	290	275.9	255	28	25	88	56	58	BJ
11	190	176.5	276	35	28	90	17	3	JL
12	190	176.5	279	28	35	90	21	58	BJ
13	180	172.9	239	15	14	90	21	22	JL
14	170	162.4	235	17	8	90	47	43	BJ
15	150	144.6	275	23	28	90	43	51	JL
16	160	154.6	286	23	37	90	55	40	BJ
17	100	94.6	168	17	4	92	53	49	JL
18	80	73.5	171	14	1	93	5	19	BJ
19	100	97.7	119	10	44	94	15	12	JL
20	100	97.7	100	0	9	94	28	41	BJ
21	70	59.9	108	33	46	90	29	54	JL
22	70	59.9	104	8	33	90	29	46	BJ
23	100	88.9	131	0	21	90	30	9	JL
24	100	88.5	133	10	40	90	20	10	BJ
25	100	82.2	108	17	52	88	38	17	JL
26	100	82.1	106	19	20	88	34	40	BJ
27	180	161	132	18	11	88	22	55	JL
28	100	82	125	49	19	88	58	55	Patok 28.
29	100	74.9	111	15	14	88	4	37	JI
30	100	74.9	108	55	59	88	11	57	BJ
31	180	155.9	123	22	34	87	58	54	JI
32	180	156	125	30	50	88	0	49	BJ
33	100	68	115	54	9	87	44	33	JI
34	100	68	114	36	6	87	49	6	BJ
35	160	130.1	125	15	3	87	51	21	JI
36	90	63.2	102	51	35	88	31	15	Titik 2

Titik alat	152.9								
Ti	2								
Lokasi	Jalan Solo - Wonogiri Km 28,4 - 28,7								
Titik Bidik	Ba	Bt	Horisontal			Vertikal			Keter
			Derajat	Menit	Detik	Derajat	Menit	Detik	
1	190	163.2	0	0	0	92	15	40	Titik
2	70	65	226	22	6	92	8	2	JL G
3	160	154	348	36	14	91	56	15	S
4	100	96	197	49	55	92	49	45	J
5	100	97.4	157	21	43	94	7	39	J
6	70	50	176	2	44	90	50	44	J
7	100	80	169	19	36	90	26	53	J
8	90	14	173	29	1	89	15	30	J

9	100	61.2	170	9	33	89	16	31	J
10	136.8	100	237	48	42	87	11	40	Titik
11	100	63	47	14	14	93	51	54	Titik
12	180	160	38	2	35	93	58	38	J
13	180	160	36	30	46	93	52	52	B
14	100	80	53	9	8	93	43	48	J
15	100	80	55	20	1	93	47	39	B
16	190	177.1	53	47	53	93	45	39	J
17	190	176.8	29	4	40	93	38	59	B
18	130	118	56	19	5	93	25	59	J
19	130	118	61	29	17	93	22	11	B
20	170	162.9	13	11	5	94	11	13	J
21	160	152	7	3	31	94	0	17	B
22	140	136.1	54	39	2	93	42	18	J
23	130	126.4	69	10	30	94	0	9	B
24	80	73.5	297	26	24	93	44	22	J
25	100	93	299	43	12	92	45	35	B
26	80	75.6	257	3	32	92	38	32	J
27	130	125.5	247	26	22	88	35	7	B
28	100	83	266	15	43	30	57	35	J
29	100	82.8	268	10	11	30	55	15	B
30	100	83.1	251	59	35	30	43	47	J
31	150	133.4	249	40	9	87	23	23	B
32	133.2	90	252	44	42	87	21	47	TITIK
33	100	56.1	0	0	0	93	39	11	TITIK
34	140	121.2	23	4	14	94	15	37	J

