

TUGAS AKHIR

**EVALUASI GEOMETRI DI TIKUNGAN *BLACK SPOT*
PADA JALAN PANTURA SUNAN BONANG STA.
17+180 – 17+830 KABUPATEN REMBANG
(*GEOMETRY EVALUATION IN BLACK SPOT CURVE
AT SUNAN BONANG PANTURA HIGHWAY STATION
17+180 – 17+830 DISTRICT OF REMBANG*)**

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



**Irfan Faris Abdurrahman
12511313**

**PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
2018**

TUGAS AKHIR

**EVALUASI GEOMETRI DI TIKUNGAN *BLACK SPOT*
PADA JALAN PANTURA SUNAN BONANG STA.
17+180 – 17+830 KABUPATEN REMBANG
(*GEOMETRY EVALUATION IN BLACK SPOT CURVE
AT SUNAN BONANG PANTURA HIGHWAY STATION
17+180 – 17+830 DISTRICT OF REMBANG*)**

Disusun oleh

Irfan Faris Abdurrahman
12511313

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

Diuji pada tanggal 16 Juli 2018

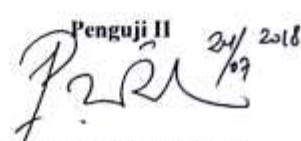
Oleh Dewan Penguji:


Pembimbing

Berlian Kushari, S.T. M.Eng.
NIK: 015110101


Penguji I

Corry Ya'cob, Ir. M.T.
NIK: 815110102


Penguji II

Prima Juanita R. S.T. M.Sc.
NIK: 135111103

Mengesahkan,

Plt Ketua Program Studi Teknik Sipil



Berlian Kushari, S.T. M.Eng.
NIK: 015110101

PERNYATAAN BEBAS PLAGIASI

Saya menyatakan dengan sesungguhnya bahwa laporan Tugas Akhir yang saya susun sebagai syarat untuk memenuhi salah satu persyaratan pada Program Studi Teknik Sipil Universitas Islam Indonesia merupakan hasil karya saya sendiri. Adapun bagian-bagian tertentu dalam penulisan laporan Tugas Akhir yang saya kutip dari hasil karya orang lain telah dituliskan dalam sumbernya secara jelas sesuai dengan norma, 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 sesuai dengan perundang-undangan yang berlaku.

Yogyakarta, 26 Desember 2017

Yang membuat pernyataan,

A handwritten signature in black ink is written over a yellow rectangular stamp. The stamp contains the text 'UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA' at the top, 'TEKNIK SIPIL' in the middle, and '6000' at the bottom. There are also some decorative elements on the stamp.

Irfan Faris Abdurrahman

(12511313)

KATA PENGANTAR

Assalamu'alaikum Wr. Wb

Puji Syukur penulis panjatkan atas ke-Hadirat Allah SWT, karena berkat rahmat dan karunia-Nya lah penulis dapat menyelesaikan Laporan Tugas Akhir yang berjudul Evaluasi Geometri di Tikungan *Black Spot* pada Jalan Pantura Sunan Bonang Sta. 17+180 – 17+830 Kabupaten Rembang Provinsi Jawa Tengah.

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

1. Ibu Faizul Chasanah, S.T., M.Sc selaku dosen pembimbing Tugas Akhir atas bimbingan dan pengarahannya.
2. Bapak Corry Ya'cub, Ir. M.T., bapak Berlian Kushari, S.T., M.Eng. dan ibu Prima Juanita Romadhona, S.T., M.Sc. selaku dosen penguji Tugas Akhir atas ketersediaannya untuk menguji serta memberikan masukan selama proses pengujian Tugas Akhir ini sampai selesai.
3. Bapak Berlian Kushari, S.T., M.Eng. selaku Pelaksana Tugas Ketua Prodi Teknik Sipil Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesia.
4. Ibunda Dian Irjik Hidayati, Ayahanda Tri Darmadi, Adik Abdullah Azzam Imaduddin, Adik Ammar Abdur Rosyid, Adik Nabil Fikri, Adik Naim Jadid, Adik Zaidan Mahrus dan seluruh keluarga tercinta. Yang tiada hentinya memberikan dukungan baik spiritual maupun moril.
5. Fido Nadareza, S.T., Hendi Prasetyo, S.T, Andri Saputro, S.T, Samardhang Nurlette, S.T., Tarmizi Taher Nuhuyanan, Nugie Dwika, S.T, Ahmad Nur Ilhan Yahya, Rajulun Karim, S.T, Nur Hajmi Nugroho, dan Firda Faizal Bashir yang telah membantu dalam proses pengambilan data di lapangan juga saran dan bantuan yang tiada tara selama proses penyelesaian tugas akhir ini.

6. Semua teman-teman *Civil Rollas* Universitas Islam Indonesia yang tidak bisa saya sebutkan satu persatu yang telah membantu terselesaikannya Tugas Akhir ini.

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

Wassalamu 'alaikum Wr. Wb.

Yogyakarta, 26 Maret 2018

Penulis,

Irfan Faris Abdurrahman

12511313

DAFTAR ISI

| | |
|--|------|
| Halaman Judul | i |
| Lembar Pengesahan | ii |
| PERNYATAAN BEBAS PLAGIASI | iii |
| KATA PENGANTAR | iv |
| DAFTAR ISI | vi |
| DAFTAR TABEL | ix |
| DAFTAR GAMBAR | xi |
| DAFTAR LAMPIRAN | xiii |
| DAFTAR NOTASI DAN SINGKATAN | xiv |
| ABSTRAK | xv |
| <i>ABSTRACT</i> | xvi |
| BAB I PENDAHULUAN | 1 |
| 1.1 Latar Belakang | 1 |
| 1.2 Rumusan Masalah | 2 |
| 1.3 Tujuan Penelitian | 2 |
| 1.4 Manfaat Penelitian | 2 |
| 1.5 Batasan Penelitian | 3 |
| BAB II STUDI PUSTAKA | 4 |
| 2.1 <i>Blackspot</i> (Titik Rawan Kecelakaan) | 4 |
| 2.2 Penelitian Terdahulu | 4 |
| 2.3 Perbedaan Penelitian Sekarang dan Terdahulu | 7 |
| BAB III LANDASAN TEORI | 9 |
| 3.1 Kecelakaan Lalu Lintas | 9 |
| 3.1.1 Faktor - Faktor Penyebab Kecelakaan | 9 |
| 3.1.2 Angka Kecelakaan Per Km | 11 |
| 3.1.3 Tingkat Kecelakaan | 11 |
| 3.1.4 Ekuivalensi Angka Kecelakaan | 12 |
| 3.1.5 Situasi Kecelakaan Untuk Ruas Dan Penanganan Geometrik | 12 |

| | | |
|---------------------------------|--|----|
| 3.2 | Pengertian Geometri Jalan | 13 |
| 3.3 | Kendaraan Rencana | 13 |
| 3.4 | Satuan Mobil Penumpang | 15 |
| 3.5 | Kecepatan Rencana | 16 |
| 3.6 | Kecepatan Di Lapangan | 16 |
| 3.7 | Daerah Bebas Samping | 17 |
| 3.8 | Median Jalan | 18 |
| 3.9 | Bahu Jalan | 19 |
| 3.10 | Lebar Lajur | 19 |
| 3.11 | Alinyemen Horisontal | 20 |
| | 3.11.1 Bentuk-Bentuk Tikungan | 21 |
| | 3.11.2 Panjang Bagian Lurus | 26 |
| | 3.11.3 Jari-Jari Tikungan | 26 |
| | 3.11.4 Superelevasi | 27 |
| | 3.11.5 Tikungan Gabungan | 29 |
| 3.12 | Alinyemen Vertikal | 33 |
| | 3.12.1 Kelandaian Maksimum | 34 |
| | 3.12.2 Panjang Lengkung Vertikal | 32 |
| 3.13 | Jarak Pandang | 33 |
| | 3.13.1 Jarak Pandang Henti | 34 |
| | 3.13.2 Jarak Pandang Mendahului | 35 |
| 3.14 | Koordinasi Alinyemen Dalam Perencanaan | 37 |
| 3.15 | <i>AutoCad Civil 3D 2006</i> | 37 |
| BAB IV METODE PENELITIAN | | 39 |
| 4.1 | Jenis Penelitian | 39 |
| 4.2 | Tahapan Penelitian | 39 |
| 4.3 | Jenis Data | 40 |
| 4.4 | Teknik Pengambilan Data | 41 |
| 4.5 | Alat Yang Digunakan | 44 |
| 4.6 | Waktu dan Lokasi Penelitian | 44 |
| 4.7 | Metode Analisis Data | 46 |

| | | |
|-------------------------------------|--|-----|
| 4.8 | Bagan Alir Penelitian | 47 |
| BAB V DATA, ANALISIS DAN PEMBAHASAN | | 48 |
| 5.1 | Pengumpulan Data | 48 |
| 5.1.1 | Data Distribusi Kecelakaan Lalu Lintas | 48 |
| 5.1.2 | Data Kelas Korban Kecelakaan | 52 |
| 5.1.3 | Data Survei Lalu Lintas Harian | 52 |
| 5.1.4 | Data Lebar Jalur Dan lebar Bahu | 53 |
| 5.1.5 | Rekapitulasi Data Geometrik Eksisting | 54 |
| 5.1.6 | Data Kecepatan Lapangan | 55 |
| 5.1.7 | Data Jarak Pandang Henti | 57 |
| 5.2 | Analisis Parameter <i>Black Spot</i> | 60 |
| 5.2.1 | Analisis Angka Kecelakaan Per Kilometer | 60 |
| 5.2.2 | Analisis Ekuivalen Angka Kecelakaan (<i>EAN</i>) | 61 |
| 5.2.3 | Analisis Tingkat Kecelakaan | 62 |
| 5.2.4 | Analisis VLHR Untuk Penentuan Kelas Dan Fungsi Jalan | 64 |
| 5.2.5 | Analisis Kecepatan Lapangan | 65 |
| 5.3 | Analisis Geometrik Eksisting | 65 |
| 5.3.1 | Analisis Jarak Pandang Henti | 68 |
| 5.3.2 | Analisis Jarak Pandang Mendahului | 69 |
| 5.3.3 | Analisis Alinyemen Horizontal | 72 |
| 5.3.4 | Analisis Alinyemen Vertikal | 87 |
| 5.3.5 | Koordinasi Alinyemen Horizontal Dan Alinyemen Vertikal Eksisting | 95 |
| 5.4 | Redesain | 95 |
| 5.5 | Pembahasan | 105 |
| BAB VI KESIMPULAN DAN SARAN | | 109 |
| 6.1 | Kesimpulan | 109 |
| 6.2 | Saran | 109 |
| DAFTAR PUSTAKA | | 111 |
| LAMPIRAN | | 113 |

DAFTAR TABEL

| | | |
|------------|--|----|
| Tabel 2.1 | Perbandingan Penelitian Terdahulu | 8 |
| Tabel 3.1 | Hubungan Nilai EAN Terhadap Resiko Kecelakaan | 12 |
| Tabel 3.2 | Golongan Kendaraan Rencana | 13 |
| Tabel 3.3 | Kecepatan Rencana | 13 |
| Tabel 3.4 | Lebar Minimum Median | 15 |
| Tabel 3.5 | Lebar Bahu Jalan | 16 |
| Tabel 3.6 | Lebar Lalur Jalan Ideal | 17 |
| Tabel 3.7 | Jari – Jari Tikungan Tanpa Lengkung Peralihan | 18 |
| Tabel 3.8 | Panjang Bagian Lurus Maksimum | 23 |
| Tabel 3.9 | Panjang Jari-Jari Minimum | 24 |
| Tabel 3.10 | Jari – Jari Tikungan yang Tidak Memerlukan Lengkung Peralihan | 24 |
| Tabel 3.11 | Persyaratan Kelandaian Maksimum | 29 |
| Tabel 3.12 | Jarak Pandang Henti Minimum | 32 |
| Tabel 3.13 | Jarak Pandang Mendahului Minimum | 33 |
| Tabel 5.1 | Jumlah Kecelakaan Lalu Lintas dan Kerugian Material Tahun 2017 | 47 |
| Tabel 5.2 | Jumlah Kecelakaan Lalu Lintas dan Kerugian Material Tahun 2016 | 48 |
| Tabel 5.3 | Jumlah Kecelakaan Lalu Lintas dan Kerugian Material Tahun 2015 | 48 |
| Tabel 5.4 | Data <i>Blackspot</i> pada Lokasi Penelitian selama 3 Tahun | 50 |
| Tabel 5.5 | Kelas Korban dan Kerugian Material selama 3 Tahun | 51 |
| Tabel 5.6 | Rekapitulasi SMP Hari ke-1 | 51 |
| Tabel 5.7 | Rekapitulasi SMP Hari ke-2 | 52 |
| Tabel 5.8 | Hasil Rekapitulasi Lebar Bahu Jalan | 54 |
| Tabel 5.9 | Rekapitulasi Data Geometrik Tikungan 1 dan Tikungan 2 | 55 |
| Tabel 5.10 | Data Kecepatan Lapangan | 56 |
| Tabel 5.11 | Hasil Pengukuran Jarak Pandang Henti di Lapangan | 59 |
| Tabel 5.12 | Rekapitulasi Perhitungan Alinyemen Horizontal Tikungan 1 | 73 |
| Tabel 5.13 | Rekapitulasi Perhitungan Alinyemen Horizontal Tikungan 2 | 75 |

| | |
|---|-----|
| Tabel 5.14 Rekapitulasi Perhitungan Alinyemen Horizontal Tikungan 3 | 77 |
| Tabel 5.15 Rekapitulasi Perhitungan Alinyemen Horizontal Tikungan 4 | 79 |
| Tabel 5.16 Rekapitulasi Lengkung Vertikal | 88 |
| Tabel 5.17 Hasil Analisis Kondisi Eksisting Menurut Bina Marga 1997 | 106 |
| Tabel 5.18 Perbandingan Kondisi Eksisting dan Redesain | 107 |
| Tabel 5.19 Penilaian Terhadap Alternatif Redesain | 108 |

DAFTAR GAMBAR

| | | |
|-------------|--|----|
| 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> (SCS) | 23 |
| Gambar 3.4 | Tikungan <i>Spiral -Spiral</i> (SS) | 25 |
| Gambar 3.5 | Superelevasi Tikungan <i>Full Circle</i> (FC) | 28 |
| Gambar 3.6 | Superelevasi Tikungan <i>Spiral-Circle-Spiral</i> (SCS) | 28 |
| Gambar 3.7 | Superelevasi Tikungan <i>Spiral-Spiral</i> (SS) | 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 | 32 |
| Gambar 3.13 | Lengkung Vertikal Cekung | 33 |
| Gambar 3.14 | Jarak Pandang Mendahului | 36 |
| Gambar 4.1 | Jarak Pandang Henti Di Tikungan | 42 |
| Gambar 4.2 | Lokasi Survei Pengamatan Lalu Lintas Harian | 44 |
| Gambar 4.3 | Lokasi Penelitian | 45 |
| Gambar 4.4 | Bagan Alir Penelitian | 47 |
| Gambar 5.1 | Lokasi Titik-Titik <i>Black Spot</i> | 51 |
| Gambar 5.2 | Titik Pengambilan Kecepatan Kendaraan | 57 |
| Gambar 5.3 | Pengukuran Jarak Pandang Henti Tikungan 1 | 58 |
| Gambar 5.4 | Pengukuran Jarak Pandang Henti Tikungan 2 dan 3 | 58 |
| Gambar 5.5 | Pengukuran Jarak Pandang Henti Tikungan 4 | 59 |
| Gambar 5.6 | Grafik Angka Kecelakaan Per Km | 61 |
| Gambar 5.7 | Grafik Angka Kecelakaan Selama 3 Tahun | 62 |
| Gambar 5.8 | Grafik Tingkat Kecelakaan Selama 3 Tahun | 63 |

| | | |
|-------------|--|-----|
| Gambar 5.9 | Superelevasi Tikungan 1 | 86 |
| Gambar 5.10 | Superelevasi Tikungan 2 | 86 |
| Gambar 5.11 | Superelevasi Tikungan 3 | 87 |
| Gambar 5.12 | Superelevasi Tikungan 4 | 87 |
| Gambar 5.13 | Grafik Alinyemen Vertikal PPV1 | 90 |
| Gambar 5.14 | Grafik Alinyemen Vertikal PPV2 | 90 |
| Gambar 5.15 | Grafik Alinyemen Vertikal PPV3 | 91 |
| Gambar 5.16 | Grafik Alinyemen Vertikal PPV4 | 91 |
| Gambar 5.17 | Koordinasi Alinyemen Horizontal dan Alinyemen Vertikal Eksisting | 95 |
| Gambar 5.18 | Bahu Jalan Tikungan 1 | 101 |
| Gambar 5.19 | Bahu Jalan Tikungan 2 dan 3 | 102 |
| Gambar 5.20 | Bahu Jalan Tikungan 4 | 103 |
| Gambar 5.21 | Jarak Pandang Henti Redesain Tikungan 1 | 103 |
| Gambar 5.22 | Jarak Pandang Henti Redesain Tikungan 2, 3, dan 4 | 104 |
| Gambar 5.23 | Koordinasi Alinyemen Horizontal dan Alinyemen Vertikal setelah Diredesain | 105 |

DAFTAR LAMPIRAN

| | |
|---|-----|
| Lampiran 1 Data Waktu Tempuh Kendaraan Di Lapangan Pada Tikungan | 112 |
| Lampiran 2 Data Waktu Tempuh Kendaraan Di Lapangan Pada Jalan Lurus | 112 |
| Lampiran 3 Data Lokasi Kecelakaan Tahun 2015 Kabupaten Rembang | 113 |
| Lampiran 4 Data Lokasi Kecelakaan Tahun 2016 Kabupaten Rembang | 113 |
| Lampiran 5 Data Lokasi Kecelakaan Tahun 2017 Kabupaten Rembang | 113 |
| Lampiran 6 Trase Redesain | 116 |
| Lampiran 7 Potongan Memanjang Jalan Desain Eksisting Dan Alternatif | 117 |
| Lampiran 8 Koordinasi Alinyemen Horizontal & Vertikal Redesain | 118 |
| Lampiran 9 Redesain Jarak Pandang | 119 |
| Lampiran 10 Redesain Bahu Jalan | 120 |

DAFTAR NOTASI DAN SINGKATAN

| | |
|--------------|--|
| SMP | : Satuan Mobil Penumpang |
| LHR | : Lalu lintas harian rata-rata |
| VLHR | : Volume Lalu Lintas Harian Rencana |
| EMP | : Ekvivalen Mobil Penumpang |
| V_R | : Kecepatan rencana |
| <i>MCO</i> | : <i>Moving Car Observation</i> |
| <i>SMS</i> | : <i>Space Mean Speed</i> |
| J_h | : Jarak pandang henti |
| J_{ht} | : Jarak tanggap |
| J_{hr} | : Jarak pengereman |
| J_d | : Jarak pandang mendahului |
| JPM | : Jarak Pandang Mendahului |
| E | : Daerah bebas samping |
| <i>S-C-S</i> | : <i>Spiral-Circle-Spiral</i> |
| <i>S-S</i> | : <i>Spiral-Spiral</i> |
| <i>F-C</i> | : <i>Full Circle</i> |
| L_s | : Lengkung peralihan |
| R_c | : Jari-jari tikungan |
| f_{max} | : koefisien gesek maksimum |
| e | : Superelevasi |
| PVC | : Titik permulaan lengkung vertikal |
| PPV | : Titik pertemuan kedua garis tangen |
| PVT | : Titik permulaan tangen vertical |
| EV | : Pergeseran vertikal PPV ke permukaan jalan rencana |
| L_v | : Panjang lengkung dengan arah horizontal |
| <i>EAN</i> | : <i>Equivalent Accident Number</i> |

ABSTRAK

Jalan pantura Rembang merupakan jalan nasional penghubung antar kota antar provinsi di Pulau Jawa bagian utara. Jalan Pantura Rembang stasiun 17+180 – 17+830 menurut klasifikasi muatan sumbu Bina Marga 1997 merupakan jalan arteri kelas I yang sering dilintasi kendaraan dengan muatan sumbu lebih dari 10 ton. Berdasarkan keterangan dari Kepala Kepolisian Resort Rembang, angka kecelakaan tertinggi pada tahun 2017 yang terjadi pada ruas jalan Rembang-Bonang stasiun 17+180 – 17+830 dengan nilai 66. Nilai tersebut masuk kedalam kategori resiko cukup berbahaya. Adanya evaluasi geometrik pada ruas tersebut diharapkan dapat mengurangi angka kecelakaan yang tinggi serta memperbaiki kondisi geometrik pada ruas jalan Rembang-Bonang stasiun 17+180 – 17+830.

Data primer didapatkan dengan melakukan survei kecepatan, LHR, jarak pandang, ruang bebas samping, lebar jalur, dan lebar bahu. Sedangkan data sekunder berupa gambar desain eksisting geometrik didapatkan dari Dinas Pekerjaan Umum Provinsi Jawa Tengah. Setelah dilakukan pengambilan data, selanjutnya dilakukan evaluasi kelayakan geometrik berdasarkan pedoman dari Bina Marga 1997. Berdasarkan analisis kondisi eksisting, kemudian dilakukan redesain apabila jalan tersebut tidak memenuhi standar Bina Marga 1997.

Hasil penelitian didapatkan equivalent angka kecelakaan (EAN) pada tahun 2015 sebesar 56, tahun 2016 sebesar 59, dan tahun 2017 sebesar 66. Tingkat kecelakaan pada tahun 2015 sebesar 8 kasus, tahun 2016 sebesar 12 kasus, dan tahun 2017 sebesar 18 kasus. Kondisi geometrik eksisting jalan banyak yang tidak memenuhi syarat Bina Marga 1997. Pada ruas jalan ini terdapat 4 tikungan dengan tipe *s-c-s*. Kondisi jalan tersebut tidak memenuhi syarat pada ruang bebas samping, jarak pandang, lebar bahu, dan kecepatan kendaraan. Dengan demikian maka dilakukan alternatif redesain sesuai pedoman Bina Marga 1997. Terdapat 1 alternatif redesain yang meliputi lebar bahu 1.9-2.0 meter, jarak pandang henti 75 meter, jarak pandang mendahului 347 meter, dan ruang bebas samping 5.55 meter.

Kata kunci: Alinyemen horizontal, Alinyemen vertikal, Bina Marga 1997, *Black Spot*

ABSTRACT

Rembang pantura street is a national road that linked cities and provinces in the northern part of Java Island. Rembang Pantura Road on station 17+180 - 17+830 is according to the classification of Bina Marga axis load 1997 is arterial road class I that is often crossed by vehicles with axle loads more than 10 tons. Based on information from the Chief of Resort Police Rembang, the highest accident rate occurred on the Rembang-Bonang at station 17+180 - 17+830 with a value of 66. The value goes into the category of accident risk is quite dangerous. The existence of geometric evaluation on the segment is expected to reduce the high accident rate and improve geometric conditions on Rembang-Bonang at station 17+180 - 17+830.

Primary data were obtained by conducting speed survey, LHR, visibility, side free space, line width, and shoulder width. While the secondary data in the form of geometric existing design drawings obtained from the Department Pekerjaan Umum of Central Java Province. After the data was collected, geometric feasibility evaluation was performed based on guidance from Bina Marga 1997. Based on the existing condition analysis, then redesigned if the road did not meet the Bina Marga 1997 standard.

The result of this research is equivalent number of accidents (EAN) in 3 years started in 2015 amounted to 56, 2016 of 59, and in 2017 amounted to 66. Accident rate in 2015 amounted to 8 cases, in 2016 amounted to 12 cases, and in 2017 amounted to 18 cases. Many geometric road conditions do not meet minimum requirements of Bina Marga 1997. Horizontal alignment has type of s-c-s and there are 4 corners. These roads are not eligible for side free space, visibility, shoulder width, and vehicle speed. Thus, alternative redesain is needed for it based on the Bina Marga 1997 guidelines. There is 1 redesign alternative which covers shoulders width 1.9-2.0 meters, visibility stop 75 meters, visibility precedes 347 meters, and side free space 5.55 meters.

Keywords: *Horizontal Alignment, Vertical Alignment, Bina Marga 1997, Black Spot*

BAB I PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Setiap perkembangan baru dalam bidang teknologi transportasi akan mendorong pertumbuhan sektor ekonomi, sosial dan budaya. Perkembangan teknologi transportasi ini dikarenakan tingginya pertumbuhan penduduk, kenaikan pendapatan masyarakat, pertumbuhan jumlah kendaraan bermotor, perluasan wilayah kabupaten/kota, dan peningkatan aktivitas sosial ekonomi. Peningkatan aktifitas masyarakat tersebut dapat menimbulkan tingginya arus lalu lintas yang berpotensi terjadinya kemacetan terutama pada jam-jam sibuk dan tak jarang menimbulkan kecelakaan. Peningkatan jumlah kendaraan membawa pengaruh yang besar terhadap perilaku pengguna jalan raya, yang pada akhirnya mengakibatkan bertambahnya tingkat kecelakaan yang terjadi.

Jalan Rembang - Tuban merupakan jalur penghubung provinsi Jawa Tengah dan Provinsi Jawa Timur. Jalan Rembang - Tuban merupakan jalan utama yang digunakan menuju kota Surabaya dan beberapa daerah di Jawa Timur pada jalur utara atau dikenal Jalur Pantura yang menghubungkan daerah seperti kabupaten Tuban, kabupaten Lamongan, kabupaten Gresik, dan beberapa daerah di provinsi Jawa Timur lainnya. Ruas jalan Rembang - Tuban terdapat 2 tikungan gabungan tajam dan 1 tikungan panjang serta terdapat hambatan samping berupa obyek wisata Pasujudan Sunan Bonang. Faktor *black spot* di tikungan tersebut tergolong tinggi menurut data Satlantas Polres Rembang Tahun 2016. Sehingga perlu dilakukan penelitian untuk mengevaluasi dan memperbaiki kondisi geometri ruas Jalan Rembang - Tuban sesuai standar Bina Marga 1997.

Berdasarkan data dari pihak Polres Rembang angka kecelakaan di Indonesia selama 2015 ternyata cukup tinggi menembus angka sekitar 23.000 kasus kecelakaan lalu lintas, sedangkan di Provinsi Jawa Tengah 8.390 kasus kecelakaan lalu lintas. Sementara kecelakaan lalu lintas di Kabupaten Rembang mencapai 623 kasus sejak 1 Januari 2015 hingga 30 November 2015. Pada periode Januari - Desember 2016 terdapat 685 kasus kecelakaan lalu lintas dan terjadi peningkatan

yang signifikan dari tahun sebelumnya. Pemilihan daerah *black spot* di tikungan Pasujudan Sunan Bonang Kabupaten Rembang sebagai lokasi penelitian disebabkan karena tingginya volume kendaraan yang melintasi dan faktor rawan kecelakaan pada tikungan tersebut menurut data Polres Rembang Tahun 2016.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan penjelasan latar belakang di atas, maka rumusan masalah yang dapat diambil sebagai berikut ini.

1. Bagaimana tingkat kerawanan kecelakaan pada Jalan Pantura Sunan Bonang stasiun 17+180 – 17+830 Kabupaten Rembang?
2. Apakah tikungan di ruas Jalan Pantura Sunan Bonang stasiun 17+180 – 17+830 Kabupaten Rembang telah memenuhi persyaratan minimum geometrik sesuai Pedoman Perencanaan Geometrik Jalan Antar Kota Direktorat Jenderal Bina Marga 1997?
3. Jika belum memenuhi, bagaimana desain alternatif geometrik tikungan yang sesuai standar Pedoman Perencanaan Geometrik Jalan Antar Kota Direktorat Jenderal Bina Marga 1997?

1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan dari Tugas Akhir adalah sebagai berikut ini.

1. Mengetahui tingkat kerawanan kecelakaan di ruas Jalan Pantura Sunan Bonang Km 17.18 – Km 17.83 Kabupaten Rembang.
2. Mengevaluasi kondisi geometrik eksisting di empat tikungan Jalan Pantura Sunan Bonang stasiun 17+180 – 17+830 Kabupaten Rembang.
3. Membuat desain alternatif geometrik tikungan jika kondisi eksisting tidak memenuhi standar yang sesuai Pedoman Perencanaan Geometrik Jalan Antar Kota Direktorat Jenderal Bina Marga 1997.

1.4 Manfaat Penelitian

Dalam penulisan Tugas Akhir ini manfaat yang bisa diambil sebagai berikut.

1. Memberikan solusi alternatif kepada Departemen Pekerjaan Umum Provinsi Jawa Tengah sebagai operator bidang pengerjaan dan pengawasan jalan nasional melalui parameter *black spot* dan geometrik jalan untuk bisa dilakukan

evaluasi secara holistik dilapangan. Sehingga dapat meminimalisir jatuhnya korban dikemudian hari.

2. Memberi informasi serta ilmu kepada pembaca cara mengevaluasi dan membuat desain alternatif dari suatu ruas jalan berdasarkan parameter kasus *black spot* (titik rawan kecelakaan).

1.5 Batasan Penelitian

Untuk menyederhanakan analisis dalam penelitian, maka diperlukan pembatasan penelitian sebagai berikut ini.

1. Dalam menganalisis geometri jalan peneliti hanya menganalisis alinyemen horizontal, alinyemen vertikal, ruas jalan, bahu jalan, lengkung jalan, jarak pandang, ruang bebas samping, dan koordinasi alinyemen horizontal dengan alinyemen vertikal.
2. Penelitian hanya menganalisis parameter kecelakaan seperti tingkat kecelakaan, angka kecelakaan per km, pembobotan angka kecelakaan menggunakan metode EAN.
3. Lokasi penelitian adalah tikungan dengan angka kecelakaan tertinggi di Kabupaten Rembang menurut data Polres Rembang Tahun 2017.
4. Desain geometri menggunakan bantuan perangkat *software AutoCad Civil 3D 2006*.
5. Analisis segmen jalan untuk mencari *black spot* ditentukan per 1.5 Km.

BAB II STUDI PUSTAKA

2.1 *Blackspot* (Titik Rawan Kecelakaan)

Pignataro (1973) menyatakan *black spot* adalah suatu titik atau area yang menunjukkan bahwa daerah tersebut merupakan daerah rawan kecelakaan yang dapat dilihat dari data kecelakaan dalam satu tahun.

Adapun kriteria lokasi titik kecelakaan (*black spot*) secara umum yang digunakan untuk mengidentifikasi adalah sebagai berikut ini.

1. Jumlah kecelakaan selama periode tertentu,
2. Tingkat kecelakaan (*accident rate*) per kendaraan untuk suatu periode,
3. Jumlah dan tingkat kecelakaan keduanya melebihi standar tertentu, dan
4. Tingkat kecelakaan melebihi nilai kritis yang dianalisis berdasarkan data statistik yang tersedia.

Teknik pemeringkatan lokasi kecelakaan dapat dilakukan dengan pendekatan tingkat kecelakaan dan statistik kendali mutu (*quality control statistic*), atau pembobotan berdasarkan nilai kecelakaan (Pedoman Penanganan Lokasi Rawan Kecelakaan Lalu Lintas, 2004). Pignataro (1973) menyatakan salah satu metode untuk menghitung angka kecelakaan adalah dengan menggunakan EAN (*Equivalent Accident Number*), yang merupakan pembobotan angka ekivalen kecelakaan mengacu pada biaya kecelakaan lalu lintas.

2.2 Penelitian Terdahulu

Wiranto (2008) melakukan penelitian mengenai tingkat kerawanan kecelakaan pada ruas jalan boyolali - ampel km 29+000 - 34+000. Hasil dari penelitian tersebut yaitu tingkat defisiensi keselamatan infrastruktur jalan pada ruas jalan Solo - Semarang (KM 29+000 - KM 34+000) diperoleh nilai resiko (125 - 250) atau pada kategori Cukup Berbahaya (CB) pada segmen 1 dan 2 yaitu KM 29+000 - KM 30+250 dan KM 30+250 - KM 31+500. Nilai resiko (250 - 375) atau kategori Berbahaya (B) pada segmen 3 dan 4 yaitu KM 31+500 - KM 32+750 dan KM 32+750 - KM 34+000. Nilai resiko kecelakaan pada ruas jalan Solo - Semarang

(KM 29+000 - KM 34+000) berkisar antara 168 - 320. Nilai resiko kecelakaan tertinggi terjadi pada KM 32+750 - KM 34+000 yaitu sebesar 320.91 dan nilai resiko kecelakaan terendah terjadi pada KM 29+000 - KM 30+250 yaitu sebesar 168.36. Rekomendasi untuk memperbaiki agar mengurangi terjadinya kecelakaan, yaitu sebagai berikut ini.

- a. Pemasangan pagar pengaman pada bahu jalan sehingga meminimalisir penyeberang jalan yang langsung melintas tanpa menggunakan fasilitas *zebra cross*.
- b. Pemasangan rambu batasan kecepatan ketika kendaraan melintasi tikungan, jarak antar lampu penerangan di tikungan tidak adanya sinyal yang menandakan kendaraan harus hati-hati sebelum masuk tikungan.
- c. Lebar perkerasan dan bahu jalan diupayakan memiliki lebar yang sama, hal ini berfungsi sebagai tempat pemberhentian sesaat bagi kendaraan yang mengalami gangguan teknis.

Santoso (2011) melakukan penelitian tentang analisa hubungan geometrik jalan raya dengan tingkat kecelakaan. Lokasi penelitian berada di ruas Jalan Ir. Sutami Surakarta. Penelitian ini menitik beratkan pada analisa jari-jari tikungan, hubungan antara nilai EAN dengan jari-jari tikungan, derajat kelengkungan, dan jarak pandang; mengetahui hubungan derajat kejenuhan dengan angka kecelakaan. Kesimpulan dari penelitian ini yaitu Lokasi daerah rawan kecelakaan (*blackspot*) pada ruas jalan Ir. Sutami Surakarta yaitu pada Lengkung *Horizontal* dengan nilai EAN lebih besar dari nilai EANc yaitu $61 > 43.95$. Dari hasil analisis jari-jari tikungan (R) diperoleh sebagai berikut.

- a. $R_1 = 204.57 \text{ m} < 210 \text{ m}$ (Tidak memenuhi syarat).
- b. $R_2 = 150.37 \text{ m} < 210 \text{ m}$ (Tidak memenuhi syarat).
- c. $R_3 = 291.40 \text{ m} > 210 \text{ m}$ (Memenuhi syarat).
- d. $R_4 = 259.64 \text{ m} > 210 \text{ m}$ (Memenuhi syarat).

Dari hasil analisis regresi didapat hubungan geometrik Jalan Ir. Sutami Surakarta dengan tingkat kecelakaan yang paling berpengaruh adalah jari-jari tikungan, dan derajat kelengkungan bisa dilihat dari nilai R^2 yang besar ($R^2 > 0.5$) yaitu 0.8609 dan 0.927. Hal ini menunjukkan bahwa terdapat hubungan yang signifikan antara kondisi geometrik jalan dengan tingkat kecelakaan. Hasil analisis terakhir

menjelaskan bahwa tidak terdapat hubungan tingginya tingkat kecelakaan dengan derajat kejenuhan. Bisa dilihat dari grafik hubungan antara angka kecelakaan dengan derajat kejenuhan dengan nilai $R^2 < 0.5$ yaitu 0.083 artinya perubahan variasi angka kecelakaan dipengaruhi oleh perubahan derajat kejenuhan sebesar 0.083 dan pengaruh lain sebesar 0.917.

Lestari (2015) melakukan penelitian tentang analisis kecelakaan lalu lintas. Lokasi pada area *black spot* di ruas jalan Yogya-Magelang antara km 4 - km 17. Hasil dari penelitian tersebut yaitu lokasi kejadian kecelakaan lalu lintas pada ruas jalan Yogya - Magelang antara Km 4 sampai 17 selama 3 (tiga) tahun terbanyak terdapat pada Km 7-8 dengan jumlah kecelakaan lalu lintas sebanyak 53 kasus, khususnya pada Sta 7+000 yang merupakan stasiun paling banyak terjadi kecelakaan di antara Km 7 - Km 8. Data ini menyatakan bahwa pada ruas jalan Yogya - Magelang pada Sta 7+000 merupakan lokasi yang paling rawan terjadinya kecelakaan sehingga dinyatakan sebagai daerah rawan kecelakaan (*Black Spot*). Penyebab kecelakaan lalu lintas yang paling tinggi salah satunya adalah faktor manusia, dimana pengemudi sering memacu kendaraannya dengan kecepatan yang tinggi, jumlah kasus kecelakaan lalu lintas yang terlibat selama 3 tahun belakangan ini yaitu sebanyak 163 kasus. Dan korban jiwa yang terlibat kecelakaan tertinggi berasal dari kalangan pria dengan jumlah 538 orang. Upaya-upaya untuk menurunkan tingkat kecelakaan lalu lintas di Sta 7+000 sebagai *Black Spot*, dapat dengan memberikan rambu peringatan rawan kecelakaan 100 meter sebelum area *Black Spot*, pemasangan rambu batas kecepatan yang diijinkan seperti batas kecepatan maksimum 50 km/jam, merawat marka jalan yang sudah pudar dan membersihkan rambu lalu lintas dari gangguan-gangguan yang menutupi rambu, membuat trotoar yang dapat digunakan untuk pejalan kaki, pembuatan jalur sepeda dari bagian badan jalan dan bahu jalan dengan diberi marka pembatas atau pemisah, penambahan rambu peringatan berbahaya seperti *traffic signal* (lampu kuning berkedip).

2.3 Perbedaan Penelitian Sekarang dan Terdahulu

Permasalahan pada penelitian sebelumnya dapat diambil beberapa kategori yang dapat membedakan penelitian sekarang dengan penelitian terdahulu yaitu kecepatan rencana di lapangan, jarak pandang, alinyemen horizontal dan alinyemen vertical. Penelitian yang dilakukan mempunyai permasalahan pada tikungan dan geometri jalan, yang menitik beratkan pada permasalahan kecelakaan lalu lintas pada tikungan daerah *black spot* dan evaluasi geometri jalan berdasarkan ketentuan standar Direktorat Jenderal Bina Marga dan MKJI (1997). Perbedaan penelitian sekarang dan terdahulu dapat dilihat pada Tabel 2.1.

Tabel 2.1 Perbandingan Penelitian Terdahulu dengan Penelitian Sekarang

| No | Peneliti | Judul | Metode | Hasil |
|----|----------------|---|---|--|
| 1 | Wiranto (2008) | Tingkat Kerawanan Kecelakaan pada Ruas Jalan Boyolali - Ampel KM 29+000 - 34+000 | Perencanaan Geometrik Jalan Antar kota tahun 1997 dan Bina Marga 1997. | Dari hasil evaluasi yang dilakukan menunjukkan ruas jalan cukup berbahaya karena terdapat parameter geometrik jalan yang tidak memenuhi syarat Bina Marga 1997. |
| 2 | Santoso (2011) | Analisa Hubungan Geometrik Jalan Raya Dengan Tingkat Kecelakaan pada Ruas jalan Ir. Sutami Surakarta | Perencanaan Geometrik Jalan Antar kota tahun 1997 dan Bina Marga 1997. | Dari hasil evaluasi yang dilakukan menunjukkan ruas jalan cukup berbahaya karena terdapat parameter geometrik jalan yang tidak memenuhi syarat Bina Marga 1997. |
| 3 | Lestari (2015) | Analisis Kecelakaan Lalu Lintas pada Jalan Yogya - Magelang Km 4 - Km 17 | Perencanaan Geometrik Jalan Antar kota tahun 1997 dan Bina Marga 1997. | Dari hasil evaluasi yang dilakukan menunjukkan ruas jalan cukup berbahaya karena terdapat parameter geometrik jalan yang tidak memenuhi syarat Bina Marga 1997. |
| 4 | Penulis | Evaluasi Geometri di Tikungan <i>Black Spot</i> pada Jalan Pantura Sunan Bonang stasiun 17+180 – 17+830 Kabupaten Rembang | Perencanaan Geometrik Jalan Antar kota tahun 1997, Bina Marga 1997, dan program <i>AutoCAD Civil 3D</i> 2006. | Dari hasil evaluasi yang dilakukan menunjukkan ruas Jalan Pantura Sunan Bonang stasiun 17+180 – 17+830 Kabupaten Rembang cukup berbahaya karena terdapat parameter geometrik jalan yang tidak memenuhi syarat Bina Marga 1997. |

Sumber: Wiranto (2008), Santoso (2011), Lestari (2015)

BAB III

LANDASAN TEORI

3.1 Kecelakaan Lalu Lintas

UU Nomor 22 Tahun 2009 tentang Lalu Lintas dan Angkutan Jalan dibentuk disebabkan tingginya jumlah kecelakaan yang terjadi di jalan dimana diartikan bahwa kecelakaan lalu lintas adalah suatu peristiwa di jalan yang tidak disangka – sangka dan tidak disengaja yang melibatkan kendaraan yang sedang bergerak dengan atau tanpa pemakai jalan lainnya, mengakibatkan jatuhnya korban manusia atau kerugian harta benda.

3.1.1 Faktor - Faktor Penyebab Kecelakaan

Menurut Ogden dan Taylor (1999), terdapat 3 elemen utama penyebab kecelakaan, yakni manusia, kendaraan, serta jalan. Dari ketiga faktor tersebut, faktor manusia/pengemudi merupakan faktor yang paling menentukan. Mengemudikan kendaraan merupakan faktor pekerjaan yang kompleks. Selama mengemudi, pengemudi langsung berinteraksi dengan kendaraan serta menerima dan menerjemahkan rangsangan di sekelilingnya terus-menerus. Kondisi jalan dengan perkerasan stabil dan nyaman berdampak pengemudi merasa nyaman dalam mengemudikan kendaraan. Kondisi ini mendorong pengemudi menjalankan kendaraan dengan kecepatan tinggi dan kewaspadaan pengemudi menurun yang akan berakibat mudah timbulnya kecelakaan. Faktor-faktor penyebab kecelakaan biasanya sangat kompleks. Untuk daerah rawan kecelakaan dapat diidentifikasi dari seluk beluk kejadian kecelakaan dengan mengelompokkan kejadian - kejadian kecelakaan tersebut, yang mana kelompok – kelompok itu terdiri dari:

1. *black spot* adalah menspesifikasikan lokasi - lokasi kecelakaan yang biasanya berhubungan dengan geometrik jalan.
2. *black site* adalah menspesifikasikan lokasi - lokasi kecelakaan dari panjangnya jalan yang mempunyai frekuensi kecelakaan tinggi.
3. *black area* adalah mengelompokkan daerah - daerah yang sering terjadi kecelakaan.

Berdasarkan definisi Fachrurozy (1996), kecelakaan dapat dibedakan menurut keadaan korban sebagai berikut ini.

- a. *Fatal Accident* adalah Kecelakaan yang mengakibatkan sedikitnya seorang meninggal,
- b. *A-Type Injury Accident* adalah Kecelakaan yang menyebabkan luka yang mengeluarkan banyak darah, anggota badan terganggu fungsinya atau korban diusung dengan tandu,
- c. *B-Type Injury Accident* adalah Kecelakaan yang mengakibatkan luka memar atau luka lecet,
- d. *C-Type Injury Accident* adalah Kecelakaan yang tidak mengakibatkan luka yang nampak, tetapi korban mengeluh sakit, dan
- e. *Properti Damage Only Accident (PDO)* adalah Kecelakaan yang hanya menimbulkan kerusakan harta benda.

Menurut Peraturan Menteri Perhubungan No 26 Tahun 2015 Tentang Standar Keselamatan Lalu Lintas Dan Angkutan Umum yaitu sebagai berikut ini.

1. Faktor *Human Error*

Penyebab kecelakaan lalu lintas di Indonesia paling banyak disebabkan oleh faktor manusia (91%). Kondisi pengemudi dalam hal fisik pengemudi, tingkat kedisiplinan dan pemahaman berlalu lintas masih rendah, kecakapan pengemudi, jarak pandang yang kurang (dalam mengambil jarak aman antar kendaraan) dan pelanggaran nilai batas kecepatan maksimum kendaraan (*speeding*).

2 Faktor Kendaraan

Berdasarkan data Direktorat Jenderal Perhubungan Darat Direktorat Lalu Lintas dan Angkutan Jalan (2015), jenis kendaraan yang terlibat dalam kecelakaan lalu lintas sebagian besar adalah sepeda motor dengan persentase pada empat tahun terakhir rata-rata sebesar 62,62% kemudian diikuti oleh kendaraan mobil penumpang sebesar 36%, kendaraan barang 29,62% dan bus sebesar 10,56%.

3 Faktor Lingkungan

Contoh penyebab kecelakaan lalu lintas yang disebabkan lingkungan yaitu hujan yang sangat lebat, angin kencang, kondisi jalan yang licin, dan lain lain.

4 Faktor Jalan

Faktor kondisi jalanan yang bergelombang, berlubang, dan rusak sangat membahayakan bagi pengguna jalan raya khususnya bagi pengendara sepeda motor.

3.1.2 Angka Kecelakaan Per Km

Berdasarkan Fachrurozy (1996), angka kecelakaan per km (*Accident rate per kilometers*) digunakan untuk membandingkan suatu seri dari bagian jalan yang mempunyai aliran relatif seragam. Angka kecelakaan dapat dihitung dengan menggunakan Persamaan 3.1.

$$R_L = \frac{A_C}{L} \quad (3.1)$$

dengan:

R_L = Total kecelakaan rerata per km untuk satu tahun,

A_C = Total jumlah kecelakaan selama satu tahun, dan

L = Panjang jalan dalam km.

3.1.3 Tingkat Kecelakaan

Berdasarkan Fachrurozy (1996), penentuan lokasi *black spot* dilakukan dengan mempertimbangkan tingkat kecelakaan yang memperhitungkan panjang ruas jalan yang ditinjau. Semakin tidak sesuai suatu desain geometrik jalan, tikungan, dan fasilitas penunjang jalan berdasarkan acuan Bina Marga 1997 maka semakin tinggi tingkat kecelakaan di lokasi tersebut dapat terjadi. Perhitungan tingkat kecelakaan dapat menggunakan Persamaan 3.2 berikut ini.

$$TK = \frac{JK}{(T.L)} \quad (3.2)$$

dengan:

TK = Tingkat kecelakaan (kecelakaan per tahun km panjang jalan),

JK = Jumlah kecelakaan selama T tahun,

T = Rentang waktu pengamatan (tahun), dan

L = Panjang ruas jalan yang ditinjau (km).

3.1.4. Ekivalensi Angka Kecelakaan

Menurut Soemitro (2005) Salah satu metode untuk menghitung angka kecelakaan adalah dengan menggunakan metode *EAN (Equivalent Accident Number)* yang merupakan pembobotan angka ekivalen kecelakaan mengacu pada biaya kecelakaan lalu lintas. *EAN* dihitung dengan menjumlahkan kejadian kecelakaan pada setiap kilometer panjang jalan kemudian dikalikan dengan nilai bobot sesuai tingkat keparahan. Perhitungan ekivalensi angka kecelakaan bisa dilihat pada Persamaan 3.3 berikut ini. Hubungan *EAN* dan kategori resiko kecelakaan dapat dilihat pada Tabel 3.1 dibawah ini.

$$EAN = 12 MD + 3 LB + 3 LR + 1 K \quad (3.3)$$

dengan:

EAN = Angka ekivalensi kecelakaan

MD = Meninggal dunia

LB = Luka berat

LR = Luka ringan

K = Kerugian material

Tabel 3.1 Hubungan Nilai EAN Terhadap Resiko Kecelakaan dan Kepentingan Penanganannya

| Analisis Resiko | | Tingkat Kepentingan Penanganan |
|-----------------|----------------------|--|
| EAN | Kategori Resiko | |
| < 45 | Tidak Berbahaya (TB) | Monitoring rutin dengan inspeksi keselamatan jalan yang terjadwal pada titik-titik yang berpotensi terhadap kecelakaan. |
| 45 – 85 | Cukup Berbahaya (CB) | Perlu penanganan teknis yang tidak terjadwal berdasarkan hasil inspeksi keselamatan jalan di lokasi kejadian dan sekitarnya. |
| 85 – 125 | Berbahaya (B) | Perlu penanganan teknis yang terjadwal maksimal 2 bulan sejak hasil audit keselamatan jalan disetujui. |

| Analisis Resiko | | Tingkat Kepentingan Penanganan |
|-----------------|-----------------------|---|
| EAN | Kategori Resiko | |
| >125 | Sangat Berbahaya (SB) | Perlu penanganan teknis secara total dengan <i>stakeholder</i> terkait maksimal 2 minggu sejak hasil audit keselamatan jalan disetujui. |

Sumber: Mulyono, A.T., Kushari, B., Gunawan, H.E (2009)

3.1.5 Situasi Kecelakaan Untuk Ruas Dan Penanganan Geometrik

Berdasarkan Departemen Permukiman Dan Prasarana Wilayah (2004), korelasi tingkat kerawanan kecelakaan dalam suatu ruas jalan dengan beberapa parameter geometrik diantara lain dapat dilihat pada Tabel 3.2 seperti berikut.