Lampiran 2 Formulir Pengukuran Lintas Jalan

Titik alat	
Ti	
Lokasi	Jalan Solo - Wonogiri Km 28,4 - 28,7

Titik Bidik	Ba	Bt	Horisontal			Vertikal			Ket
			Derajat	Menit	Detik	Derajat	Menit	Detik	
1	150	131.5	3	7	43	94	6	30	BJ
2	100	81	348	33	2	94	21	49	JL
3	100	81	346	8	50	94	29	21	BJ
4	150	138.7	7	34	56	94	43	37	JL

5	140	128.3	7	58	26	94	58	16	BJ
6	100	88	343	1	6	94	24	53	JL
7	100	88	338	59	29	94	11	8	BJ
8	120	114.3	38	50	22	97	13	28	JL
9	130	124.1	39	43	8	96	36	10	BJ
10	100	95.6	335	30	13	96	7	34	JL
11	180	170.6	317	45	1	90	27	1	BJ
12	100	90.5	94	38	54	92	0	13	JL
13	80	70.4	93	37	34	91	59	50	BJ
14	40	31.6	125	44	48	91	46	15	JL
15	100	91.5	130	51	48	89	38	51	BJ
16	100	83.1	124	7	25	89	1	27	PATON
17	100	83.1	122	8	25	89	6	15	JL
18	160	143.1	105	25	35	88	38	33	JL
19	150	133.2	104	42	25	88	39	29	BJ
20	170	144.9	109	34	1	88	7	58	JL
21	170	145	109	1	25	87	55	1	BJ
22	180	155	120	17	2	87	48	52	JL
23	180	154.9	122	6	31	87	55	30	BJ

Lampiran 3 Data Kecelakaan

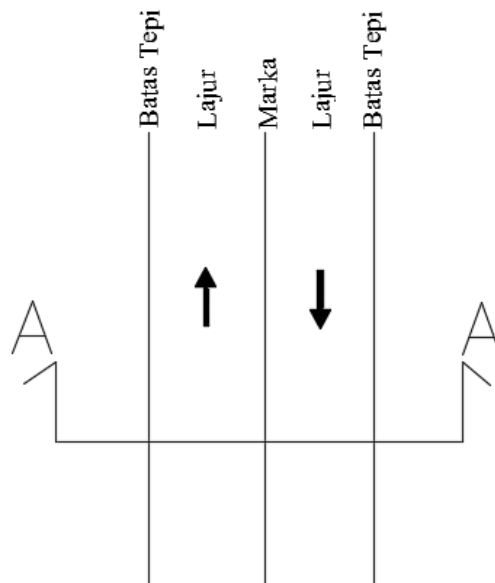
**DATA KECELAKAAN KALIANCAR, WONOGIRI, JAWA TENGAH
(JALAN SOLO - WONOGIRI KM 28,4 - 28,7)**

No	Jenis Kendaraan	Korban	Kerugian
1	KBM - SPM	1 LR	500,000
2	KBM - SPM	1 LR	500,000
3	KBM - SPM	2 LR	1,000,000
4	KBM - SPM	1 LR	3,000,000
5	KBM - SPM	1 LR	-
6	SPM - SPM	1 LR	100,000
7	SPM - SPM	2 LR	6,300,00
8	SPM - SPM	1 LR	
9	KBM - SPM	1 LR	
10	KBM - SPM - KBM	1 LR	
11	SPM - SPM	1 LR	
12	KBM - SPM	2 LR	
13	KBM - SPM - PJJ	1 LR	
14	KBM - SPM	1 LR	
15	SPM - SPM	1 LR	
16	SPM - SPM	1 LR	
17	SPM - SPM	1 LR	