Tabel 3.2 Penyebab Kecelakaan dan Usulan Penanganannya

| No | Penyebab Kecelakaan | Usulan Penanganan |
|----|---|--|
| 1. | Pergerakan Membelok | a. Penjaluran / kanalisasi b. Lampu-lampu isyarat lalu lintas c. Bundaran |
| 2. | Mendahului | a. Kanalisasi / lajur mendahului b. Marka Jalan c. Rambu untuk mendahului |
| 3. | Konflik pejalan kaki / kendaraan | a. Tempat perlindungan pejalan kaki b. Fasilitas penyeberangan jalan sebidang c. Fasilitas penyeberangan jalan tidak sebidang d. Pagar pengaman e. Rambu pejalan kaki |
| 4. | Jarak pandang yang buruk pada persimpangan | a. Meningkatkan jarak pandang melalui perbaikan ruang bebas samping b. Menghilangkan penghalang yang mengganggu penglihatan pengemudi c. Menghilangkan aktivitas (berjualan, dsb) dari ruang milik jalan d. Memasang rambu Stop pada jalan lingkungan |
| 5. | Jarak pandang buruk karena kendaraan parkir | a. Mengatur perparkiran b. Menghilangkan aktivitas parkir di ruang milik jalan |
| 6. | Jarak pandang buruk pada tikungan | a. Perbaikan alinyemen jalan b. Perbaikan ruang bebas samping c. Perambuan |

| | | |
|----|--------------------|--|
| | | d. Kanalisasi / Marka Jalan |
| 7. | Malam hari / gelap | a. Meningkatkan penerangan b. Rambu yang memantulkan cahaya c. Marka yang memantulkan cahaya |
| 8. | Kecepatan Tinggi | a. Rambu batas kecepatan b. Penerapan alat pengontrol kecepatan (kamera) c. Penegakkan hukum |

Sumber: Departemen Permukiman dan Prasarana Wilayah (2004)

3.2 Pengertian Geometri Jalan

Berdasarkan Direktorat Jenderal Bina Marga (1997), geometrik jalan adalah perencanaan rute dari satu ruas jalan secara lengkap meliputi beberapa elemen yang disesuaikan dengan kelengkapan dan data dasar yang ada atau dari data survei lapangan yang telah dianalisis. Adapun pedoman dan teori perencanaan perhitungan geometri jalan ini menggunakan dari Direktorat Jenderal Bina Marga (1997).

3.3 Kendaraan Rencana

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

Tabel 3.3 Golongan Kendaraan Rencana

| Golongan Kendaraan | Deskripsi Kendaraan |
|--------------------|--|
| 1 | Sepeda motor (MC) dengan 2 atau 3 roda (meliputi sepeda motor dan kendaraan roda 3 sesuai sistem klasifikasi Bina Marga) |
| 2 | Sedan, jeep, dan station wagon (sesuai sistem klasifikasi Bina Marga) |
| 3 | Oplet, pick-up oplet, combi dan minibus Kecuali combi, umumnya sebagai kendaraan penumpang umum, maksimum 12 tempat duduk. |
| 4 | Pick-up, micro truck dan mobil hantaran atau pick-up box. |

| Golongan Kendaraan | Deskripsi Kendaraan |
|--------------------|---|
| 5a | Sebagai kendaraan penumpang umum dengan tempat duduk 16 – 26 buah seperti: kopaja, metromini, elf dengan bagian belakang sumbu tunggal roda ganda (STRG), panjang kendaraan maksimal 9 m, dengan sebutan bus $\frac{3}{4}$. |
| 5b | Sebagai kendaraan penumpang umum dengan tempat duduk 30 – 56 buah seperti: bus malam, Bus Kota, Bus Antar Kota dengan bagian belakang sumbu tunggal roda ganda (STRG) |
| 6a | Truck 2 sumbu 4 roda Kendaraan barang dengan muatan sumbu terberat 5ton (MST-5, STRT) pada sumbu belakang dengan as depan 2 roda dan as belakang 2 roda. |
| 6b | Truck 2 sumbu 6 roda Kendaraan barang dengan muatan sumbu terberat 8 – 10ton (MST 8 – 10, STRG) pada sumbu belakang dengan as depan 2 roda dan as belakang 4 roda |
| 7a | Truck 3 sumbu Kendaraan barang dengan 3 sumbu yang tata letaknya STRT (Sumbu Tunggal Roda Tunggal) dan SGRG (Sumbu Ganda Roda Ganda) |
| 7b | Truck gandengan Kendaraan nomor 6 atau 7 yang diberi gandengan bak truck dan dihubungkan dengan batang besi segitiga disebut juga Full Trailer Truck |
| 7c | Truck semi trailer disebut truck tempelan, adalah kendaraan yang terdiri dari kepala truck dengan 2-3 sumbu yang dihubungkan secara sendi dengan pelat dan rangka bak yang beroda belakang, yang mempunyai 2 atau 3 sumbu atau lebih. |
| 8 | Kendaraan bertenaga manusia atau hewan di atas roda (meliput sepeda, becak, kereta kuda dan kereta dorong sesuai sistem klasifikasi Bina Marga). Catatan: dalam hal ini kendaraan bermotor tidak dianggap sebagai unsur lalu-lintas, tetapi sebagai unsur hambatan samping. |

Sumber: Direktorat Jenderal Bina Marga (1997)

3.4 Satuan Mobil Penumpang

Satuan mobil penumpang (SMP) adalah jumlah mobil penumpang yang digantikan tempatnya oleh kendaraan jenis lain dalam kondisi jalan, lalu lintas, dan pengawasan berlaku. Volume lalu lintas harian rencana (VLHR) adalah prakiraan volume lalu lintas harian pada akhir tahun rencana lalu lintas dinyatakan dalam SMP/hari. Persamaan 3.4 digunakan untuk menghitung VLHR seperti berikut ini.

$$VLHR = \frac{\text{Jumlah lalu lintas selama pengamatan}}{\text{lamanya pengamatan}} \quad (3.4)$$

Ekivalen Mobil Penumpang (EMP) adalah faktor dari berbagai kendaraan dibandingkan terhadap mobil penumpang sehubungan dengan pengaruhnya kepada kecepatan mobil penumpang dalam arus lalu lintas campuran. Ketentuan nilai EMP sesuai dengan kondisi medan seperti Tabel 3.4.

Tabel 3.4 Ekivalen Mobil Penumpang (emp)

| 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 Truck Besar | 1.2 - 5.0 | 2.2 – 6.0 |

Sumber: Direktorat Jendral Bina Marga (1997)

3.5 Kecepatan Rencana

Direktorat Jenderal Bina Marga (1997) menyatakan kecepatan rencana (V_r) adalah kecepatan yang dipilih sebagai dasar perencanaan geometrik jalan yang memungkinkan kendaraan-kendaraan bergerak dengan aman dan nyaman dalam kondisi cuaca yang cerah, lalu lintas yang lengang, dan pengaruh samping jalan yang tidak berarti. Untuk kondisi medan yang sulit, V_r suatu segmen jalan dapat diturunkan dengan syarat bahwa penurunan tersebut tidak lebih dari 20 km/jam. V_r untuk masing masing fungsi jalan dapat ditetapkan dari Tabel 3.5 sebagai berikut.

Tabel 3.5 Kecepatan Rencana

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

Sumber: Direktorat Jenderal Bina Marga (1997)

3.6 Kecepatan Di Lapangan

Direktorat Jenderal Bina Marga (1997) menyatakan kecepatan lapangan adalah kecepatan kendaraan sebenarnya di lapangan. Kecepatan lapangan didapat dengan menggunakan berbagai metode salah satunya adalah *MCO (Moving Car Observation)* yaitu metode pengukuran yang mengikut sertakan pengamat dalam kendaraan yang bergerak mengikuti arus lalu lintas. Untuk menghitung kecepatan di lapangan dapat dihitung pada Persamaan 3.5 berikut ini.

$$SMS = \frac{X}{\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n t^i} \quad (3.5)$$

dengan:

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

X = jarak yang ditempuh

N = jumlah sampel kendaraan

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

3.7 Daerah Bebas Samping

Direktorat Jenderal Bina Marga (1997) 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 dan

persamaan yang dipakai untuk menghitung daerah bebas samping dapat di lihat pada Gambar 3.1 dan Persamaan 3.6 dan 3.7 berikut ini.

1. Jika $J_h < L_t$:

$$E = R \left\{ 1 - \cos \left(\frac{90^\circ J_h}{\pi R} \right) \right\} \quad (3.6)$$

2. Jika $J_h > L_t$:

$$E = R \left\{ 1 - \cos \left(\frac{90^\circ J_h}{\pi R} \right) \right\} + \frac{1}{2} (J_h - L_t) \sin \left(\frac{90^\circ J_h}{\pi R} \right) \quad (3.7)$$

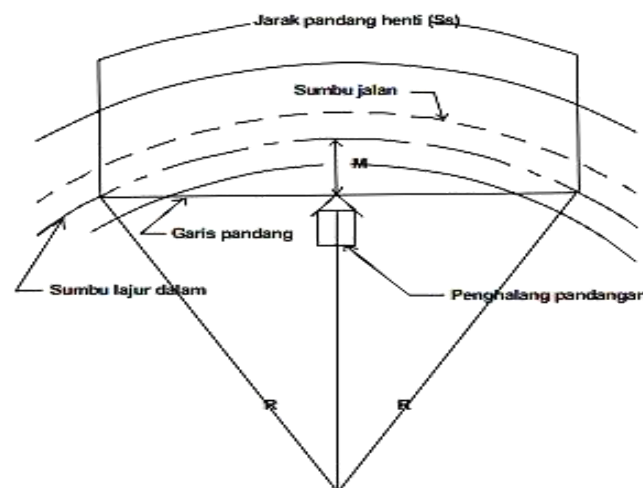
dengan:

E = ruang bebas samping (m)

R = jari-jari tikungan (m)

J_h = jarak pandang henti (m)

L_t = panjang tikungan (m)



Gambar 3.1 Sketsa Penentuan Daerah Bebas Samping

(Sumber: Badan Standarisasi Nasional 2004)

3.8 Median Jalan

Median merupakan ruang yang disediakan pada bagian tengah daerah manfaat jalan untuk membagi jalur lalu lintas mengikuti arahnya dan menjamin ruang bebas samping pada jalur. Jalan raya yang memiliki 4 lajur atau lebih harus memiliki median, adapun median mempunyai fungsi yaitu untuk memisahkan dua jurusan arus lalu lintas demi keamanan dan kenyamanan pengemudi dengan

demikian guna membatasi belokan supaya arus lalu lintas lancar. Lebar Minimum Median dapat dilihat pada Tabel 3.6.

Tabel 3.6 Lebar Minimum Median

| Kelas Jalan | Lebar Jalur | | Lebar Jalur Tepian Minimum (m) |
|-------------|-------------|----------------|--------------------------------|
| | Minimum | Minimum Khusus | |
| I | 2.50 | 1.00 | 0.25 |
| II | 2.50 | 1.00 | 0.25 |
| III A | 1.50 | 1.00 | 0.25 |
| III B | 1.50 | 1.00 | 0.25 |
| III C | 1.50 | 1.00 | 0.25 |

Sumber: Direktorat Jenderal Bina Marga (1997)

3.9 Bahu Jalan

Direktorat Jenderal Bina Marga (1997) menyatakan bahu jalan adalah bagian tepi jalan yang dipergunakan sebagai tempat untuk kendaraan yang mengalami kerusakan berhenti atau digunakan oleh kendaraan darurat seperti ambulans, pemadam kebakaran dan polisi. Jalan lalu lintas hendaknya dilengkapi dengan bahu jalan, bila jalur lintas telah dilengkapi dengan median, jalur pemisah atau jalur parkir maka bahu jalan tidak diperlukan lagi. Berdasarkan nilai klasifikasi jalan memiliki lebar bahu jalan yang dapat dilihat pada Tabel 3.7.

Tabel 3.7 Lebar Bahu Jalan

| VLHR (smp/hari) | Bahu Jalan | Arteri | Kolektor | Lokal |
|-----------------|-------------------|--------|----------|-------|
| <3.000 | Lebar Minimum (m) | 1.0 | 1.0 | 1.0 |
| | Lebar Ideal (m) | 1.5 | 1.5 | 1.0 |
| 3.000-10.000 | Lebar Minimum (m) | 1.5 | 1.5 | 1.0 |
| | Lebar Ideal (m) | 2.0 | 1.5 | 1.5 |
| 10.000-25.000 | Lebar Minimum (m) | 2.0 | **) | - |
| | Lebar Ideal (m) | 2.0 | 2.0 | - |
| >25.000 | Lebar Minimum (m) | 2.0 | **) | - |
| | Lebar Ideal (m) | 2.5 | 2.0 | - |

Sumber: Direktorat Jenderal Bina Marga (1997)

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

3.10 Lebar Lajur

Direktorat Jenderal Bina Marga (1997) menyatakan 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 kelanjandaian 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 ideal sesuai dengan Tabel 3.8.

Tabel 3.8 Lebar Lajur Jalan Ideal

| Fungsi | Kelas | Lebar Lajur Ideal (m) |
|----------|-------------|-----------------------|
| Arteri | Kelas I | 3.75 |
| | Kelas II | 3.50 |
| | Kelas III A | 3.50 |
| Kolektor | Kelas III A | 3.00 |
| | Kelas III B | 3.00 |
| Lokal | Kelas III C | 3.00 |

Sumber: Direktorat Jenderal Bina Marga (1997)

3.11 Alinyemen Horizontal

Direktorat Jenderal Bina Marga (1997) menyatakan alinyemen horizontal adalah proyeksi sumbu jalan pada bidang horizontal. Alinyemen horizontal dikenal juga dengan nama situasi jalan atau trase jalan. Alinyemen horizontal terdiri dari garis lurus yang dihubungkan dengan garis lengkung. Garis lengkung tersebut dapat terdiri dari busur lingkaran ditambah busur peralihan, busur peralihan saja ataupun busur lingkaran saja. Tampak atas yang menggambarkan jalan secara horizontal yang merupakan garis proyeksi sumbu jalan yang tegak lurus pada bidang peta, jalan yang dimaksud adalah gabungan bentuk jalan lurus dan lengkung (belokan) sesuai dengan arah mata angin. Pada bagian lurus secara geometrik tidak ada masalah, sedangkan yang perlu mendapat perhatian adalah pada bagian lengkung, karena stabilitas gerakan kendaraan di

daerah lengkung mengalami gangguan seperti adanya gaya sentrifugal akibat gerakan membelok. Yang perlu mendapat perhatian pada daerah lengkung adalah kecepatan rencana, jari – jari lengkung, jenis dan panjang kurva, super elevasi dan pelebaran jalur. Dalam perencanaan alinyemen *horizontal* akan ditemui dua jenis bagian jalan yaitu bagian jalan yang lurus dan bagian jalan yang lengkung atau umumnya disebut tikungan yang terdiri dari tiga jenis tikungan. Tiga jenis bentuk tikungan tersebut menurut Bina Marga 1997 adalah sebagai berikut.

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

3.11.1 Bentuk – Bentuk Tikungan

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

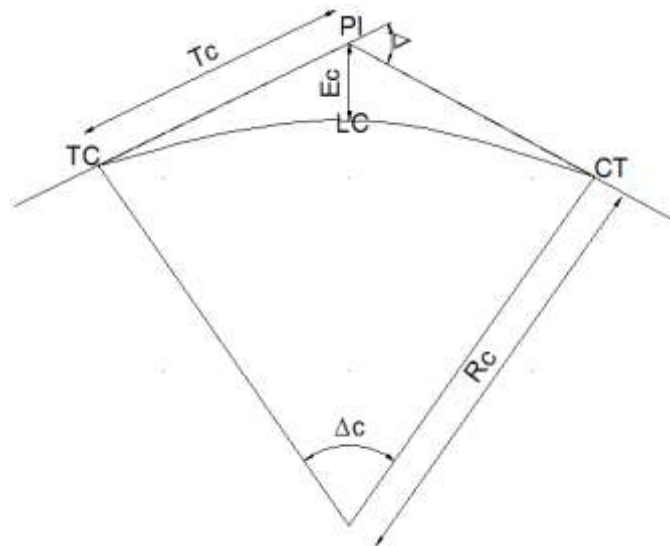
1. *Full Circle* (FC) adalah jenis tikungan yang hanya terdiri dari bagian suatu lingkaran saja, tikungan ini merupakan tikungan berbentuk busur lingkaran secara penuh. Tikungan FC hanya digunakan untuk jari – jari tikungan yang besar agar tidak terjadi patahan. Karena dengan jari – jari yang kecil maka diperlukan superelevasi yang besar. Syarat menggunakan jenis tikungan ini dengan menggunakan Tabel 3.9 sebagai berikut ini:

Tabel 3.9 Jari-jari yang diizinkan Tanpa Lengkung Peralihan

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

Sumber: Direktorat Jenderal Bina Marga (1990)

Tikungan *Full Circle* dinyatakan pada Gambar 3.2.



Gambar 3.2 Tikungan Full Circle (FC)

(Sumber: Hendarsin, 2000)

dengan:

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

TC = Titik dari *Tangen* ke *Circle*

CT = Titik dari *Circle* ke *Tangen*

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

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

Rc = Jari – jari lingkaran (m)

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

Δc = Sudut lingkaran

Δ = Sudut tikungan alinyemen *horizontal*

Untuk parameter lengkung *Full Circle* bisa dilihat pada Persamaan 3.8,

Persamaan 3.9 dan Persamaan 3.10.

$$T_c = R_c \tan \frac{1}{2} \Delta \quad (3.8)$$

$$E_c = T_c \tan \frac{1}{4} \Delta \quad (3.9)$$

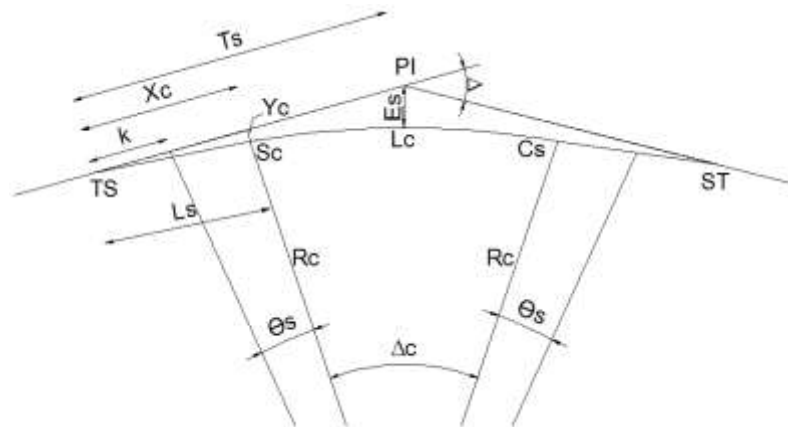
$$L_c = \frac{\Delta \cdot 2\pi \cdot R_c}{360} \quad (3.10)$$

2. *Spiral-Circle-Spiral* (SCS) merupakan tikungan yang digunakan pada saat tikungan peralihan, lengkung *Spiral-Circle-Spiral* adalah tikungan yang terdiri atas 1 lengkung *Circle* dan 2 lengkung *Spiral*. Lengkung ini disisipkan di antar

bagian lurus jalan dan bagian lengkung jalan serta berfungsi untuk mengantisipasi perubahan alinyemen jalan dari bentuk lurus sampai bagian lengkung jalan berjari – jari tetap, lengkung pada tikungan ini merupakan jenis lengkung yang mempunyai jari-jari serta sudut tangen Δ sedang, perubahan dari *Tangen* ke lengkung *Spiral* dihubungkan oleh lengkung peralihan (L_s). Syarat untuk menggunakan jenis tikungan ini adalah sebagai berikut.

- Kondisi tikungan *Full Circle* tidak terpenuhi
- $L_c > 20$ meter

Bentuk dan komponen tikungan *Spiral-Circle-Spiral* dapat dilihat pada Gambar 3.3.



Gambar 3.3 Tikungan *Spiral-Circle-Spiral* (SCS)

(Sumber: Hendarsin, 2000)

dengan:

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

Θ_s = Sudut dalam lengkung *Spiral*

Δ_c = Sudut dalam lengkung lingkaran

Δ = Sudut tikungan

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

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

R_c = Jari-jari lingkaran (m)

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

- Y_c = Ordinat titik SC pada garis tegak lurus garis *Tangen*, jarak tegak lurus garis *Tangen* ke titik SC pada lengkung (m)
 T_s = Panjang *Tangen* jarak dari TS ke PI atau PI ke ST (m)
 K = Absis dari p pada garis *Tangen* terhadap *spiral* (m)
 E_s = Jarak luar dari PI ke busur lingkaran (m)
 PI = Titik potong antara 2 garis lintasan lurus (m)
 TS = Titik dari *Tangen* ke *Spiral*
 ST = Titik dari *Spiral* ke *Tangen*
 SC = Titik dari *Spiral* ke *Circle*
 CS = Titik dari *Circle* ke *Spiral*

Pada Persamaan 3.11 - 3.11.i dibawah ini bisa dilihat rumus – rumus yang diperlukan untuk perhitungan tikungan SCS sebagai berikut:

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

$$\Delta_c = \Delta - 2 \cdot \Theta_s \quad (3.11.a)$$

$$L_c = \frac{\Delta_c}{360} \cdot 2\pi R_c \quad (3.11.b)$$

$$L_{tot} = L_c + 2L_s \quad (3.11.c)$$

$$X_c = L_s \left(1 - \frac{L_s \times L_s}{40.r_c.r_c} \right) \quad (3.11.d)$$

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

$$P = Y_c - R_c (1 - \cos \Theta_s) \quad (3.11.f)$$

$$K = X_c - R_c \sin \Theta_s \quad (3.11.g)$$

$$T_s = (R_c + p) \tan \frac{\Delta}{2} + K \quad (3.11.h)$$

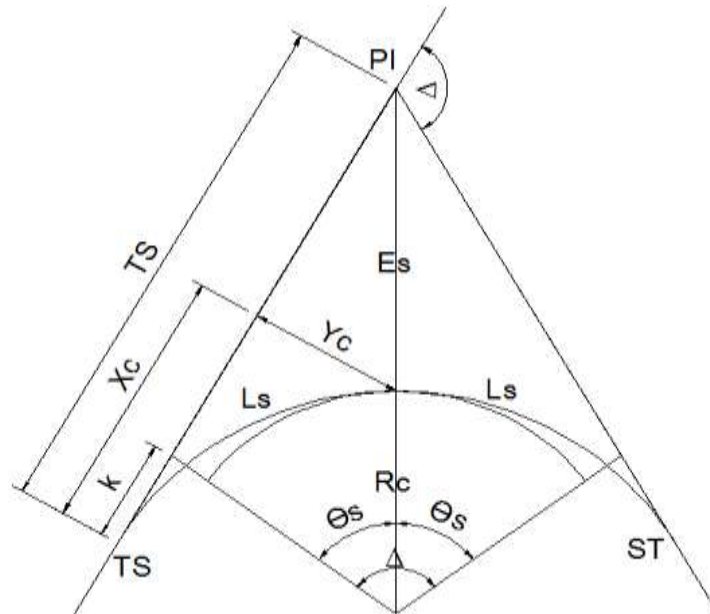
$$E_s = \frac{R_c + p}{\cos \frac{\Delta}{2}} - R_c \quad (3.11.i)$$

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

- a. Kondisi tikungan SCS tidak memenuhi

b. Nilai Pergeseran (S) = 0.5

Berikut bentuk lengkung *Spiral – Spiral* serta penjelasannya dapat dilihat pada Gambar 3.4.



Gambar 3.4 Tikungan *Spiral – Spiral* (SS)

(Sumber: Hendarsin, 2000)

dengan:

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

Θ_s = Sudut dalam lengkung *Spiral*

Δ_c = Sudut dalam lengkung lingkaran

Δ = Sudut tikungan

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

R_c = Jari-jari lingkaran (m)

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

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

T_s = Panjang *Tangen* jarak dari TS ke PI atau PI ke ST (m)

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

E_s = Jarak luar dari PI ke busur lingkaran (m)

TS = Titik dari *Tangen* ke *Spiral*

ST = Titik dari *Spiral* ke *Tangen*

Parameter lengkung *Spiral - Spiral* dapat dilihat pada Persamaan 3.11.j - 3.11.n sebagai berikut:

$$\Theta_s = \frac{1}{2} \Delta \quad (3.11.j)$$

$$P = \frac{L_s}{6.Rc} - Rc (1 - \cos \Theta_s) \quad (3.11.k)$$

$$K = L_s \cdot \left(1 - \frac{L_s \times L_s}{40.rc.rc} \right) - Rc \sin \Theta_s \quad (3.11.l)$$

$$T_s = (Rc + p) \tan \frac{\Delta}{2} + K \quad (3.11.m)$$

$$E_s = \frac{Rc+p}{\cos \frac{\Delta}{2}} - Rc \quad (3.11.n)$$

3.11.2 Panjang Bagian Lurus

Dengan mempertimbangkan faktor keselamatan pemakai jalan, ditinjau dari segi kelelahan pengemudi, maka panjang maksimum bagian jalan yang lurus harus ditempuh dalam waktu tidak lebih dari 2.5 menit (sesuai V_R). Panjang bagian lurus dapat ditetapkan dari Tabel 3.10.

Tabel 3.10 Panjang Bagian Lurus Maksimum

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

Sumber: Direktorat Jenderal Bina Marga (1997)

3.11.3 Jari-Jari Tikungan

Dalam perencanaan yang aman perlu ada perhitungan jari-jari minimum dengan kecepatan tertentu untuk menghindari terjadinya kecelakaan, sehingga pengendara dapat menggunakan jalan dengan aman dan nyaman. Untuk

perhitungan jari - jari tikungan minimum (R_{min}) ditetapkan pada Persamaan 3.11 sebagai berikut ini:

$$R_{min} = \frac{V_R^2}{127 (e_{max} - f)} \quad (3.11)$$

dengan:

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

V_R = Kecepatan Rencana (km/j),

e_{max} = Superelevasi maximum (%),

F = Koefisien gesek, untuk perkerasan aspal $f = 0.14-0.24$

Pada Tabel 3.11 dapat dipakai untuk menetapkan R_{min} .

Tabel 3.11 Panjang Jari-jari Minimum, R_{min} (m)

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

Sumber: Direktorat Jenderal Bina Marga (1997)

3.11.4 Superelevasi

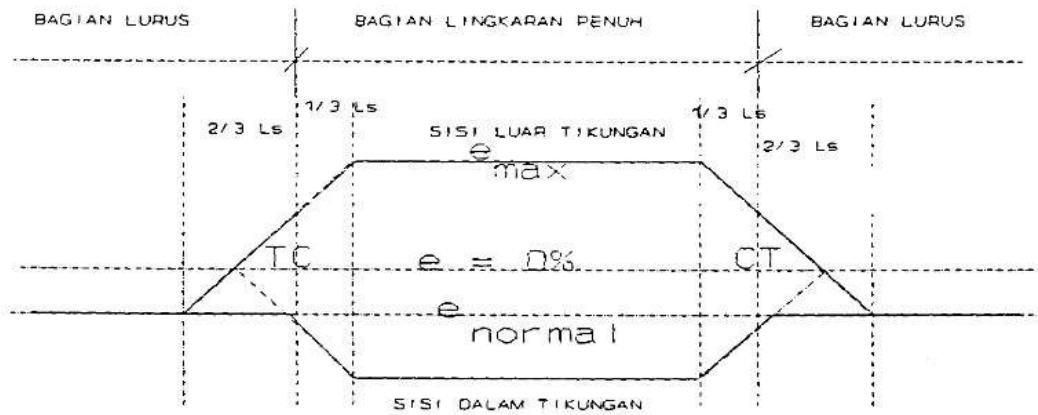
Superelevasi adalah kemiringan melintang di tikungan yang berfungsi mengimbangi gaya sentrifugal yang diterima kendaraan pada saat berjalan melalui tikungan pada kecepatan (V_r). Superelevasi berlaku pada jalur lalu lintas dan bahu jalan, pada setiap tikungan superelevasi sangat penting untuk dibuat kecuali tikungan yang memiliki *radius* yang lebih besar dari R_{min} tanpa superelevasi. Hubungan parameter perencanaan lengkung horizontal dengan kecepatan rencana di tunjukan pada nilai superelevasi. Tabel 3.12 menyatakan jari – jari tikungan yang tidak memerlukan lengkung peralihan.

Tabel 3.12 Jari – Jari Tikungan yang Tidak Memerlukan Lengkung Peralihan

| | | | | | | |
|----------------------------------|-----|------|------|-----|-----|-----|
| V_r (Km/jam) | 80 | 60 | 50 | 40 | 30 | 20 |
| R_c min | 350 | 2000 | 1300 | 800 | 500 | 200 |

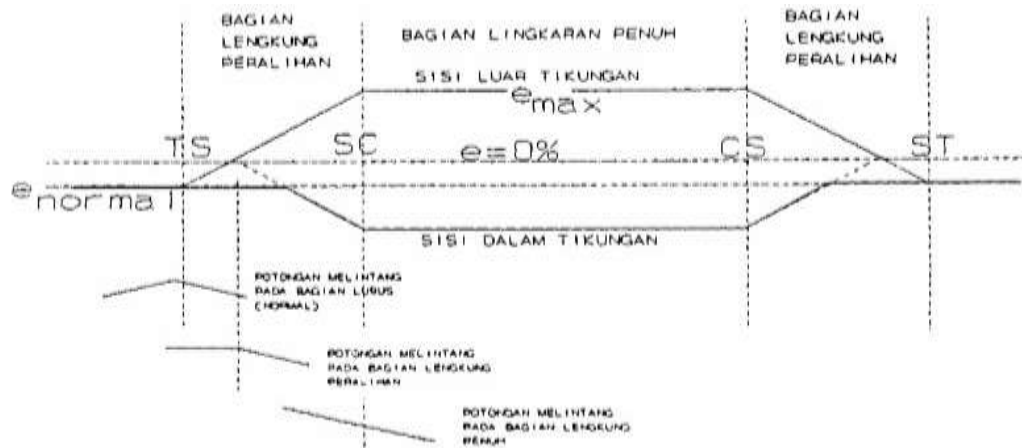
Sumber: Direktorat Jenderal Bina Marga (1997)

Berikut adalah metoda pencapaian superelevasi pada tikungan pada tikungan FC, SCS, dan SS. Digambarkan pada Gambar 3.5, 3.6, dan 3.7.



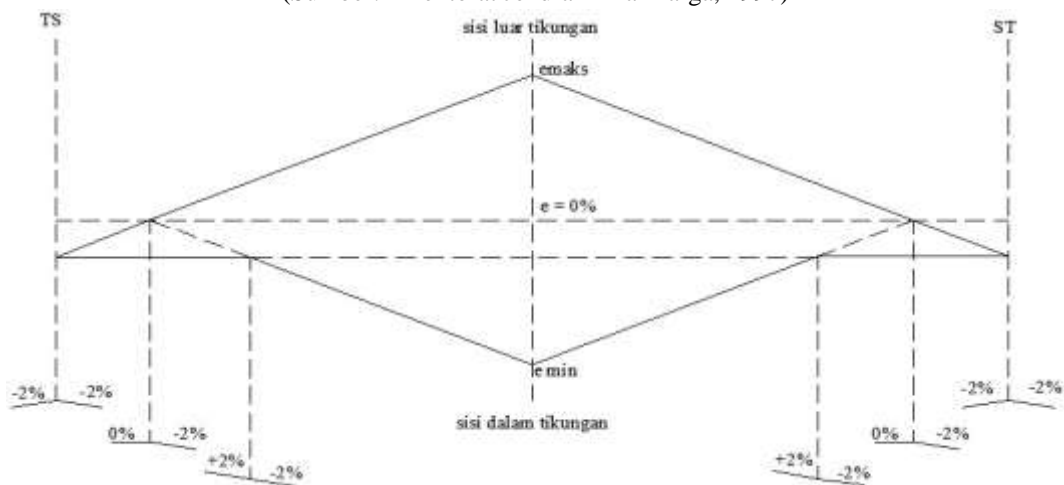
Gambar 3.5 Superelevasi Tikungan Full Circle (FC)

(Sumber: Direktorat Jendral Bina Marga, 1997)



Gambar 3.6 Superelevasi Tikungan Spiral Circle Spiral (SCS)

(Sumber: Direktorat Jendral Bina Marga, 1997)

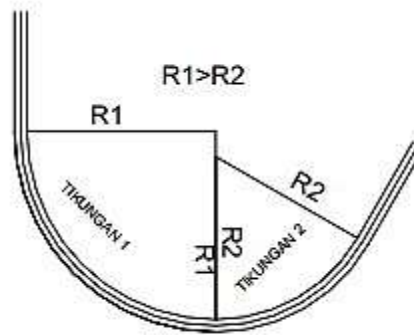


Gambar 3.7 Superelevasi Tikungan Spiral – Spiral

(Sumber: Direktorat Jendral Bina Marga, 1997)

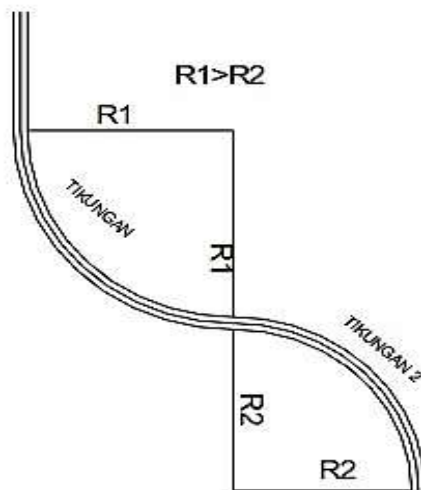
3.11.5 Tikungan Gabungan

Pada perencanaan alinyemen *horizontal* dikenal dua macam tikungan gabungan, yaitu tikungan gabungan searah dan tikungan gabungan balik arah. Direktorat Jendral Bina Marga (1997), menyatakan 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 sebagai berikut.



Gambar 3.8 Tikungan Gabungan Searah

(Sumber: Badan Standarisasi Nasional, 2004)

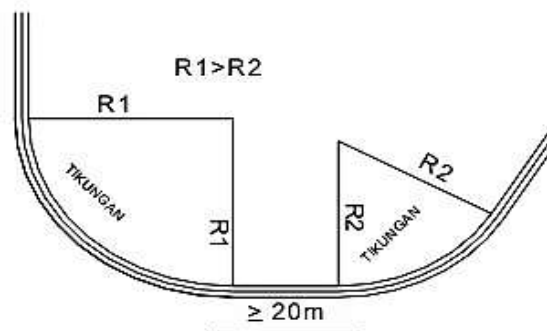


Gambar 3.9 Tikungan Gabungan Balik Arah

(Sumber: Badan Standarisasi Nasional, 2004)

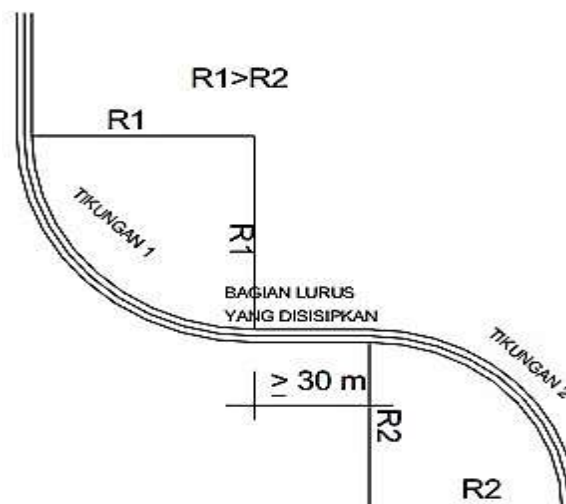
Keadaan tikungan gabungan dipertimbangkan berdasarkan perbandingan R_1 dan R_2 , dimana diasumsikan bahwa R_1 adalah jari-jari tikungan yang lebih besar. Ketentuan untuk tikungan gabungan adalah sebagai berikut:

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.



Gambar 3.10 Tikungan Gabungan Searah Dengan Sisipan Bagian Lurus Minimum Sepanjang 20 meter

(Sumber: Badan Standardisasi Nasional, 2004)



Gambar 3.11 Tikungan Gabungan Balik Arah Dengan Sisipan Bagian Lurus Minimum Sepanjang 30 meter

(Sumber: Badan Standardisasi Nasional, 2004)

3.12 Alinyemen Vertikal

Alinyemen vertikal adalah perencanaan elevasi sumbu jalan pada setiap titik yang ditinjau, berupa profil memanjang. Kondisi topografi saja berpengaruh pada perencanaan alinyemen horizontal, tetapi juga mempengaruhi perencanaan alinyemen *vertical*. Dibawah ini adalah hal – hal yang dapat diperhatikan dalam perencanaan alinyemen *vertical* yaitu sebagai berikut ini.

1. Alinyemen *vertical* terdiri atas bagian landai *vertical* dan bagian lengkung *vertical*.
2. Ditinjau dari titik awal perencanaan, bagian landai *vertical* dapat berupa landai positif (tanjakan), atau landai negatif (turunan), atau landai nol (datar)
3. Bagian lengkung *vertical* dapat berupa lengkung cekung atau lengkung cembung.

3.12.1 Kelandaian Maksimum

Kelandaian maksimum dimaksudkan untuk memungkinkan kendaraan bergerak terus tanpa kehilangan kecepatan yang berarti. Kelandaian maksimum didasarkan pada kecepatan truk yang bermuatan penuh yang mampu bergerak dengan penurunan kecepatan tidak lebih dari separuh kecepatan semula tanpa harus menggunakan gigi rendah. Kelandaian maksimum untuk berbagai VR ditetapkan dapat dilihat dalam Tabel 3.13.

Tabel 3.13 Persyaratan Kelandaian Maksimum

| Vr (Km/jam) | 120 | 110 | 100 | 80 | 60 | 50 | 40 |
|-------------------------|-----|-----|-----|----|----|----|----|
| Kelandaian Maksimum (%) | 3 | 3 | 4 | 5 | 8 | 9 | 10 |

Sumber: Direktorat Jenderal Bina Marga (1997)

Persamaan 3.12 berikut ini merupakan perhitungan yang digunakan untuk mencari kelandaian jalan:

$$g_n = \frac{PPV_n - PPV_{(n-1)}}{Sta\ PPV_n - Sta\ PPV_{(n-1)}} \quad (3.12)$$

dengan:

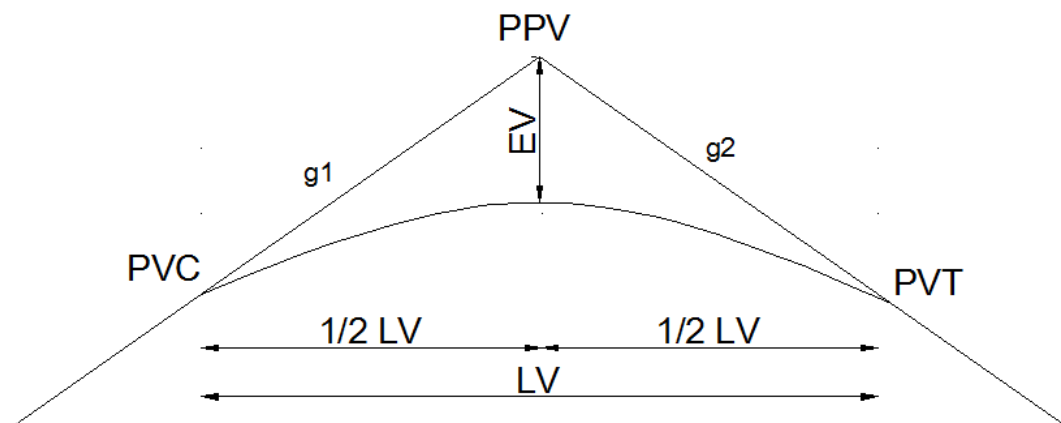
g_n = Kelandaian *tangent*

PPV = Titik pertemuan kedua garis *tangent*

3.12.2 Panjang Lengkung Vertikal

Lengkung *vertical* harus disediakan pada setiap lokasi yang mengalami perubahan kelandaian dengan tujuan mengurangi goncangan akibat perubahan kelandaian dan menyediakan jarak pandang henti. Lengkung *vertical* dibedakan menjadi 2 macam yaitu sebagai berikut:

1. Lengkung *vertical* cembung adalah lengkung dimana titik potong antara kedua *tangent* berada di atas permukaan jalan. Lengkung *vertical* cembung dapat dilihat pada Gambar 3.12.
2. Lengkung *vertical* cekung adalah lengkung dimana titik perpotongan antara kedua *tangen* berada di bawah permukaan jalan. Lengkung *vertical* cekung dapat dilihat pada Gambar 3.13.



Gambar 3.12 Lengkung Vertikal Cembung

(Sumber: Hendarsin, 2000)

3.13.1 Jarak Pandang Henti

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

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

Untuk menghitung Jarak Pandang Henti dapat menggunakan Persamaan 3.13 sebagai berikut:

$$JPH = Jht + Jhr$$

$$= \left(\frac{v}{3,6}\right) * t + \left(\frac{(v/3,6)^2}{2gf}\right) \quad (3.13)$$

dengan:

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

Jhr = Jarak pengereman yang diperlukan untuk menghentikan kendaraan sejak pengemudi menginjak rem sampai kendaraan berhenti (m)

v = Kecepatan rencana (km/jam)

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

g = Percepatan gravitasi, 9.8 m/dt²

f = Koefisien gesek memanjang antara ban dengan perkerasaan aspal (0.30 – 0.40)

Berikut Tabel 3.14 yang dapat digunakan untuk mengetahui jarak pandang henti minimum.

Tabel 3.14 Jarak Pandang Henti Minimum

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

Sumber: Direktorat Jenderal Bina Marga (1997)

Direktorat Jendral Bina Marga (1997), menyatakan 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 yaitu sebagai berikut ini:

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. Menurut Bina marga jarak pandang henti (JPH) dalam satuan meter dapat dihitung dengan Persamaan 3.14.

$$JPH = 0.278 \times V_r \times T \times 0.039^{(V)^2} \quad (3.14)$$

dengan:

V_r = Kecepatan rencana (km/jam)

T = waktu tanggap, ditetapkan Bina Marga 2.5 detik

a = tingkat perlambatan (meter/detik²)

3.13.2 Jarak Pandang Mendahului

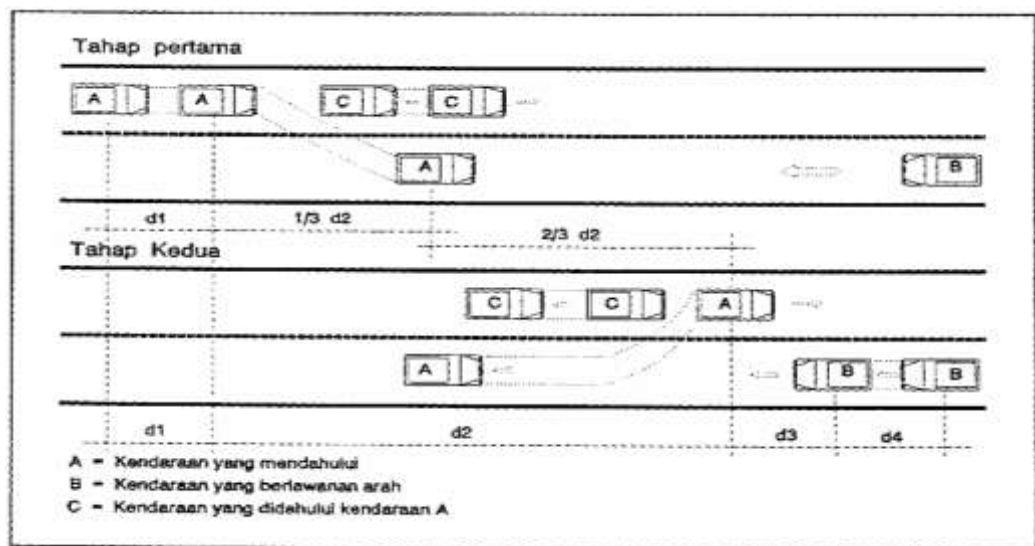
Jarak pandang mendahului (JPM) adalah jarak yang memungkinkan suatu kendaraan mendahului kendaraan lain di depannya dengan aman sampai kendaraan tersebut kembali ke lajur semula (lihat Gambar 3.14). Jarak pandang mendahului diukur berdasarkan asumsi bahwa tinggi mata pengemudi adalah 105 cm dan tinggi halangan adalah 105 cm. Direktorat Jendral Bina Marga (1997), menyatakan 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 memiliki standar dan minimum yang ditetapkan oleh Direktorat Jendral Bina Marga (1997), standar Jarak Pandang Minimum dapat dilihat pada Tabel 3.15 berikut ini.

Tabel 3.15 Jarak Pandang Mendahului Minimum

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

Sumber: Direktorat Jenderal Bina Marga (1997)



Gambar 3.14 Jarak Pandang Mendahului

(Sumber: Direktorat Jenderal Bina Marga 1997)

Untuk menghitung Jarak Pandang Mendahului Total (JPM) dapat menggunakan Persamaan 3.15.

$$\text{JPM Total} = d_1 + d_2 + d_3 + d_4 \quad (3.15)$$

dengan:

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

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

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

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

3.14 Koordinasi Alinyemen Dalam Perencanaan

RSNI Standar Geometrik Jalan Perkotaan (2004) menyatakan alinyemen *vertical*, alinyemen *horizontal* dan potongan melintang jalan arteri perkotaan harus dikoordinasikan sedemikian rupa sehingga menghasilkan suatu bentuk jalan yang baik dalam arti memudahkan pengemudi mengemudikan kendaraannya dengan aman dan nyaman. Bentuk kesatuan ketiga elemen jalan tersebut diharapkan dapat memberikan kesan atau petunjuk kepada pengemudi akan bentuk jalan yang akan dilalui di depannya, sehingga pengemudi dapat melakukan antisipasi lebih awal. Koordinasi alinyemen *vertical* dan alinyemen *horizontal* harus memenuhi ketentuan sebagai berikut:

1. Lengkung *horizontal* sebaiknya berhimpit dengan lengkung *vertical*, dan secara ideal alinyemen *horizontal* lebih panjang sedikit melingkupi alinyemen *vertical*.
2. Tikungan yang tajam pada bagian bawah lengkung *vertical* cekung (Gambar 3.14) atau pada bagian atas lengkung *vertical* cembung (Gambar 3.13) harus dihindarkan.
3. Lengkung *vertical* cekung pada landai jalan yang lurus dan panjang, harus dihindarkan.
4. Dua atau lebih lengkung *vertical* dalam satu lengkung *horizontal* harus dihindarkan.
5. Tikungan yang tajam diantara dua bagian jalan yang lurus dan panjang harus dihindarkan.

3.15 AutoCad Civil 3D 2006

AutoCAD *Civil 3D* merupakan program baru yang menggunakan teknologi perangkat lunak untuk memberikan suatu solusi yang benar-benar inovatif, menjadikan proses perancangan *civil engineering* khususnya geometrik jalan lebih mudah dan lebih cepat. Sehingga memberikan kelonggaran waktu yang lebih untuk

mencari solusi proyek yang terbaik. AutoCAD *Civil 3D* dibangun diatas program, sehingga secara bersamaan semua fungsi – fungsi AutoCAD dapat dijalankan.

Dalam suatu perencanaan yang akan saat ini dilakukan menggunakan AutoCAD *Civil 3D* 2006. Versi ini memiliki keunggulan fitur dalam suatu analisis perencanaan. Keunggulan yang dimiliki AutoCAD Civil 3D dibandingkan program bantu perencanaan lainnya yaitu memiliki konsep *3D Dynamic Modelling*. Konsep ini merupakan suatu solusi atas permasalahan yang sering terjadi dalam proses desain perencanaan. Adapun masalah yang sering dijumpai dalam proses desain, diantaranya sebagai berikut.

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

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

BAB IV METODE PENELITIAN

4.1 Jenis Penelitian

Jenis penelitian yang dilakukan merupakan penelitian deskriptif. Penelitian deskriptif adalah metode penelitian yang ditujukan untuk menggambarkan fenomena – fenomena yang ada, yang berlangsung saat ini atau saat yang lampau. Penelitian ini tidak mengadakan manipulasi atau perubahan pada variabel – variabel bebas, tetapi menggambarkan suatu kondisi apa adanya, penggambaran kondisi bisa individual atau menggunakan angka – angka (Sukmadinata, 2006).

Dalam penggunaan metode deskriptif ini sangat diperlukan adanya perencanaan agar uraian dari data-data yang diperoleh benar-benar mencakup seluruh persoalan dalam penelitian yang akan dilakukan. Perencanaan atau perumusan persoalan yang tepat akan menunjukkan informasi mengenai apa saja yang sebenarnya diperlukan dan dapat dilakukan. Biasanya data deskriptif digunakan sebagai dasar yang langsung untuk membuat keputusan-keputusan.