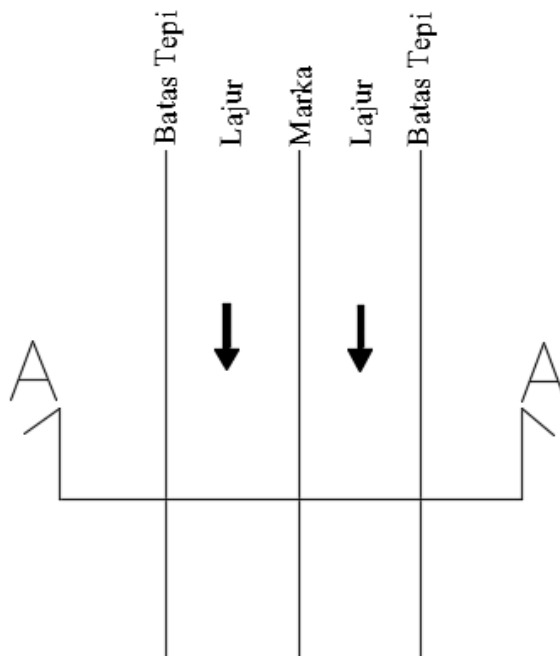
Keterangan :

1. Data kecelakaan Januari – Agustus 2016
2. SPM (Sepeda Motor) , KBM (Kendaraan BerMobil), PJJ (Pejalan Kaki)
3. LR (Luka Ringan), LB (Luka Berat)

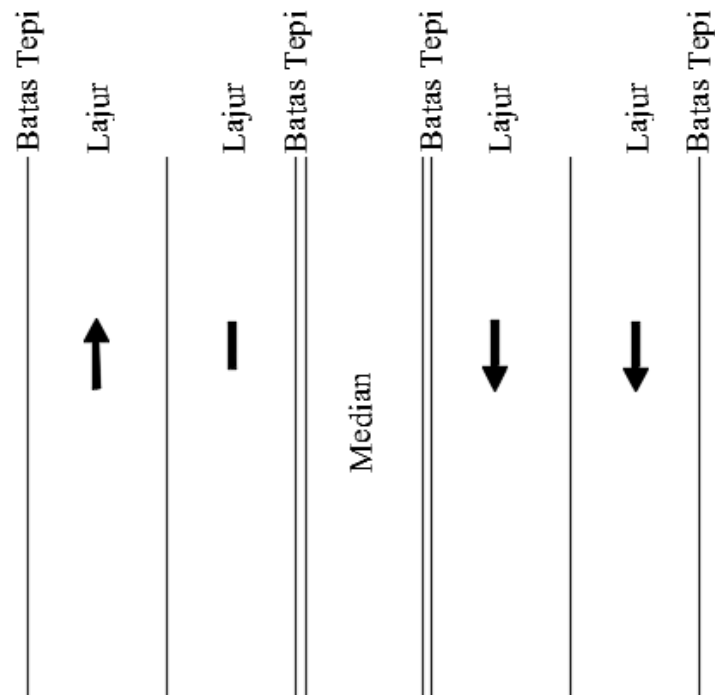
Lampiran 4 Gambar Tipe Jalan Antar Kota



Gambar Jalan 2 Lajur 2 Arah



Gambar Jalan 1 Jalur 2 Lajur 1 Arah



Gambar Jalan 2 Jalur 4 Lajur 2 Arah

Lampiran 5 Tabel Pelebaran Jalan Pada Jari Jalan untuk kendaraan Rencana
Semi Trailer Kombinasi Sedang

Jari-jari pembelokan (m)	Lebar Jalan = 7.2 m						Lebar Jalan = 6.6 m						Lebar Jalan = 6.6 m					
	Kec. Rencana (km/h)						Kec. Rencana (km/h)						Kec. Rencana (km/h)					
	50	60	70	80	90	100	50	60	70	80	90	100	50	60	70	80	90	100
0.000	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.2	0.2	0.3	0.3	0.3	0.3
0.500	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.2	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3
1.000	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3
1.500	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	0.1	0.1	0.1	0.3	0.3	0.4	0.4	0.4	0.4
2.000	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0	0.1	0.1	0.1	0.3	0.3	0.3	0.3	0.4	0.4
2.900	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	0.1	0.1	0.2	0.3	0.3	0.4	0.4	0.4	0.4