4.2 Tahapan Penelitian

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

1. Pencarian Referensi

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

2. Identifikasi Masalah

Masalah yang akan diteliti adalah penentuan titik rawan kecelakaan (*black spot*) dan mengevaluasi geometrik tikungan.

3. Pengambilan data

Data dalam penelitian ini berupa data primer dan data sekunder.

4. Pengolahan data

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

- a. Data primer diperoleh dengan pengukuran langsung dilapangan untuk data yang berkaitan dengan fisik jalan seperti lebar lajur, lebar bahu, kecepatan di lapangan, jari-jari lengkungan, dan superelevasi di tikungan.
- b. Data sekunder didapatkan melalui data kecelakaan lalu lintas dari Satlantas Resort Rembang dan buku referensi untuk mendukung data primer.

5. Analisis data

Analisis data dari penelitian ini adalah mencari titik rawan kecelakaan (*black spot*) kemudian mengevaluasi geometrik pada titik tersebut.

6. Kesimpulan

Kesimpulan dari analisis data dan pembahasan dalam penelitian ilmiah tersebut.

4.3 Jenis Data

Jenis data yang dikumpulkan dalam penelitian adalah sebagai berikut.

1. Data Primer

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

- a. data LHR, data fisik jalan meliputi lebar jalur, lebar lajur, dan lebar bahu.
- b. data yang berkaitan dengan lalu - lintas meliputi kecepatan dilapangan, jarak pandang henti, jarak pandang menyiap, serta penerangan jalan.
- c. pengukuran kecepatan kendaraan (*spot speed*) pada saat melewati daerah *black spot*.

2. Data Sekunder

Data – data sekunder ini diperoleh dari instansi-instansi pemerintah daerah yang terkait, seperti Satlantas Polres Rembang, Dinas Pekerjaan

Umum Bina Marga provinsi Jawa Tengah, dan instansi lainnya yang terkait. Adapun data- data yang diperoleh antara lain sebagai berikut ini.

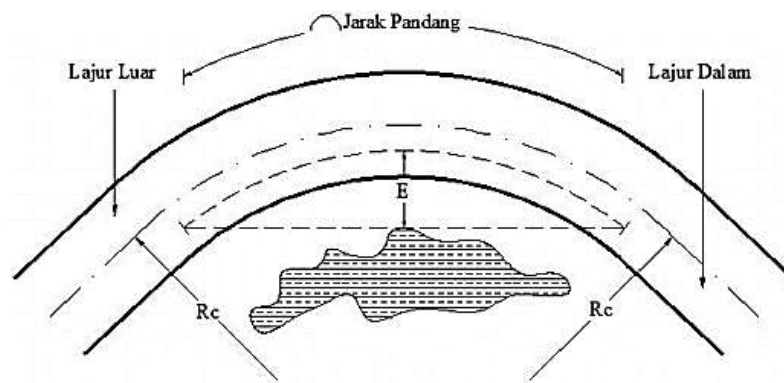
- a. Polres Rembang, data yang diambil berupa data tentang laka lantas selama 3 tahun (mulai tahun 2015 sampai tahun 2017). Data tersebut antara lain seperti jumlah kejadian kecelakaan, waktu kejadian kecelakaan, tipe kejadian kecelakaan, lokasi kejadian kecelakaan dan kerugian materil.
- b. dinas Pekerjaan Umum Bina Marga Provinsi Jawa Tengah, data yang diambil berupa data geometrik jalan.

4.4 Teknik Pengambilan Data

Teknik pengambilan data yang digunakan adalah sebagai berikut.

1. Menentukan angka kecelakaan pada daerah *black spot* hal pertama yang harus dilakukan adalah menyiapkan data sekunder dari Polres Rembang yang sudah ada. Kemudian melakukan perhitungan angka kecelakaan dengan kriteria yang telah ditetapkan Departemen Perhubungan yaitu peristiwa kecelakaan, jumlah kendaraan, orang yang terlibat dalam peristiwa kecelakaan dan banyaknya korban manusia. Data lajur jalan berupa jumlah lajur, jumlah jalur dan lebar lajur diperoleh dengan pengukuran langsung dilapangan.
2. Mengukur lebar bahu jalan, didapat dengan diukur langsung di lapangan.
3. Kecepatan kendaraan dilapangan, didapatkan dengan menghitung waktu yang ditempuh mobil ketika melewati ruas jalan yang diukur. Survei *Space Mean Speed* dilakukan dengan mengambil beberapa sampel mobil penumpang. Data yang di cari menggunakan alat ukur jarak, dengan menggunakan meteran dan alat ukur waktu, dengan menggunakan *stop watch*.
4. Mencari jarak pandang henti di tikungan dan berdasarkan kecepatan di lapangan. Kemudian ukur jarak pandang yang didapat di lapangan. Pengukuran dilakukan dengan cara sebagai berikut ini.
 - a. Mengukur benang sepanjang JPH.
 - b. Satu orang melihat dengan ketinggian mata 1.05 m kemudian satu orang lagi membawa kotak kecil dengan tinggi 0.15 m diletakkan di atas permukaan aspal.

- c. Catat panjang benang tiap kali pengamat sudah tidak jelas melihat kotak tersebut.
- d. Bila pengamat bisa melihat kotak tersebut lebih dari panjang benang yang ditaruh di permukaan jalan maka tidak perlu dicatat karena berarti JPH di titik pemandang sudah terpenuhi.
- e. Bila pelihat sudah hampir tidak bisa melihat kotak itu kurang dari panjang benang maka dicatat titik pemandang itu kemudian diukur panjang benang dari pemandang sampai kotak itu kemudian dicatat jarak pandangnya. Keterangan kondisi lihat Gambar 4.1 sebagai berikut.



Gambar 4.1 Jarak Pandang Henti di Tikungan

(Sumber: Hendarsin, 2000)

dengan:

E = Ruang Bebas Samping (m)

R_c = Jari – Jari Tikungan (m)

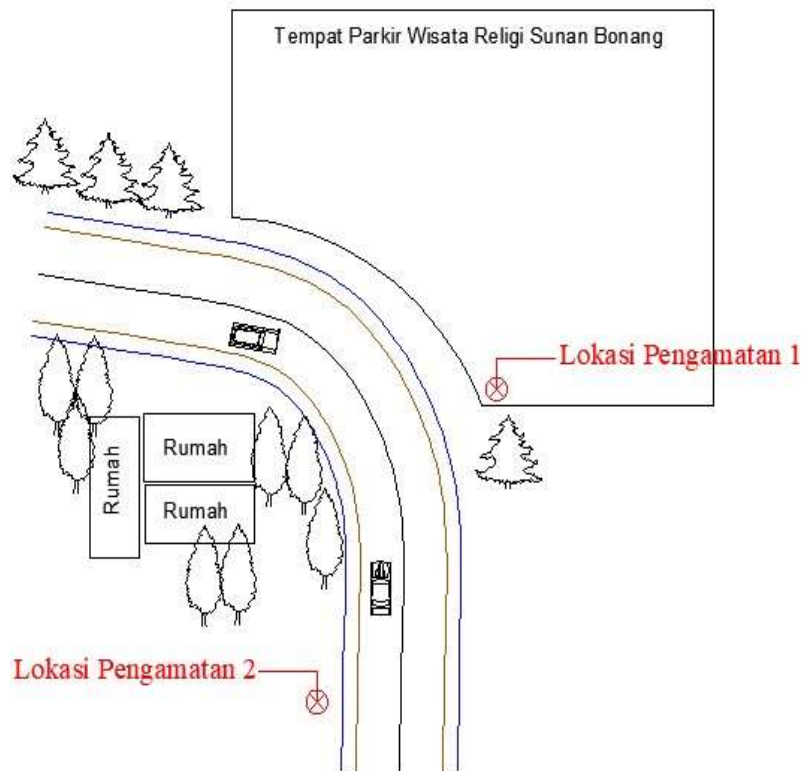
A = Titik Melihat Dengan Ketinggian Pengemudi

B = Titik Objek Pandangan

5. Jarak pandang mendahului didapat dari hasil pengukuran dilapangan sesuai dengan kecepatan dilapangan. Teknis pengambilan data JPH sebagai berikut.
 - a. Mengukur benang sepanjang JPM,
 - b. 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,

- c. Catat panjang benang tiap kali pengamat sudah tidak jelas melihat kotak tersebut,
 - d. Bila pengamat bisa melihat kotak tersebut lebih dari panjang benang yang ditaruh di permukaan jalan maka tidak perlu dicatat karena berarti JPM di titik pemandangan sudah terpenuhi, dan
 - e. Bila pelihat sudah hampir tidak bisa melihat kotak itu kurang dari panjang benang maka dicatat titik pemandangan itu kemudian diukur panjang benang dari pemandangan sampai kotak itu kemudian dicatat jarak pandangnya.
6. Mencari jari-jari kelengkungan dan superelevasi. Jari-jari kelengkungan didapatkan dengan melakukan trial untuk mendapatkan jari – jari lengkung yang paling mendekati. Superelevasi didapatkan dengan mengecek menggunakan gambar potongan melintang jalan, apakah perubahan superelevasi sudah sesuai standar Bina Marga atau belum.
 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 (*LB*)

Pengumpulan data pada waktu pengamatan diadakan 2 x 24 jam dengan menghitung waktu interval tiap 1 jam. Sketsa konsep jarak pandang henti dapat dilihat pada Gambar 4.2 sebagai berikut.



Gambar 4.2 Lokasi Survei Pengamatan Lalu Lintas Harian

4.5 Alat Yang Digunakan

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

1. alat tulis (kertas, pensil, pena, penggaris, penghapus, tip -x),
2. alat pengukur panjang (*roll meter*),
3. alat pengukur waktu (*stopwatch*),
4. program komputer (*Autocad, Auto Land Desktop, Microsoft Excel dan Word*),
5. kalkulator,
6. kendaraan bermotor,
7. alat dokumentasi (kamera *handycam*).

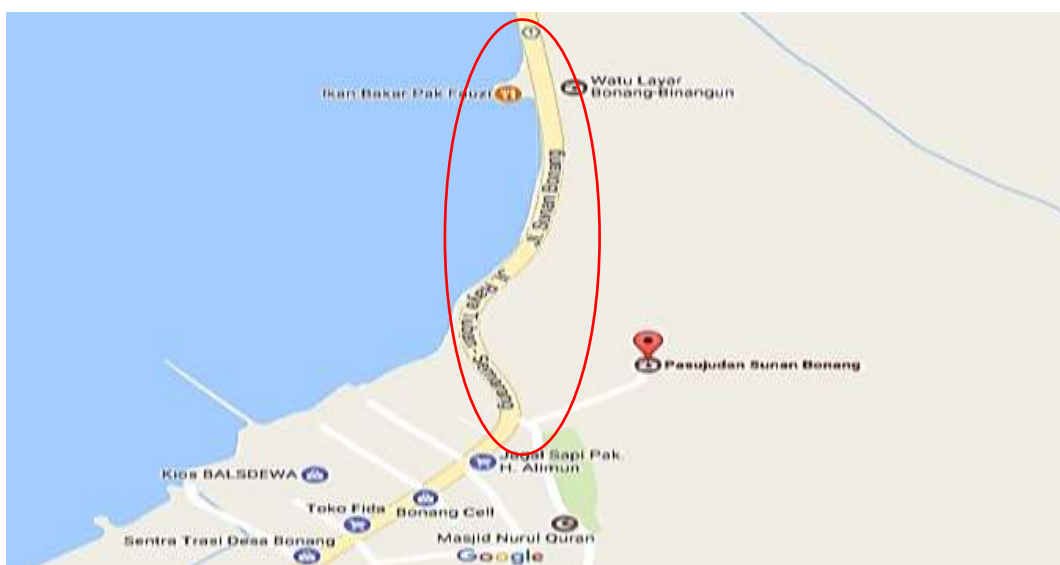
4.6 Waktu dan Lokasi Penelitian

Waktu untuk melaksanakan survei penelitian LHR sesuai *time schedule* yaitu Hari Jumat tanggal 6 Mei 2017 dan Minggu 8 Mei 2017. Pengamatan dilaksanakan selama 2 x 24 jam dengan interval waktu 1 jam. Berikut ini adalah waktu yang

ditetapkan untuk melaksanakan pengamatan:

1. pagi, pukul 06.00 - 09.00 WIB dan 10.00 - 11.50 WIB
2. siang dan sore, pukul 12.50 - 15.00 WIB dan 15.30 - 17.30 WIB
3. malam dan dini hari, pukul 18.00 - 21.45 WIB, 22.00 - 00.00 WIB, dan 00.15 - 02.45 WIB.

Lokasi penelitian dapat dilihat pada Gambar 4.3 yang berwarna merah dibawah ini.



Gambar 4.3 Lokasi Penelitian

(Sumber : *Google Maps*, 2017)

4.7 Metode Analisis Data

Metode analisis data yang digunakan menggunakan beberapa metode sebagai berikut ini.

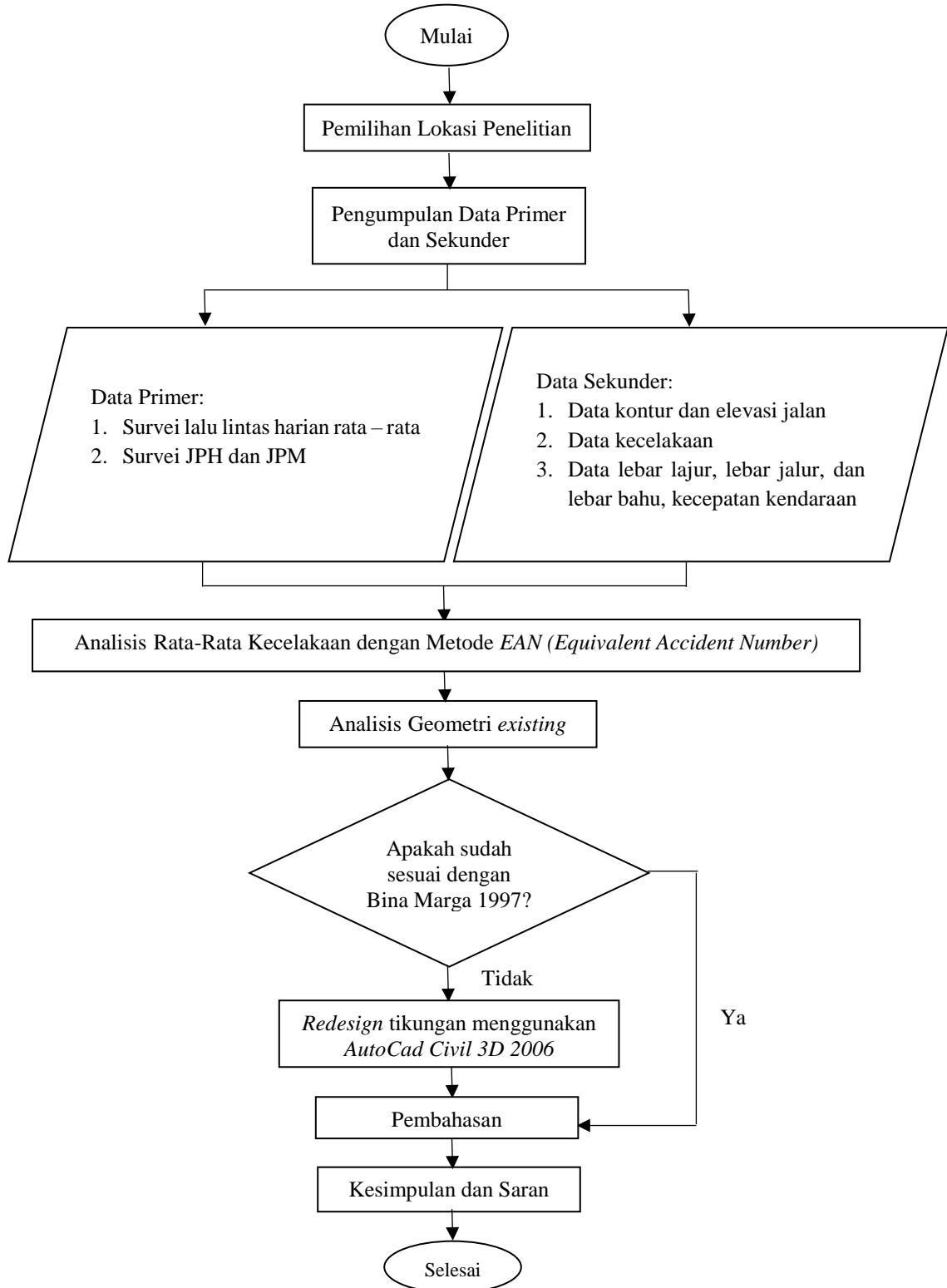
1. Analisis Daerah Rawan Kecelakaan (*Black Spot*) dengan Metode EAN
 - a. Mengelompokkan jumlah kecelakaan yang terjadi pada setiap lokasi.
 - b. Menghitung jumlah kecelakaan selama T tahun.
 - c. Menghitung rentang waktu pengamatan (tahun).
 - d. Menentukan panjang ruas jalan yang ditinjau (km).

2. Analisis Kecepatan Lapangan
 - a. Data dari pengamatan di lapangan kemudian direkapitulasi dan ditotal waktu tempuhnya untuk 2 arah, sehingga kemudian diperoleh total waktu 2 arah.
 - b. Dari analisis tersebut maka kecepatan sebenarnya
3. Analisis Jarak Pandang Henti (JPH)
 - a. Setelah kecepatan rencana dilapangan didapatkan, maka Jarak Pandang Henti minimum.
 - b. Setelah JPH minimum diperoleh, selanjutnya dicocokkan dengan pengukuran jarak pandang dilapangan.
 - c. Jarak pandang ditikungan diukur dari sumbu lajur sebelah dalam.
4. Analisis Jarak Pandang Menyiap (JPM)

Jarak Pandang Menyiap minimum didapatkan berdasarkan kecepatan rencana dilapangan.
5. Analisis Lengkung *Horizontal*
 - a. Hasil pengukuran di lapangan didapatkan titik – titik sepanjang jalan. Gambar tampak atas jalan dengan cara menghubungkan titik – titik hasil pengukuran pemetaan menggunakan program *AutoLand Desktop*.
 - b. Gambar garis as jalan dengan mengikuti keadaan jalan berdasarkan hasil pengukuran pemetaan.
 - c. Gambar garis tangen jalan hingga didapat titik PI dan sudut tikungan (Δ).
 - d. Dengan percobaan menggunakan berbagai jenis tikungan dan jari – jari tikungan menggunakan program *AutoLand Desktop*, didapatkan detail tikungan yang sesuai dengan hasil pengukuran di lapangan.
6. Analisis Lengkung *Vertical*
 - a. Hasil pengukuran di lapangan didapatkan elevasi pada tiap titik jalan.
 - b. Mencari nilai gn.

4.8 Bagan Alir Penelitian

Flow chart penelitian Tugas Akhir dapat dilihat pada Gambar 4.4 berikut ini.



Gambar 4.4 Bagan Alir Metode Penelitian

BAB V DATA, ANALISIS DAN PEMBAHASAN

5.1 Pengumpulan Data

5.1.1 Data Distribusi Kecelakaan Lalu Lintas

Distribusi kecelakaan lalu lintas dan kerugian materialnya dalam 3 tahun terakhir yaitu 2015, 2016, dan 2017 didapat dari kantor Polisi Resort Rembang dapat dilihat pada Tabel 5.1, Tabel 5.2 dan Tabel 5.3.

Tabel 5.1 Jumlah Kecelakaan Lalu Lintas dan Kerugian Material Tahun 2015 Kabupaten Rembang

| No | Bulan | Jumlah (Kasus) | Selesai Perkara (Kasus) | Sisa Perkara (Kasus) | Korban | | | |
|--------|-----------|----------------|-------------------------|----------------------|--------|----|-----|---------------|
| | | | | | MD | LB | LR | Materiil (Rp) |
| 1. | Januari | 25 | 23 | 2 | 7 | 2 | 25 | 22,500,000 |
| 2. | Februari | 34 | 30 | 6 | 10 | 1 | 40 | 41,500,000 |
| 3. | Maret | 26 | 24 | 8 | 6 | 0 | 32 | 21,250,000 |
| 4. | April | 22 | 22 | 8 | 5 | 0 | 32 | 46,550,000 |
| 5. | Mei | 32 | 28 | 12 | 13 | 1 | 36 | 36,650,000 |
| 6. | Juni | 35 | 28 | 19 | 13 | 0 | 27 | 45,325,000 |
| 7. | Juli | 27 | 25 | 21 | 7 | 0 | 34 | 49,450,000 |
| 8. | Agustus | 43 | 38 | 26 | 12 | 1 | 44 | 28,550,000 |
| 9. | September | 40 | 37 | 29 | 8 | 0 | 55 | 67,200,000 |
| 10. | Oktober | 31 | 28 | 32 | 7 | 0 | 45 | 64,700,000 |
| 11. | November | 26 | 25 | 33 | 11 | 2 | 28 | 19,650,000 |
| 12. | Desember | 30 | 25 | 38 | 5 | 2 | 39 | 43,450,000 |
| JUMLAH | | 371 | 333 | 38 | 104 | 9 | 440 | 486,675,000 |

Sumber: Polres Rembang (2017)

Tabel 5.2 Jumlah Kecelakaan Lalu Lintas dan Kerugian Material Tahun 2016 Kabupaten Rembang

| No | Bulan | Jumlah (Kasus) | Selesai Perkara (Kasus) | Sisa Perkara (Kasus) | Korban | | | |
|--------|-----------|----------------|-------------------------|----------------------|--------|----|-----|---------------|
| | | | | | MD | LB | LR | Materiil (Rp) |
| 1. | Januari | 33 | 30 | 3 | 11 | 2 | 37 | 88,550,000 |
| 2. | Februari | 32 | 30 | 5 | 10 | 1 | 33 | 31,700,000 |
| 3. | Maret | 43 | 38 | 10 | 5 | 0 | 63 | 64,600,000 |
| 4. | April | 31 | 25 | 16 | 18 | 1 | 29 | 29,900,000 |
| 5. | Mei | 25 | 23 | 18 | 10 | 0 | 22 | 28,300,000 |
| 6. | Juni | 37 | 34 | 22 | 9 | 0 | 56 | 34,250,000 |
| 7. | Juli | 38 | 35 | 25 | 6 | 0 | 51 | 71,600,000 |
| 8. | Agustus | 37 | 34 | 28 | 7 | 0 | 53 | 77,100,000 |
| 9. | September | 41 | 35 | 34 | 9 | 1 | 51 | 54,300,000 |
| 10. | Oktober | 49 | 47 | 36 | 16 | 0 | 61 | 74,950,000 |
| 11. | November | 38 | 36 | 38 | 8 | 0 | 56 | 54,650,000 |
| 12. | Desember | 27 | 22 | 53 | 8 | 2 | 33 | 43,600,000 |
| JUMLAH | | 431 | 389 | 43 | 117 | 7 | 545 | 653,500,000 |

Sumber: Polres Rembang (2017)

Tabel 5.3 Jumlah Kecelakaan Lalu Lintas dan Kerugian Material Tahun 2017 Kabupaten Rembang

| No | Bulan | Jumlah (Kasus) | Selesai Perkara (Kasus) | Sisa Perkara (Kasus) | Korban | | | |
|-----|-----------|----------------|-------------------------|----------------------|--------|----|----|---------------|
| | | | | | MD | LB | LR | Materiil (Rp) |
| 1. | Januari | 36 | 34 | 2 | 6 | 2 | 53 | 37,925,000 |
| 2. | Februari | 37 | 32 | 5 | 12 | 0 | 43 | 63,900,000 |
| 3. | Maret | 27 | 25 | 2 | 5 | 0 | 37 | 20,900,000 |
| 4. | April | 41 | 39 | 2 | 12 | 3 | 49 | 38,825,000 |
| 5. | Mei | 50 | 46 | 4 | 13 | 0 | 65 | 63,285,000 |
| 6. | Juni | 35 | 30 | 5 | 12 | 0 | 41 | 64,650,000 |
| 7. | Juli | 33 | 32 | 1 | 12 | 0 | 51 | 43,150,000 |
| 8. | Agustus | 39 | 38 | 1 | 12 | 0 | 40 | 70,525,000 |
| 9. | September | 52 | 47 | 5 | 16 | 1 | 71 | 77,450,000 |
| 10. | Oktober | 41 | 36 | 5 | 12 | 1 | 52 | 55,950,000 |

| No | Bulan | Jumlah (Kasus) | Selesai Perkara (Kasus) | Sisa Perkara (Kasus) | Korban | | | |
|--------|----------|----------------|-------------------------|----------------------|--------|----|-----|---------------|
| | | | | | MD | LB | LR | Materiil (Rp) |
| 11. | November | 45 | 41 | 4 | 11 | 1 | 55 | 44,700,000 |
| 12. | Desember | - | - | - | - | - | - | - |
| JUMLAH | | 435 | 400 | 36 | 123 | 8 | 557 | 581,260,000 |

Sumber: Polres Rembang (2017)

Keterangan:

MD = Meninggal Dunia

LB = Luka Berat

LR = Luka Ringan

Dari tabel diatas dapat dilihat bahwa angka kecelakaan lalu lintas dalam kurun waktu 3 tahun terakhir mengalami kenaikan dalam hal jumlah korban meninggal dunia per tahun. Sedangkan dalam hal kerugian materi yang terjadi dalam 3 tahun mengalami kenaikan. Angka kerugian materi tertinggi pada tahun 2016 sebesar Rp. 653,500,000 (Enam Ratus Lima Puluh Tiga Juta Lima Ratus Ribu Rupiah). Angka kecelakaan lalu lintas tertinggi berdasarkan data diatas dilihat dari jumlah kecelakaan yang terjadi di Kabupaten Rembang pada tahun 2015 adalah bulan Agustus, tahun 2016 bulan Oktober, dan tahun 2017 bulan September. Sedangkan angka kecelakaan terendah dalam kurun waktu 3 tahun tersebut terjadi pada bulan April 2015.

Berdasarkan data Polres Rembang tahun 2017 tentang *black spot* di 7 (tujuh) titik lokasi di Kabupaten Rembang diambil 3 (tiga) lokasi karena nilai EAN tertinggi. Data *black spot* dapat dilihat pada Lampiran 2. Tiga lokasi dengan nilai EAN tertinggi dapat dilihat pada Tabel 5.4. sebagai berikut.

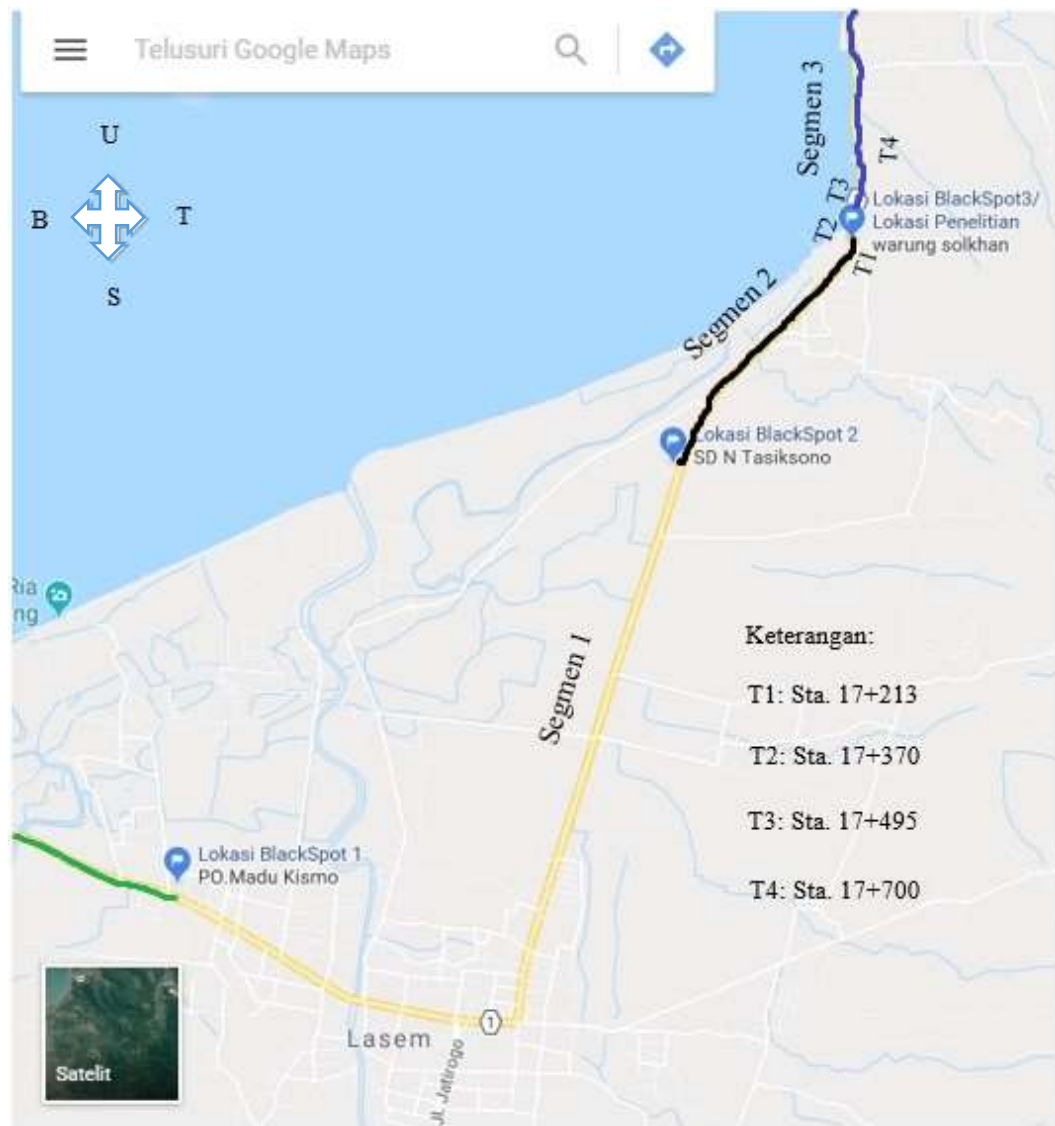
Tabel 5.4 Data *black spot* Tertinggi pada 3 Lokasi Dari 2015-2017 Kabupaten Rembang

| Lokasi Kecelakaan | Jumlah Kejadian Kecelakaan (Kasus) | Korban | | | Bobot | | | EAN |
|---|------------------------------------|--------|----|----|------------|-----------|-----------|-----|
| | | MD | LB | LR | MD = 12 | LB = 3 | LR = 1 | |
| Segmen 1 Km 124.5 Smg-Rbg (Sta. 14+200) | 16 | 5 | 2 | 9 | 60 | 6 | 9 | 75 |
| Segmen 2 Km 126 Smg-Rbg (Sta. 15+700) | 21 | 4 | 2 | 15 | 48 | 6 | 15 | 69 |
| Segmen 3 Km 127.5 Smg-Rbg (Sta. 17+180) | 25 | 9 | 3 | 13 | 108 | 9 | 13 | 130 |
| Total | 62 | | | | | | | 274 |

Sumber: Polres Rembang (2017)

Berdasarkan data *black spot* dari Polres Rembang tahun 2017 diatas menunjukkan lokasi penelitian yang terletak di Sta.17+180 menjadi lokasi *black spot* dengan Angka Ekuivalen Kecelakaan (EAN) terbesar yaitu 130. Penentuan ketiga lokasi diatas berdasarkan nilai EAN tertinggi dan lokasi *black spot* yang berdekatan dengan lokasi penelitian pada Sta. 17+180.

Pada Sta. 17+180 - Sta. 17+830 lokasi penelitian terdapat empat tikungan dimana terdapat parameter geometrik yang belum sesuai dengan standar minimum yang berhubungan dengan faktor penyebab kecelakaan menurut Departemen Permukiman dan Prasarana Wilayah yang dapat dilihat pada Tabel 3.2. Maka perlu dilakukan evaluasi geometri untuk ke empat tikungan yang diteliti hanya pada faktor-faktor penyebab kecelakaannya. Pada faktor pencegahan kecelakaan juga dilakukan evaluasi dan penanganan sesuai Tabel 3.1. Penentuan panjang km diambil dari Tugu Muda Kota Semarang (Km 0). Sedangkan penentuan Sta. 0+000 menuju lokasi penelitian diambil dari Depan Kantor Bupati Rembang. Ketiga lokasi *black spot* dan keempat tikungan yang diteliti dapat dilihat pada Gambar 5.1.



Gambar 5.1 Lokasi Titik-Titik *Black Spot* dan Letak Tikungan

(Sumber: *Google Maps*, 2017)

5.1.2 Data Kelas Korban Kecelakaan

Berikut ini adalah analisis karakteristik kecelakaan lalu lintas berdasarkan kelas korban kecelakaan dan kerugian material yang diakumulasi selama 3 tahun menurut data distribusi kecelakaan lalu lintas seluruh Kabupaten Rembang . Hasil analisis dapat dilihat pada Tabel 5.5 sebagai berikut.

Tabel 5.5 Kelas Korban dan Kerugian Material Dalam 3 Tahun Kabupaten Rembang

| Uraian | Tahun | | | | | | TOTAL | |
|---------------------------|-------------|------|-------------|------|-------------|------|---------------|--------|
| | 2015 | | 2016 | | 2017 | | % | Jumlah |
| 1. Korban Jiwa | Jumlah | % | Jumlah | % | Jumlah | % | % | Jumlah |
| a. Luka Ringan | 440 | 79.5 | 545 | 81.5 | 557 | 80.9 | 81 | 1542 |
| b. Luka Berat | 9 | 1.6 | 7 | 1.1 | 8 | 1.2 | 1 | 24 |
| c. Meninggal Dunia | 104 | 18.8 | 117 | 17.5 | 123 | 17.9 | 18 | 344 |
| 2. Kerugian Material (Rp) | 486,675,000 | | 653,500,000 | | 581,260,000 | | 1,721,435,000 | |

Dari Tabel 5.5 dapat dilihat bahwa korban jiwa yang berupa korban luka ringan memiliki persentase tertinggi dalam kelas korban kecelakaan lalu lintas di Kabupaten Rembang yaitu mencapai 81% dengan kerugian material dalam 3 tahun terakhir mencapai angka Rp. 1,721,435,000.00. Sedangkan kelas korban jiwa total yang meninggal dunia sebesar 18%.

5.1.3 Data Survei Lalu Lintas Harian

Data lalu lintas harian pada tahun 2017 didapat dari survei lapangan pada hari Jumat dan Minggu tanggal 6 Mei 2017 dan 8 Mei 2017. Untuk rekapitulasi satuan mobil penumpang dapat dilihat pada Tabel 5.6 dan Tabel 5.7.

Tabel 5.6 Rekapitulasi LHR hari Jumat

| Golongan | Jumlah Kendaraan | emp | LHR (smp/hari) |
|----------|------------------|-----|----------------|
| 1 | 9531 | 0.4 | 3812.4 |
| 2 | 1719 | 1 | 1719 |
| 3 | 550 | 2 | 1100 |
| 4 | 155 | 2 | 310 |
| 5a | 653 | 2 | 1306 |
| 5b | 856 | 5 | 4280 |
| 6a | 177 | 5 | 885 |
| 6b | 955 | 5 | 4775 |
| 7a | 1345 | 5 | 6725 |
| 7b | 221 | 5 | 1105 |

| Golongan | Jumlah Kendaraan | emp | LHR (smp/hari) |
|-----------------|-------------------------|------------|-----------------------|
| 7c | 655 | 5 | 3275 |
| | | Jumlah | 29292.4 |

Tabel 5.7 Rekapitulasi LHR hari Minggu

| Golongan | Jumlah Kendaraan | emp | LHR (smp/hari) |
|-----------------|-------------------------|------------|-----------------------|
| 1 | 4458 | 0,4 | 1783.2 |
| 2 | 1450 | 1 | 1450 |
| 3 | 550 | 2 | 1100 |
| 4 | 246 | 2 | 492 |
| 5a | 288 | 2 | 576 |
| 5b | 476 | 5 | 2380 |
| 6a | 935 | 5 | 4675 |
| 6b | 556 | 5 | 2780 |
| 7a | 1410 | 5 | 7050 |
| 7b | 627 | 5 | 3135 |
| 7c | 1096 | 5 | 5480 |
| | | Jumlah | 30901.2 |

5.1.4 Data Lebar Jalur dan Lebar Bahu

Data didapatkan dari Departemen Pekerjaan Umum Direktorat Jenderal Bina Marga Provinsi Jawa Tengah Tahun 2017. Lebar jalur pada Jalan Pantura Sunan Bonang Km 17.18 Kabupaten Rembang adalah 9 meter, dimana setiap lajunya mempunyai lebar 4.5 meter. Lebar lajur ini sudah memenuhi standar Bina Marga tahun 1997 untuk jalan Arteri kelas 1 sebesar 3.75 meter. Sedangkan untuk data lebar bahu jalan terdapat pada Tabel 5.8.

Tabel 5.8 Hasil Rekapitulasi Data Lebar Bahu Jalan

| Stasiun | Bahu | |
|---------|--------------|---------------|
| | Kiri (meter) | Kanan (meter) |
| 17+150 | 1.5 | 1.5 |
| 17+200 | 1.5 | 1.5 |
| 17+250 | 1.82 | 1.82 |
| 17+300 | 1.82 | 1.82 |
| 17+350 | 1.82 | 1.82 |
| 17+400 | 1.82 | 1.82 |
| 17+450 | 1.82 | 1.82 |
| 17+500 | 1.82 | 1.82 |
| 17+550 | 1.82 | 1.82 |
| 17+600 | 1.82 | 1.82 |
| 17+650 | 1.5 | 1.5 |
| 17+700 | 1.5 | 1.5 |
| 17+750 | 1.5 | 1.5 |

Lebar bahu jalan pada Jalan Bonang Km 17.18 Kabupaten Rembang seperti yang dapat dilihat pada Tabel 5.8 dimana lebar bahu jalan sebelah kiri pada lokasi penelitian tidak memenuhi standar Bina Marga tahun 1997 untuk jalan arteri kelas 1 yang lebar ideal 2 meter, sedangkan lebar bahu jalan sebelah kanan yang tidak memenuhi standar minimum Bina Marga tahun 1997 sebesar 1.5 meter hanya pada stasiun 17+150.

5.1.5 Rekapitulasi Data Geometrik Eksisting

Berikut ini adalah rekapitulasi data geometrik empat tikungan pada lokasi penelitian yang bersumber dari Direktorat Jenderal Bina Marga Provinsi Jawa Tengah Tahun 2016. Berikut ini dapat dilihat pada Tabel 5.9 rekap data tikungan 1, tikungan 2, tikungan 3, dan tikungan 4. Gambar detail eksisting dapat dilihat pada Lampiran 3.

Tabel 5.9 Rekapitulasi Data Geometrik Tikungan 1 dan Tikungan 2.

| Tikungan 1 | | | Tikungan 2 | | |
|-------------------|-----------|--------|-------------------|-------------|--------|
| Tipe | S-C-S | Unit | Tipe | S-C-S | Unit |
| X | 551630 | | X | 551570 | |
| Y | 9263760 | | Y | 9263896 | |
| W | 9 | m | W | 9 | m |
| Vr | 30 | km/jam | Vr | 40 | km/jam |
| Rd | 60 | m | Rd | 110 | m |
| Δ | 60°47'37" | | Δ | 60°18'51.3" | |
| e | 7.1 | % | e | 7.2 | % |
| p | 0.496 | m | p | 0.23 | m |
| k | 12.48 | m | k | 12.49 | m |
| T | 47.94 | m | T | 76.54 | m |
| E | 10.07 | m | E | 17.49 | m |
| Lc | 38.68 | m | Lc | 90.84 | m |
| Ls | 25 | m | Ls | 25 | m |
| Ltot | 88.68 | m | Ltot | 140.84 | m |
| Tikungan 3 | | | Tikungan 4 | | |
| Tipe | S-C-S | Unit | Tipe | S-C-S | Unit |
| X | 551630 | | X | 551570 | |
| Y | 9263760 | | Y | 9263896 | |
| W | 9 | m | W | 9 | m |
| Vr | 30 | km/jam | Vr | 40 | km/jam |
| Rd | 60 | m | Rd | 110 | m |
| Δ | 60°47'37" | | Δ | 60°18'51.3" | |
| e | 7.1 | % | e | 7.2 | % |
| p | 0.496 | m | p | 0.23 | m |
| k | 12.48 | m | k | 12.49 | m |
| T | 47.94 | m | T | 76.54 | m |
| E | 10.07 | m | E | 17.49 | m |
| Lc | 38.68 | m | Lc | 90.84 | m |
| Ls | 25 | m | Ls | 40 | m |
| Ltot | 88.68 | m | Ltot | 140.84 | m |

Sumber: Dinas Pekerjaan Umum Provinsi Jawa Tengah (2017)

5.1.6 Data Kecepatan Lapangan

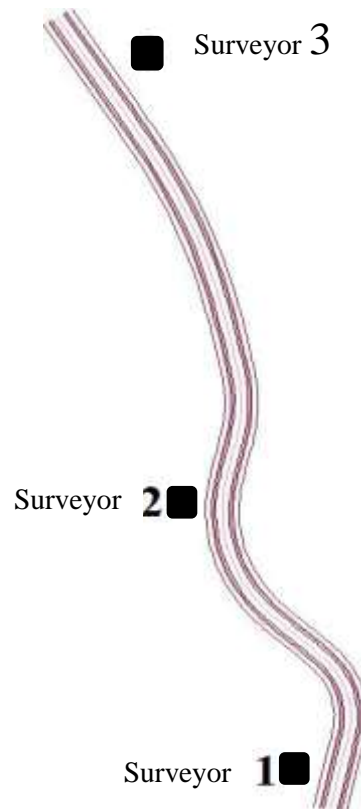
Data kecepatan di lapangan diperoleh dari waktu tempuh kendaraan seperti pada Tabel 5.10 yang kemudian dilakukan perhitungan untuk mendapatkan kecepatan rata - rata kendaraan di lapangan menggunakan Persamaan 3.5. Waktu

tempuh kendaraan di lapangan yang diambil adalah tikungan. Pengamatan pada jalan tikungan dilakukan secara terpisah masing-masing sepanjang 200 meter. Sampel diambil berdasarkan laju kendaraan, volume, dan faktor terbanyak penyebab kecelakaan yaitu masing-masing 20 motor, 20 mobil dan 20 bus besar.

Tabel 5.10 Data Kecepatan Lapangan

| Sampel | Kecepatan (km/jam) | | | | | |
|--------|--------------------|-------|-----------|------------|-------|-----------|
| | Arah Timur | | | Arah Barat | | |
| | Motor | Mobil | Bus Besar | Motor | Mobil | Bus Besar |
| 1 | 55 | 51 | 61 | 48 | 52 | 63 |
| 2 | 52 | 45 | 62 | 56 | 55 | 61 |
| 3 | 51 | 47 | 66 | 58 | 58 | 64 |
| 4 | 58 | 55 | 63 | 59 | 54 | 60 |
| 5 | 50 | 57 | 58 | 60 | 51 | 58 |
| 6 | 53 | 59 | 61 | 61 | 50 | 51 |
| 7 | 55 | 56 | 62 | 59 | 58 | 59 |
| 8 | 56 | 54 | 56 | 56 | 56 | 52 |
| 9 | 50 | 51 | 54 | 52 | 59 | 57 |
| 10 | 48 | 52 | 51 | 56 | 57 | 56 |
| 11 | 59 | 58 | 61 | 53 | 56 | 50 |
| 12 | 60 | 50 | 54 | 61 | 59 | 56 |
| 13 | 49 | 51 | 57 | 65 | 50 | 52 |
| 14 | 53 | 53 | 58 | 66 | 60 | 57 |
| 15 | 55 | 56 | 54 | 63 | 61 | 51 |
| 16 | 56 | 60 | 63 | 62 | 58 | 56 |
| 17 | 58 | 54 | 62 | 68 | 52 | 51 |
| 18 | 47 | 59 | 65 | 65 | 51 | 52 |
| 19 | 59 | 61 | 62 | 58 | 53 | 59 |
| 20 | 60 | 55 | 61 | 52 | 56 | 57 |

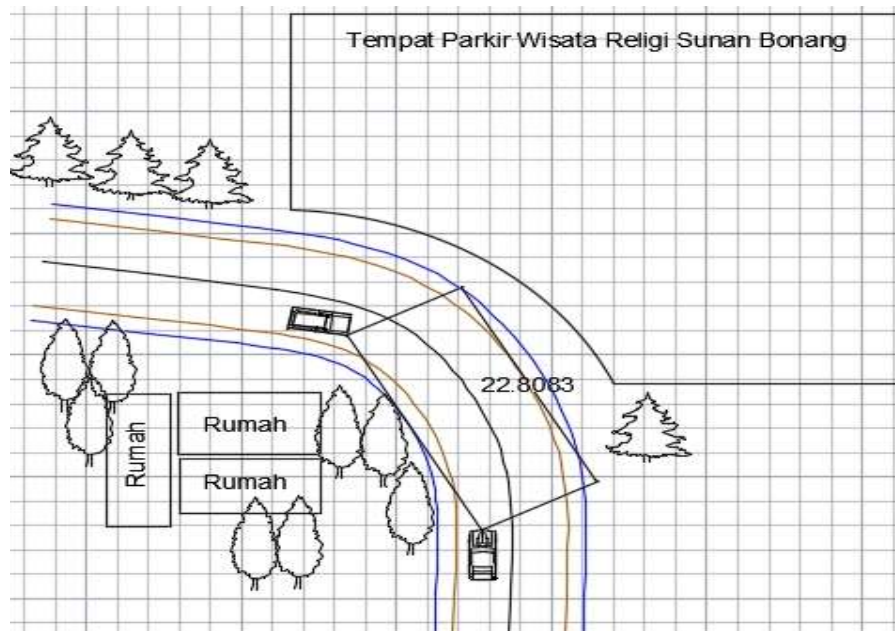
Berdasarkan hasil data dengan sampel masing-masing 20 motor, 20 mobil dan 20 bus besar tersebut didapat nilai kecepatan terendah dan tertinggi pada jalan lurus adalah 45 Km/Jam dan 68 Km/Jam. Gambar titik pengamatan kecepatan dapat dilihat pada Gambar 5.2.



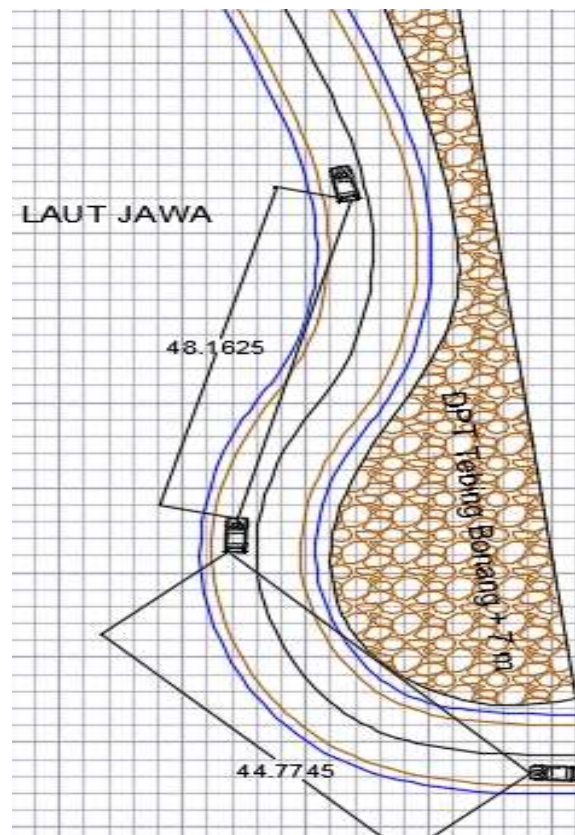
Gambar 5.2 Titik Pengambilan Kecepatan Kendaraan

5.1.7 Data Jarak Pandang Henti

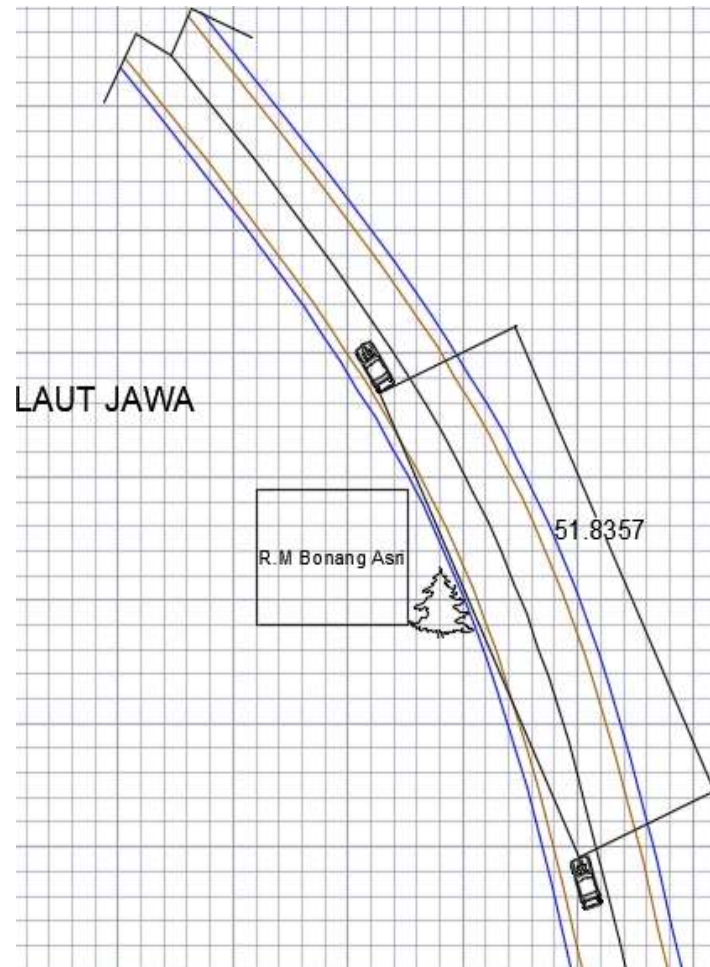
Data jarak pandang henti didapatkan melalui hasil pengukuran situasi di lapangan yang digambarkan pada *software Autocad 2016* dan dihitung jarak pandang henti minimum yang tersedia. Pengukuran jarak pandang henti dapat dilihat pada Gambar 5.3, Gambar 5.4, dan Gambar 5.5.