800	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	0.1	0.1	0.2	0.2	0.3	0.4	0.4	0.5
700	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	0.1	0.1	0.2	0.2	0.3	0.4	0.4	0.4	0.5
600	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	0.2	0.2	0.2	0.3	0.3	0.4	0.5	0.5	0.6
500	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	0.1	0.2	0.2	0.3	0.3	0.4	0.4	0.5	0.5	0.6	0.7
400	0.0	0.0	0.1	0.1	0.2	0.2	0.3	0.3	0.4	0.4	0.5	0.5	0.6	0.6	0.7	0.9
300	0.0	0.1	0.1	0.2	0.3	0.3	0.3	0.4	0.4	0.5	0.6	0.6	0.6	0.7	0.7	0.9
250	0.1	0.2	0.3	0.3	0.4		0.4	0.5	0.6	0.6	0.7		0.7	0.8	0.9	1.1
200	0.2	0.3	0.4	0.4			0.5	0.6	0.7	0.7			0.8	0.9	1.0	1.3
150	0.4	0.5	0.6	0.6			0.7	0.8	0.9	0.9			1.0	1.1	1.2	
140	0.5	0.6					0.8	0.9					1.1	1.2		
130	0.6	0.7					0.9	1.0					1.2	1.3		
120	0.6	0.7					0.9	1.0					1.2	1.3		
110	0.7	0.8					1.0	1.1					1.3	1.4		
100	0.7	0.8					1.0	1.1					1.3	1.4		
90	0.9						1.2						1.5			
80	1.0						1.3						1.6			
70	1.2						1.5						1.8			

Jari-jari Lingkaran (m)	Lebar Jalan = 7,2 m Kec. Rencana (km/h)						Lebar Jalan = 6,6 m Kec. Rencana (km/h)						Lebar Jalan = 6,0 m Kec. Rencana (km/h)			
	50	60	70	80	90	100	50	60	70	80	90	100	50	60	70	80
3,000	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.2	0.2	0.3	0.3
2,500	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.2	0.3	0.3	0.3
2,000	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	0.3	0.3	0.3	0.3
1,500	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.2	0.2	0.3	0.3
1,000	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	0.1	0.1	0.3	0.3	0.3	0.4
900	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	0.1	0.1	0.2	0.3	0.3	0.4	0.4
800	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	0.1	0.1	0.2	0.2	0.3	0.4	0.4	0.5
700	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	0.1	0.1	0.2	0.2	0.3	0.4	0.4	0.4	0.5
600	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	0.1	0.1	0.2	0.2	0.3	0.4	0.4	0.5
500	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	0.1	0.2	0.2	0.3	0.3	0.4	0.4	0.5	0.6
400	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	0.1	0.2	0.2	0.3	0.3	0.4	0.4	0.5	0.5	0.6	0.8
300	0.0	0.0	0.0	0.1	0.2	0.2	0.2	0.3	0.3	0.4	0.5	0.5	0.5	0.6	0.6	0.8
250	0.0	0.0	0.1	0.1	0.2		0.2	0.3	0.4	0.4	0.5		0.5	0.6	0.7	0.9
200	0.0	0.1	0.2	0.2			0.3	0.4	0.5	0.5			0.6	0.7	0.8	1.1
150	0.2	0.3	0.4	0.4			0.5	0.6	0.7	0.7			0.8	0.9	1.0	
140	0.3	0.4					0.6	0.7					0.9	1.0		
130	0.3	0.4					0.6	0.7					0.9	1.0		
120	0.3	0.4					0.6	0.7					0.9	1.0		
110	0.4	0.5					0.7	0.8					1.0	1.1		
100	0.4	0.5					0.7	0.8					1.0	1.1		
90	0.5						0.8						1.1			
80	0.6						0.9						1.2			