Gambar 5.3 Pengukuran Jarak Pandang Henti Tikungan 1



Gambar 5.4 Pengukuran Jarak Pandang Henti Tikungan 2 dan 3



Gambar 5.5 Pengukuran Jarak Pandang Henti Tikungan 4

Hasil pengukuran jarak pandang henti minimum di lapangan menggunakan *Software AutoCad 2016* dapat dilihat pada Tabel 5.11.

Tabel 5.11 Hasil Pengukuran Jarak Pandang Henti di Lapangan

| Tikungan | Jarak Pandang Henti Tersedia di Lapangan (m) |
|-----------------|---|
| 1 | 22.81 |
| 2 | 44.77 |
| 3 | 48.15 |
| 4 | 51.83 |

5.2 Analisis Kondisi Eksisting

5.2.1 Analisis Angka Kecelakaan Per Km

Angka kecelakaan per km (*Accident rate per kilometers*), dapat dihitung dengan menggunakan Persamaan 3.1. Berdasarkan dari data *black spot* pada Lampiran 2 untuk segmen 1 ruas Bonang km 127.5 (Sta 17+180) selama 3 tahun yang didapat dari kantor Polisi Resort Rembang dapat dilihat pada analisis berikut ini. Panjang jalan (L) yang diambil sebesar 650 m mulai dari Sta.17+180-17+830.

1. Januari-Desember Tahun 2015

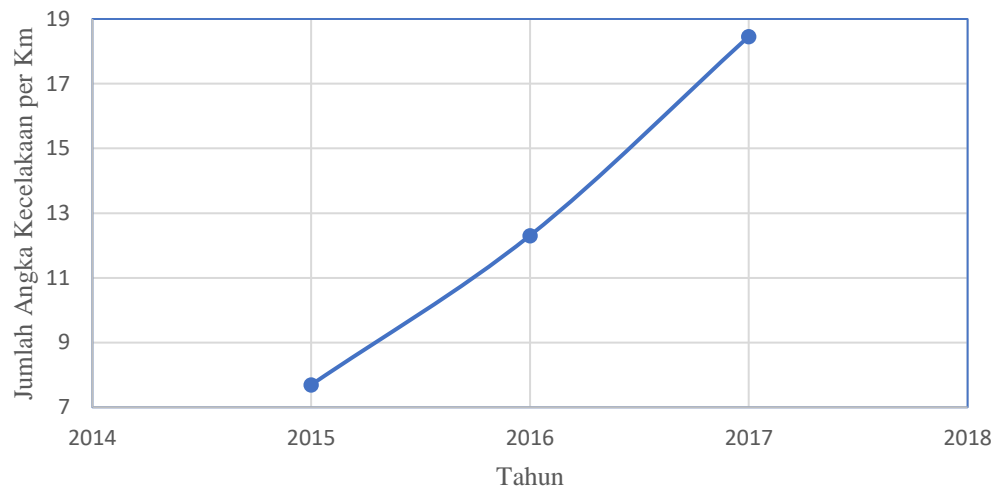
$$\begin{aligned} R_L &= \frac{Ac}{L} \\ &= \frac{5}{0.65} = 8 \text{ Kecelakaan / Km / Tahun} \end{aligned}$$

2. Januari-Desember Tahun 2016

$$\begin{aligned} R_L &= \frac{Ac}{L} \\ &= \frac{8}{0.65} = 12 \text{ Kecelakaan / Km / Tahun} \end{aligned}$$

3. Januari-November Tahun 2017

$$\begin{aligned} R_L &= \frac{Ac}{L} \\ &= \frac{12}{0.65} = 18 \text{ Kecelakaan / Km / Tahun} \end{aligned}$$



Gambar 5.6 Grafik Angka Kecelakaan Per Km

Berdasarkan dari hasil perhitungan angka kecelakaan per km Persamaan 3.1 didapat angka kecelakaan per km tahun 2015 adalah 7 Kecelakaan/Tahun, angka kecelakaan per km tahun 2016 adalah 7 Kecelakaan/Tahun, angka kecelakaan per km tahun 2017 adalah 8 Kecelakaan/Tahun dan untuk angka kecelakaan per km januari-mei tahun 2016 adalah 2 Kecelakaan/Tahun sehingga angka kecelakaan per km tertinggi terjadi pada tahun 2014.

5.2.2 Analisis Ekuivalen Angka Kecelakaan

Metode untuk menghitung angka kecelakaan adalah dengan menggunakan metode EAN (*Equivalent Accident Number*) yang merupakan pembobotan angka ekuivalen kecelakaan. Berdasarkan data *black spot* pada Lampiran 2 untuk segmen 1 ruas Bonang km 127.5 (Sta 17+180) dapat dikerjakan dengan Persamaan 3.3. Hasil analisis dapat dilihat pada hitungan sebagai berikut.

1. Januari-Desember Tahun 2015

$$\begin{aligned}
 \text{EAN} &= 12 \text{ MD} + 3 \text{ LB} + 3 \text{ LR} + 1 \text{ K} \\
 &= 12 (4) + 3 (0) + 3 (1) + 1 (5) \\
 &= 56 \text{ (Menurut Tabel 3.1 masuk kategori Cukup Berbahaya)}
 \end{aligned}$$

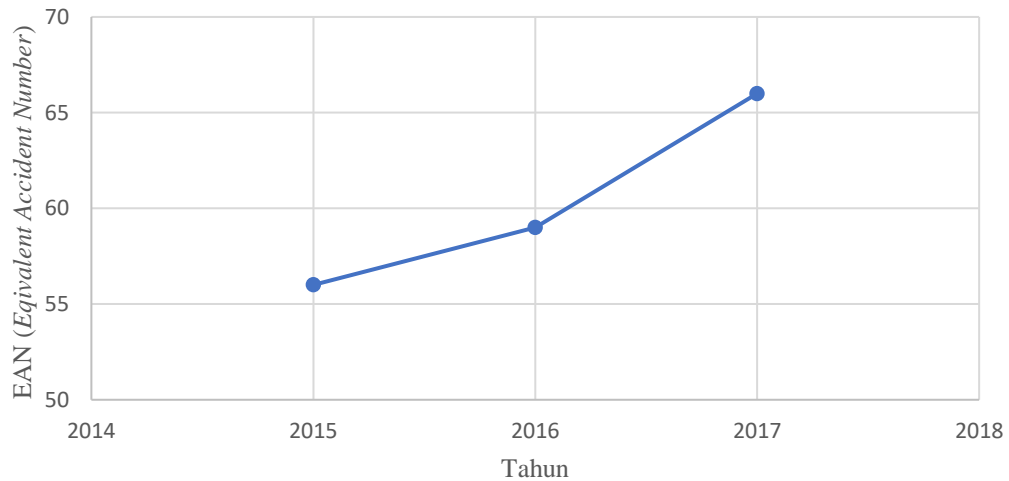
2. Januari-Desember Tahun 2016

$$\begin{aligned}
 \text{EAN} &= 12 \text{ MD} + 3 \text{ LB} + 3 \text{ LR} + 1 \text{ K} \\
 &= 12 (3) + 3 (2) + 3 (3) + 1 (8)
 \end{aligned}$$

= 59 (Menurut Tabel 3.1 masuk kategori Cukup Berbahaya)

3. Januari-Nopember Tahun 2017

$$\begin{aligned} \text{EAN} &= 12 \text{ MD} + 3 \text{ LB} + 3 \text{ LR} + 1 \text{ K} \\ &= 12 (2) + 3 (1) + 3 (9) + 1 (12) \\ &= 66 \text{ (Menurut Tabel 3.1 masuk kategori Cukup Berbahaya)} \end{aligned}$$



Gambar 5.7 Grafik Ekivalen Angka Kecelakaan Selama 3 Tahun

Berdasarkan dari hasil perhitungan angka kecelakaan Persamaan 3.3 didapat angka kecelakaan tahun 2015 adalah 56, angka kecelakaan tahun 2016 adalah 59, angka kecelakaan tahun 2017 adalah 66. Sehingga angka kecelakaan tertinggi terjadi pada tahun 2017.

5.2.3 Analisis Tingkat Kecelakaan

Semakin tidak sesuai suatu desain geometrik jalan, tikungan, dan fasilitas penunjang jalan berdasarkan acuan Bina Marga 1997 maka semakin tinggi tingkat kecelakaan di lokasi tersebut dapat terjadi. Perhitungan tingkat kecelakaan pada segmen 1 ruas Bonang km 127.5 (Sta 17+180) menggunakan Persamaan 3.2 berikut ini.

1. Januari-Desember Tahun 2015

$$\text{TK} = \frac{\text{JK}}{\text{T} \times \text{L}}$$

$$= \frac{5}{1 \times 0.65}$$

$$= 8 \text{ Kecelakaan/ Tahun.Km}$$

2. Januari-Desember Tahun 2016

$$\text{TK} = \frac{\text{JK}}{\text{T} \times \text{L}}$$

$$= \frac{8}{1 \times 0.65}$$

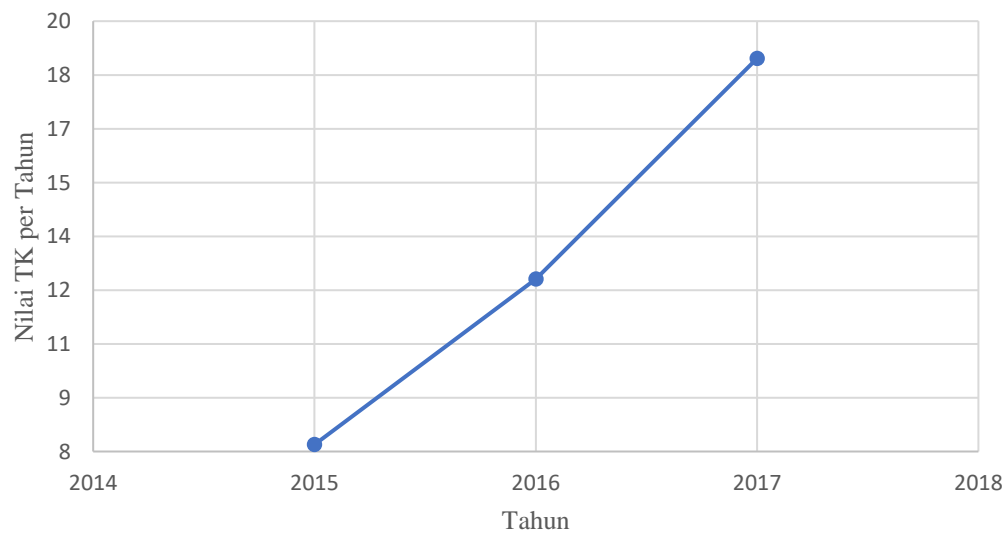
$$= 12 \text{ Kecelakaan/ Tahun.Km}$$

3. Januari-Desember Tahun 2017

$$\text{TK} = \frac{\text{JK}}{\text{T} \times \text{L}}$$

$$= \frac{12}{1 \times 0.65}$$

$$= 18 \text{ Kecelakaan/ Tahun.Km}$$



Gambar 5.8 Grafik Tingkat Kecelakaan Selama 3 Tahun

Berdasarkan dari hasil perhitungan tingkat kecelakaan Persamaan 3.2 didapat tingkat kecelakaan tahun 2015 adalah 8, tingkat kecelakaan tahun 2016 adalah 12,

tingkat kecelakaan tahun 2017 adalah 18. Sehingga tingkat kecelakaan tertinggi terjadi pada tahun 2017.

5.2.4 Analisis VLHR untuk Penentuan Kelas dan Fungsi Jalan

VLHR (Volume Lalu Lintas Harian Rata-rata) dihitung menggunakan Persamaan 3.5 berdasarkan data total jumlah Satuan Mobil Penumpang di jalan Pantura Bonang Km 17.18 – Km 17.83 yang didapat dari pengamatan lapangan 2 hari. Hasil analisis dapat dilihat seperti berikut ini.

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

$$VLHR = \frac{29292.4+30901.2}{2} = 44743 \text{ smp/hari}$$

Dari hasil perhitungan menggunakan Persamaan 3.5 didapatkan VLHR adalah 44743 smp/hari. Berdasarkan Tabel 3.4 jalan Pantura Bonang Km 17.18 merupakan jenis medan jalan datar dan VLHR yang didapat lebih dari 35000 smp/hari maka jalan tersebut jenis jalan arteri kelas I.

5.2.5 Analisis Kecepatan Lapangan

Kecepatan rata-rata di lapangan dapat dihitung dengan menggunakan Persamaan 3.4 dengan berdasarkan waktu tempuh motor dan mobil di lapangan yang terdapat pada Lampiran 1.1 dan Lampiran 1.2. Analisis kecepatan lapangan dapat dilihat sebagai berikut ini.

1. Tikungan 1 (Motor)

Arah (Barat ke Timur)

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

Keterangan:

$$x = 0.2 \text{ km}$$

$$n = 20 \text{ motor}$$

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

$$= \frac{00:04'01''25}{20}$$

$$= 12.07 \text{ detik} \approx 0.0034 \text{ jam}$$

$$\begin{aligned}
 SMS &= \frac{0.2}{\frac{1}{20} \sum_{i=1}^{20} t^{0.0034}} \\
 &= \frac{0.2}{\frac{1}{20} \times (0.0034 \times 20)} \\
 &= 58.82 \text{ km/jam} \approx 59 \text{ km/jam}
 \end{aligned}$$

2. Tikungan 1 (Mobil)

Arah (Barat ke Timur)

$$x = 0.2 \text{ km}$$

$$n = 20 \text{ mobil}$$

$$\begin{aligned}
 t_1 &= \frac{\text{waktu tempuh rata-rata}}{\text{sampel kendaraan}} \\
 &= \frac{00:04'35''50}{20} \\
 &= 13.79 \text{ detik} \approx 0.0038 \text{ jam}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 SMS &= \frac{0.2}{\frac{1}{20} \sum_{i=1}^{20} t^{0.0038}} \\
 &= \frac{0.2}{\frac{1}{20} \times (0.0038 \times 20)} \\
 &= 52.63 \text{ km/jam} \approx 53 \text{ km/jam}
 \end{aligned}$$

3. Tikungan 2 (Motor)

Arah (Timur ke Barat)

$$x = 0.2 \text{ km}$$

$$n = 20 \text{ motor}$$

$$\begin{aligned}
 t_1 &= \frac{\text{waktu tempuh rata-rata}}{\text{sampel kendaraan}} \\
 &= \frac{00:04'04''10}{20} \\
 &= 12.208 \text{ detik} \approx 0.00339 \text{ jam}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 SMS &= \frac{0.2}{\frac{1}{20} \sum_{i=1}^{20} t^{0.00339}} \\
 &= \frac{0.2}{\frac{1}{20} \times (0.00339 \times 20)} \\
 &= 58.997 \text{ km/jam} \approx 59 \text{ km/jam}
 \end{aligned}$$

4. Tikungan 2 (Mobil)

Arah (Timur ke Barat)

$$x = 0.2 \text{ km}$$

$$n = 20 \text{ mobil}$$

$$\begin{aligned} t_1 &= \frac{\text{waktu tempuh rata-rata}}{\text{sampel kendaraan}} \\ &= \frac{00:04'43''17}{20} \\ &= 14.164 \text{ detik} \approx 0.00393 \text{ jam} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} SMS &= \frac{0.2}{\frac{1}{20} \sum_{i=1}^{20} t^{0.00393}} \\ &= \frac{0.2}{\frac{1}{20} \times (0.00393 \times 20)} \\ &= 50.890 \text{ km/jam} \approx 51 \text{ km/jam} \end{aligned}$$

5. Tikungan 3 (Motor)

Arah (Timur ke Barat)

$$X = 0.2 \text{ km}$$

$$n = 20 \text{ motor}$$

$$\begin{aligned} t_1 &= \frac{\text{waktu tempuh rata-rata}}{\text{sampel kendaraan}} \\ &= \frac{00:04'01''20}{20} \\ &= 12.066 \text{ detik} \approx 0.00335 \text{ jam} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} SMS &= \frac{0.2}{\frac{1}{20} \sum_{i=1}^{20} t^{0.00335}} \\ &= \frac{0.2}{\frac{1}{20} \times (0.00335 \times 20)} \\ &= 59.701 \text{ km/jam} \approx 60 \text{ km/jam} \end{aligned}$$

6. Tikungan 3 (Mobil)

Arah (Timur ke Barat)

$$x = 0.2 \text{ km}$$

$$n = 20 \text{ mobil}$$

$$\begin{aligned} t_1 &= \frac{\text{waktu tempuh rata-rata}}{\text{sampel kendaraan}} \\ &= \frac{00:04'59''55}{20} \\ &= 14.995 \text{ detik} \approx 0.00416 \text{ jam} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 SMS &= \frac{0.2}{\frac{1}{20} \sum_{i=1}^{20} t^{0.00416}} \\
 &= \frac{0.2}{\frac{1}{20} \times (0.00416 \times 20)} \\
 &= 48.076 \text{ km/jam} \approx 48 \text{ km/jam}
 \end{aligned}$$

7. Lurus (Motor)

Arah (Barat ke Timur)

$$X = 0.2 \text{ km}$$

$$n = 20 \text{ motor}$$

$$\begin{aligned}
 t_1 &= \frac{\text{waktu tempuh rata-rata}}{\text{sampel kendaraan}} \\
 &= \frac{00:03'30''96}{20} \\
 &= 10.58 \text{ detik} \approx 0.00294 \text{ jam}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 SMS &= \frac{0.2}{\frac{1}{20} \sum_{i=1}^{20} t^{0.00294}} \\
 &= \frac{0.2}{\frac{1}{20} \times (0.00294 \times 20)} \\
 &= 68.027 \text{ km/jam} \approx 68 \text{ km/jam}
 \end{aligned}$$

8. Lurus (Mobil)

Arah (Barat ke Timur)

$$X = 0.2 \text{ km}$$

$$n = 20 \text{ motor}$$

$$\begin{aligned}
 t_1 &= \frac{\text{waktu tempuh rata-rata}}{\text{sampel kendaraan}} \\
 &= \frac{00:04'10''99}{20} \\
 &= 12.583 \text{ detik} \approx 0.00349 \text{ jam}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 SMS &= \frac{0.2}{\frac{1}{20} \sum_{i=1}^{20} t^{0.00349}} \\
 &= \frac{0.2}{\frac{1}{20} \times (0.00349 \times 20)} \\
 &= 57.306 \text{ km/jam} \approx 57 \text{ km/jam}
 \end{aligned}$$

Hasil data kecepatan di lapangan diperoleh dari waktu tempuh kendaraan di lapangan yang diambil adalah jalan lurus dan tikungan. Berdasarkan hasil data

dengan sampel masing-masing 20 motor dan 20 mobil tersebut didapat nilai kecepatan terendah adalah 48 Km/Jam dan sedangkan untuk kecepatan tertinggi adalah 68 Km/Jam.

5.2.6 Analisis Jarak Pandang Henti

Kecepatan kendaraan rencana yang digunakan untuk perhitungan jarak pandang Tikungan 1 adalah 30 km/jam, Tikungan 2 adalah 40 km/jam, Tikungan 3 adalah 40 km/jam, dan Tikungan 4 adalah 50 km/jam. Data diperoleh dari kantor Departemen Pekerjaan Umum Provinsi Jawa Tengah. Nilai jarak pandang henti dihitung menggunakan Persamaan 3.13. Analisis dapat dilihat sebagai berikut ini.

1. Tikungan 1

$$\begin{aligned} J_h &= J_{ht} + J_{hr} \\ J_h &= \frac{vr}{3.6} t + \frac{\left(\frac{vr}{3.6}\right)^2}{2gf} \\ &= \left(\frac{30}{3.6} \times 2.5\right) + \left(\frac{\left(\frac{30}{3.6}\right)^2}{2 \times 9.81 \times 0.4}\right) \\ &= 29.68 \text{ meter} \end{aligned}$$

$$J_h > J_h \text{ minimum} = 27 \text{ meter. (Tabel 3.12)}$$

Jarak pandang yang terukur di lapangan 22.81 meter, sehingga jarak pandang di lapangan kurang dari jarak pandang minimum 27 meter.

2. Tikungan 2

$$\begin{aligned} J_h &= J_{ht} + J_{hr} \\ J_h &= \frac{vr}{3.6} t + \frac{\left(\frac{vr}{3.6}\right)^2}{2gf} \\ &= \left(\frac{40}{3.6} \times 2.5\right) + \left(\frac{\left(\frac{40}{3.6}\right)^2}{2 \times 9.81 \times 0.35}\right) \\ &= 43.51 \text{ meter} \end{aligned}$$

$J_h > J_h \text{ minimum} = 40 \text{ meter.}$ Jarak pandang yang terukur di lapangan 44.77 meter, sehingga jarak pandang di lapangan lebih dari jarak pandang minimum 40 meter.

3. Tikungan 3

$$\begin{aligned}
 J_h &= J_{ht} + J_{hr} \\
 J_h &= \frac{Vr}{3.6} t + \frac{\left(\frac{Vr}{3.6}\right)^2}{2gf} \\
 &= \left(\frac{40}{3.6} \times 2.5\right) + \left(\frac{\left(\frac{40}{3.6}\right)^2}{2 \times 9.81 \times 0.35}\right) \\
 &= 43.51 \text{ meter}
 \end{aligned}$$

$J_h > J_h$ minimum = 40 meter. Jarak pandang yang terukur di lapangan 48.16 meter, sehingga jarak pandang di lapangan lebih dari jarak pandang minimum 40 meter.

4. Tikungan 4

$$\begin{aligned}
 J_h &= J_{ht} + J_{hr} \\
 J_h &= \frac{Vr}{3.6} t + \frac{\left(\frac{Vr}{3.6}\right)^2}{2gf} \\
 &= \left(\frac{50}{3.6} \times 2.5\right) + \left(\frac{\left(\frac{50}{3.6}\right)^2}{2 \times 9.81 \times 0.35}\right) \\
 &= 59.302 \text{ meter}
 \end{aligned}$$

$J_h > J_h$ minimum = 55 meter. Jarak pandang yang terukur di lapangan 51.83 meter, sehingga jarak pandang di lapangan kurang dari jarak pandang minimum 55 meter.

5.2.7 Analisis Jarak Pandang Mendahului

Kecepatan kendaraan rencana yang digunakan untuk perhitungan jarak pandang Tikungan 1 adalah 30 km/jam, Tikungan 2 adalah 40 km/jam, Tikungan 3 adalah 40 km/jam, dan Tikungan 4 adalah 50 km/jam. Data diperoleh dari kantor Satuan Kerja Perencanaan dan Pengawasan Departemen Pekerjaan Umum Propinsi Jawa Tengah. Nilai jarak pandang mendahului dihitung menggunakan persamaan 3.15. Hasil analisis perhitungan dapat dilihat sebagai berikut.

1. Tikungan 1

$$\begin{aligned}
 J_d \text{ total} &= d_1 + d_2 + d_3 + d_4 \\
 d_1 &= 0.278 \times t_1 \times \left(V - m + \frac{a \cdot t_1}{2}\right) \\
 &= 0.278 \times 2.9 \times \left(30 - 15 + \frac{2.16 \times 2.9}{2}\right)
 \end{aligned}$$

$$= 14.618 \text{ meter}$$

$$d2 = 0.278 \times 30 \times 8$$

$$= 66.72 \text{ meter}$$

$$d3 = 30 \text{ meter}$$

$$d4 = \frac{2}{3} \times 66.72$$

$$= 44.48 \text{ meter}$$

$$Jd \text{ total} = 14.618 + 66.72 + 30 + 44.48$$

$$= 155.82 \text{ meter}$$

$$Jd > Jd \text{ minimum} = 150 \text{ meter (Tabel 3.12)}$$

Sedangkan jarak pandang yang terukur di lapangan 22 meter, sehingga jarak pandang di lapangan kurang dari jarak pandang minimum 150 meter.

2. Tikungan 2

$$Jd \text{ total} = d1+d2+d3+d4$$

$$d1 = 0.278 \times t_1 \times \left(V - m + \frac{a.t1}{2} \right)$$

$$= 0.278 \times 3.16 \times \left(40 - 15 + \frac{2.196 \times 3.16}{2} \right)$$

$$= 25.01 \text{ meter}$$

$$d2 = 0.278 \times 40 \times 8.48$$

$$= 94.29 \text{ meter}$$

$$d3 = 40 \text{ meter}$$

$$d4 = \frac{2}{3} \times 94.29$$

$$= 62.86 \text{ meter}$$

$$Jd \text{ total} = 25.01 + 94.29 + 40 + 62.86$$

$$= 222.173 \text{ meter}$$

$$Jd > Jd \text{ minimum} = 200 \text{ meter (Tabel 3.12)}$$

Sedangkan jarak pandang yang terukur di lapangan 27 meter, sehingga jarak pandang di lapangan kurang dari jarak pandang minimum 200 meter.

3. Tikungan 3

$$Jd \text{ total} = d1+d2+d3+d4$$

$$d1 = 0.278 \times t_1 \times \left(V - m + \frac{a.t1}{2} \right)$$

$$= 0.278 \times 3.16 \times \left(40 - 15 + \frac{2.196 \times 3.16}{2} \right)$$

$$= 25.01 \text{ meter}$$

$$d_2 = 0.278 \times 40 \times 8.48$$

$$= 94.29 \text{ meter}$$

$$d_3 = 40 \text{ meter}$$

$$d_4 = \frac{2}{3} \times 94.29$$

$$= 62.86 \text{ meter}$$

$$J_d \text{ total} = 25.01 + 94.29 + 40 + 62.86$$

$$= 222.173 \text{ meter}$$

$$J_d > J_d \text{ minimum} = 200 \text{ meter (Tabel 3.12)}$$

Sedangkan jarak pandang yang terukur di lapangan 35 meter, sehingga jarak pandang di lapangan kurang dari jarak pandang minimum 200 meter.

4. Tikungan 4

$$J_d \text{ total} = d_1 + d_2 + d_3 + d_4$$

$$d_1 = 0.278 \times t_1 \times \left(V - m + \frac{a \cdot t_1}{2} \right)$$

$$= 0.278 \times 3.42 \times \left(50 - 15 + \frac{2.232 \times 3.42}{2} \right)$$

$$= 36.90 \text{ meter}$$

$$d_2 = 0.278 \times 50 \times 8.96$$

$$= 124.54 \text{ meter}$$

$$d_3 = 50 \text{ meter}$$

$$d_4 = \frac{2}{3} \times 124.54$$

$$= 83.03 \text{ meter}$$

$$J_d \text{ total} = 36.90 + 124.54 + 50 + 83.03$$

$$= 294.47 \text{ meter}$$

$$J_d > J_d \text{ minimum} = 250 \text{ meter (Tabel 3.12)}$$

Sedangkan jarak pandang yang terukur di lapangan 55 meter, sehingga jarak pandang di lapangan kurang dari jarak pandang minimum 250 meter.

5.2.8 Analisis Alinyemen Horizontal

Tipe keempat tikungan yang dipakai menggunakan data sekunder secara keseluruhan yaitu tipe *s-c-s* yang sudah sesuai standar minimum Direktorat Jenderal Bina Marga 1997. Berikut ini analisis komponen ke empat tikungan yang bertujuan untuk mengecek atau mengevaluasi hasil analisis dan data sekunder. Jika terdapat perbedaan maka dilakukan redesain.

1. Analisis Jari-Jari Kelengkungan

Analisis menggunakan Persamaan 3.11 – 3.11.i untuk tipe tikungan S-C-S sebagai berikut ini.

a. Diketahui data perencanaan Tikungan 1:

$$\text{Kaki AB} = 94.75 \text{ m}$$

$$\text{Kaki BC} = 55.94 \text{ m}$$

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

$$L_s = 25 \text{ m}$$

$$\Delta = 60^\circ$$

Data Komponen Tikungan 1:

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

$$= \frac{90 \cdot 25}{\pi \cdot 60}$$

$$= 11.936^\circ$$

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

$$= 60 - (2 \times 11.936)$$

$$= 36.128^\circ$$

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

$$= \frac{36.128}{360} \times 2\pi \cdot 60$$

$$= 37.833 \text{ m}$$

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

$$= 37.833 + 2 \cdot 25$$

$$= 87.833 \text{ m}$$

Syarat, $\frac{1}{2} L_{\text{total}} < \text{Kaki terpendek}$, $48.916 \text{ m} < 55.94 \text{ m}$, maka Aman!

$L_c > 20$ m, maka menggunakan tikungan *Spiral – Circle – Spiral (SCS)*.

$$\begin{aligned} X_c &= L_s \cdot \left(1 - \frac{L_s^2}{40 \cdot R_c^2}\right) \\ &= 25 \cdot \left(1 - \frac{25^2}{40 \cdot 60^2}\right) \\ &= 24.891 \text{ m} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} Y_c &= \frac{L_s^2}{6 \cdot R_c} \\ &= \frac{25^2}{6 \cdot 60} \\ &= 1.74 \text{ m} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} p &= Y_c - R_c \cdot (1 - \cos \theta_s) \\ &= 1.74 - 60 \cdot (1 - \cos 11.936) \\ &= 0.443 \text{ m} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} k &= X_c - R_c \cdot \sin \theta_s \\ &= 24.89 - 60 \cdot \sin 11.94 \\ &= 12.48 \text{ m} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} T_s &= (R_c + p) \cdot \tan (\Delta/2) + k \\ &= (60 + 0.44) \cdot \tan (60/2) + 12.48 \\ &= 47.37 \text{ m} \end{aligned}$$

Syarat, $T_s < \text{Kaki terpendek}$, $47.37 \text{ m} < 55.94 \text{ m}$, maka Aman!

$$\begin{aligned} E_s &= \frac{R_c + p}{\cos \frac{\Delta}{2}} - R_c \\ &= \frac{60 + 0.443}{\cos \frac{60}{2}} - 60 \\ &= 9.79 \text{ m} \end{aligned}$$

Tabel 5.12 Rekapitulasi Perhitungan Alinyemen Horizontal Tikungan 1

| Tikungan Tipe S-C-S | | Satuan |
|---------------------|-------|--------|
| θ_s | 11.94 | ° |
| Δ_c | 36.13 | ° |
| L_c | 37.83 | meter |
| L_{total} | 87.83 | meter |
| X_c | 24.89 | meter |
| Y_c | 1.74 | meter |
| p | 0.44 | meter |

| Tikungan Tipe S-C-S | | Satuan |
|---------------------|-------|--------|
| k | 12.48 | meter |
| Ts | 47.37 | meter |
| Es | 9.79 | meter |

b. Diketahui data perencanaan Tikungan 2:

$$\text{Kaki AB} = 110.21 \text{ m}$$

$$\text{Kaki BC} = 88.65 \text{ m}$$

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

$$L_s = 25 \text{ m}$$

$$\Delta = 60^\circ$$

Data Komponen Tikungan 2:

$$\begin{aligned} \theta_s &= \frac{90 \cdot L_s}{\pi \cdot R_c} \\ &= \frac{90 \cdot 25}{\pi \cdot 110} \\ &= 6.51^\circ \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \Delta_c &= \Delta - 2 \theta_s \\ &= 60 - (2 \times 6.51) \\ &= 46.98^\circ \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} L_c &= \frac{\Delta_c}{360} \times 2\pi R_c \\ &= \frac{46.98}{360} \times 2\pi \cdot 110 \\ &= 90.19 \text{ m} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} L_{\text{total}} &= L_c + 2 \cdot L_s \\ &= 90.19 + 2 \cdot 25 \\ &= 140.19 \text{ m} \end{aligned}$$

Syarat, $\frac{1}{2} L_{\text{total}} < \text{Kaki terpendek}$, $70.1 \text{ m} < 88.65 \text{ m}$, maka Aman!

$L_c > 20 \text{ m}$, maka menggunakan tikungan *Spiral – Circle – Spiral (SCS)*.

$$\begin{aligned} X_c &= L_s \cdot \left(1 - \frac{L_s^2}{40 \cdot R_c^2}\right) \\ &= 25 \cdot \left(1 - \frac{25^2}{40 \cdot 110^2}\right) \\ &= 24.97 \text{ m} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 Y_c &= \frac{Ls^2}{6xRc} \\
 &= \frac{25^2}{6x110} \\
 &= 0.95 \text{ m} \\
 p &= Y_c - Rc. (1 - \cos \theta_s) \\
 &= 0.95 - 110. (1 - \cos 6.51) \\
 &= 0.24 \text{ m} \\
 k &= X_c - Rc. \sin \theta_s \\
 &= 24.96 - 110. \sin 6.51 \\
 &= 12.49 \text{ m} \\
 Ts &= (Rc + p). \tan (\Delta/2) + k \\
 &= (110 + 0.24). \tan (60/2) + 12.49 \\
 &= 76.14 \text{ m}
 \end{aligned}$$

Syarat, $T_s < \text{Kaki terpendek}$, $76.14 \text{ m} < 88.65 \text{ m}$, maka Aman!

$$\begin{aligned}
 E_s &= \frac{Rc + p}{\cos \frac{\Delta}{2}} - Rc \\
 &= \frac{110 + 0.24}{\cos \frac{60}{2}} - 110 \\
 &= 17.29 \text{ m}
 \end{aligned}$$

Tabel 5.13 Rekapitulasi Perhitungan Alinyemen Horizontal Tikungan 2

| Tikungan Tipe S-C-S | | Satuan |
|---------------------|--------|--------|
| θ_s | 6.51 | ° |
| Δ_c | 46.98 | ° |
| L_c | 90.19 | meter |
| L_{total} | 140.19 | meter |
| X_c | 24.97 | meter |
| Y_c | 0.95 | meter |
| p | 0.24 | meter |
| k | 12.49 | meter |
| T_s | 76.14 | meter |
| E_s | 17.29 | meter |

c. Diketahui data perencanaan Tikungan 3:

$$\text{Kaki AB} = 72.99 \text{ m}$$

$$\text{Kaki BC} = 45.51 \text{ m}$$

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

$$Ls = 25 \text{ m}$$

$$\Delta = 25^\circ$$

Data Komponen Tikungan 3:

$$\theta_s = \frac{90 \cdot Ls}{\pi \cdot Rc}$$

$$= \frac{90 \cdot 25}{\pi \cdot 110}$$

$$= 6.51^\circ$$

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

$$= 25 - (2 \times 6.51)$$

$$= 11.98^\circ$$

$$Lc = \frac{\Delta_c}{360} \times 2\pi Rc$$

$$= \frac{11.98}{360} \times 2\pi \cdot 110$$

$$= 22.99 \text{ m}$$

$$L_{total} = Lc + 2 \cdot Ls$$

$$= 22.99 + 2 \cdot 25$$

$$= 72.99 \text{ m}$$

Syarat, $\frac{1}{2} L_{total} < \text{Kaki terpendek}$, $36.49 \text{ m} < 45.51 \text{ m}$, maka Aman!

$Lc > 20 \text{ m}$, maka menggunakan tikungan *Spiral – Circle – Spiral (SCS)*.

$$Xc = Ls \cdot \left(1 - \frac{Ls^2}{40 \cdot Rc^2}\right)$$

$$= 25 \cdot \left(1 - \frac{25^2}{40 \cdot 110^2}\right)$$

$$= 24.96 \text{ m}$$

$$Yc = \frac{Ls^2}{6 \cdot Rc}$$

$$= \frac{25^2}{6 \cdot 110}$$

$$= 0.95 \text{ m}$$

$$p = Yc - Rc \cdot (1 - \cos \theta_s)$$

$$= 0.95 - 110 \cdot (1 - \cos 6.51)$$

$$\begin{aligned}
 &= 0.24 \text{ m} \\
 k &= X_c - R_c \cdot \sin \theta_s \\
 &= 24.96 - 110 \cdot \sin 6.51 \\
 &= 12.49 \text{ m} \\
 T_s &= (R_c + p) \cdot \tan (\Delta/2) + k \\
 &= (110 + 0.24) \cdot \tan (25/2) + 12.49 \\
 &= 36.93 \text{ m}
 \end{aligned}$$

Syarat, $T_s < \text{Kaki terpendek}$, $36.93 \text{ m} < 45.51 \text{ m}$, maka Aman!

$$\begin{aligned}
 E_s &= \frac{R_c + p}{\cos \frac{\Delta}{2}} - R_c \\
 &= \frac{110 + 0.24}{\cos \frac{25}{2}} - 60 \\
 &= 2.91 \text{ m}
 \end{aligned}$$

Tabel 5.14 Rekapitulasi Perhitungan Alinyemen Horizontal Tikungan 3

| Tikungan Tipe S-C-S | | Satuan |
|---------------------|-------|--------|
| θ_s | 6.51 | ° |
| Δ_c | 11.98 | ° |
| L_c | 22.99 | meter |
| L_{total} | 72.99 | meter |
| X_c | 24.97 | meter |
| Y_c | 0.95 | meter |
| p | 0.24 | meter |
| k | 12.49 | meter |
| T_s | 36.93 | meter |
| E_s | 2.91 | meter |

d. Diketahui data perencanaan Tikungan 4:

$$\text{Kaki AB} = 175.62 \text{ m}$$

$$\text{Kaki BC} = 115.28 \text{ m}$$

$$R_c = 450 \text{ m}$$

$$L_s = 25 \text{ m}$$

$$\Delta = 19^\circ$$

Data Komponen Tikungan 4:

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

$$\begin{aligned}
&= \frac{90.25}{\pi \cdot 450} \\
&= 1.59^\circ \\
\Delta_c &= \Delta - 2 \theta_s \\
&= 19 - (2 \times 1.59) \\
&= 15.82^\circ \\
L_c &= \frac{\Delta_c}{360} \times 2\pi R_c \\
&= \frac{15.82}{360} \times 2\pi \cdot 450 \\
&= 124.22 \text{ m} \\
L_{\text{total}} &= L_c + 2 \cdot L_s \\
&= 124.22 + 2 \cdot 25 \\
&= 174.22 \text{ m}
\end{aligned}$$

Syarat, $\frac{1}{2} L_{\text{total}} < \text{Kaki terpendek}$, $87.11 \text{ m} < 115.28 \text{ m}$, maka Aman!

$L_c > 20 \text{ m}$, maka menggunakan tikungan *Spiral – Circle – Spiral (SCS)*.

$$\begin{aligned}
X_c &= L_s \cdot \left(1 - \frac{L_s^2}{40 \cdot R_c^2}\right) \\
&= 25 \cdot \left(1 - \frac{25^2}{40 \cdot 450^2}\right) \\
&= 24.99 \text{ m} \\
Y_c &= \frac{L_s^2}{6 \cdot R_c} \\
&= \frac{25^2}{6 \cdot 450} \\
&= 0.23 \text{ m} \\
p &= Y_c - R_c \cdot (1 - \cos \theta_s) \\
&= 0.23 - 450 \cdot (1 - \cos 1.59) \\
&= 0.057 \text{ m} \\
k &= X_c - R_c \cdot \sin \theta_s \\
&= 24.99 - 450 \cdot \sin 1.59 \\
&= 12.49 \text{ m} \\
T_s &= (R_c + p) \cdot \tan (\Delta/2) + k \\
&= (450 + 0.057) \cdot \tan (19/2) + 12.49 \\
&= 87.81 \text{ m}
\end{aligned}$$

Syarat, $T_s < \text{Kaki terpendek}$, $87.81 \text{ m} < 115.28 \text{ m}$, maka Aman!

$$\begin{aligned} E_s &= \frac{R_c + p}{\cos \frac{\Delta}{2}} - R_c \\ &= \frac{450 + 0.057}{\cos \frac{19}{2}} - 450 \\ &= 6.32 \text{ m} \end{aligned}$$

Tabel 5.15 Rekapitulasi Perhitungan Alinyemen Horizontal Tikungan 4

| Tikungan Tipe S-C-S | | Satuan |
|---------------------|--------|--------|
| θ_s | 1.59 | ° |
| Δ_c | 15.82 | ° |
| L_c | 124.22 | meter |
| L_{total} | 174.22 | meter |
| X_c | 24.99 | meter |
| Y_c | 0.23 | meter |
| p | 0.057 | meter |
| k | 12.49 | meter |
| T_s | 87.81 | meter |
| E_s | 6.32 | meter |

2. Analisis Perhitungan Titik Penting Tikungan

a. Tikungan 1

$$D_{A-B} = 94.75 \text{ m} \quad T_s = 47.38 \text{ m}$$

$$D_{B-C} = 55.94 \text{ m} \quad L_s = 25 \text{ m}$$

$$L_c = 37.83 \text{ m}$$

Perhitungan :

$$\text{STA Awal} = 17 + 135$$

$$\begin{aligned} \text{STA TS} &= \text{STA Awal} + (D_{A-B} - T_s) \\ &= 17 + 135 + (94.75 - 47.38) \\ &= 17 + 182.37 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{STA SC} &= \text{STA TS} + L_s \\ &= 17 + (182.37 + 25) \\ &= 17 + 207.37 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{STA CS} &= \text{STA SC} + L_c \\ &= 17 + (207.37 + 37.83) \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 &= 17 + 245.2 \\
 \text{STA ST} &= \text{STA CS} + L_s \\
 &= 17 + (245.2 + 25) \\
 &= 17 + 270.2 \\
 \text{STA B} &= \text{STA ST} + (D_{B-C} - T_s) \\
 &= 17 + 270.2 + (55.94 - 47.38) \\
 &= 17 + 278.76
 \end{aligned}$$

b. Tikungan 2

$$D_{A-B} = 110.21 \text{ m} \quad T_s = 76.14 \text{ m}$$

$$D_{B-C} = 88.65 \text{ m} \quad L_s = 25 \text{ m}$$

$$L_c = 90.19 \text{ m}$$

Perhitungan :

$$\text{STA Awal} = 17 + 270.2$$

$$\begin{aligned}
 \text{STA TS} &= \text{STA Awal} + (D_{A-B} - T_s) \\
 &= 17 + 270.2 + (110.21 - 76.14) \\
 &= 17 + 304.27
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{STA SC} &= \text{STA TS} + L_s \\
 &= 17 + (304.27 + 25) \\
 &= 17 + 329.27
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{STA CS} &= \text{STA SC} + L_c \\
 &= 17 + (329.27 + 90.19) \\
 &= 17 + 419.46
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{STA ST} &= \text{STA CS} + L_s \\
 &= 17 + (419.46 + 25) \\
 &= 17 + 444.46
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{STA B} &= \text{STA ST} + (D_{B-C} - T_s) \\
 &= 17 + 444.46 + (88.65 - 76.14) \\
 &= 17 + 456.97
 \end{aligned}$$

c. Tikungan 3

$$D_{A-B} = 73.87 \text{ m} \quad T_s = 36.93 \text{ m}$$

$$D_{B-C} = 45.51 \text{ m} \quad L_s = 25 \text{ m}$$

$$L_c = 22.99 \text{ m}$$

Perhitungan :

$$\text{STA Awal} = 17 + 444.46$$

$$\begin{aligned} \text{STA TS} &= \text{STA Awal} + (D_{A-B} - T_s) \\ &= 17 + 444.46 + (73.87 - 36.93) \\ &= 17 + 481.4 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{STA SC} &= \text{STA TS} + L_s \\ &= 17 + (481.4 + 25) \\ &= 17 + 506.4 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{STA CS} &= \text{STA SC} + L_c \\ &= 17 + (506.4 + 22.99) \\ &= 17 + 529.39 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{STA ST} &= \text{STA CS} + L_s \\ &= 17 + (529.39 + 25) \\ &= 17 + 554.39 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{STA B} &= \text{STA ST} + (D_{B-C} - T_s) \\ &= 17 + 554.39 + (45.51 - 36.93) \\ &= 17 + 562.97 \end{aligned}$$

d. Tikungan 4

$$D_{A-B} = 175.62 \text{ m} \quad T_s = 87.81 \text{ m}$$

$$D_{B-C} = 115.28 \text{ m} \quad L_s = 25 \text{ m}$$

$$L_c = 124.22 \text{ m}$$

Perhitungan :

$$\text{STA Awal} = 17 + 554.39$$

$$\begin{aligned} \text{STA TS} &= \text{STA Awal} + (D_{A-B} - T_s) \\ &= 17 + 554.39 + (175.62 - 87.81) \\ &= 17 + 642.2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{STA SC} &= \text{STA TS} + L_s \\ &= 17 + (642.2 + 25) \\ &= 17 + 667.2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{STA CS} &= \text{STA SC} + L_c \\
 &= 17 + (667.2 + 124.22) \\
 &= 17 + 791.42 \\
 \text{STA ST} &= \text{STA CS} + L_s \\
 &= 17 + (791.42 + 25) \\
 &= 17 + 816.42 \\
 \text{STA B} &= \text{STA ST} + (D_{B-C} - T_s) \\
 &= 17 + 816.42 + (115.28 - 87.81) \\
 &= 17 + 843.89
 \end{aligned}$$

3. Analisis Ruang Bebas Samping Pada Tikungan

Untuk menghitung ruang bebas samping menggunakan Persamaan 3.6. seperti berikut ini.

a. Tikungan 1

$$\begin{aligned}
 R_c &= 60 \text{ meter} & L_s &= 25 \text{ meter} \\
 J_h &= 29.68 \text{ meter} & L_c &= 37.83 \text{ meter}
 \end{aligned}$$

Perhitungan :

$$\begin{aligned}
 L_{tot} &= 2 \times L_s + L_c \\
 &= 2 \times 25 + 37.83 \\
 &= 87.83 \text{ m} > J_h
 \end{aligned}$$

Karena $J_h < L_t$ maka:

$$\begin{aligned}
 E &= R_c \left\{ 1 - \cos \left(\frac{90^\circ J_h}{\pi R_c} \right) \right\} \\
 E &= 60 \left\{ 1 - \cos \left(\frac{90^\circ 29.68}{\pi 60} \right) \right\} \\
 E &= 1.82 \text{ meter}
 \end{aligned}$$

Kondisi di lapangan untuk ruang bebas samping pada tikungan 1 yaitu 2.25 m, dari kondisi ini menunjukkan bahwa ruang bebas samping pada tikungan 1 tidak memenuhi syarat.

b. Tikungan 2

$$\begin{aligned}
 R_c &= 110 \text{ meter} & L_s &= 25 \text{ meter} \\
 J_h &= 43.51 \text{ meter} & L_c &= 90.19 \text{ meter}
 \end{aligned}$$

Perhitungan :

$$\begin{aligned} L_t &= 2 \times L_s + L_c \\ &= 2 \times 25 + 90.19 \\ &= 140.19 \text{ m} > J_h \end{aligned}$$

Karena $J_h < L_t$ maka :

$$\begin{aligned} E &= R_c \left\{ 1 - \cos \left(\frac{90^\circ J_h}{\pi R_c} \right) \right\} \\ E &= 110 \left\{ 1 - \cos \left(\frac{90^\circ 43.51}{\pi 110} \right) \right\} \\ E &= 2.14 \text{ meter} \end{aligned}$$

Kondisi di lapangan untuk ruang bebas samping pada tikungan 2 yaitu 2.2 m, dari kondisi ini menunjukkan bahwa ruang bebas samping pada tikungan 2 tidak memenuhi syarat.

c. Tikungan 3

$$\begin{aligned} R_c &= 110 \text{ meter} & L_s &= 25 \text{ meter} \\ J_h &= 43.51 \text{ meter} & L_c &= 22.99 \text{ meter} \end{aligned}$$

Perhitungan :

$$\begin{aligned} L_{tot} &= 2 \times L_s + L_c \\ &= 2 \times 25 + 22.99 \\ &= 72.99 \text{ m} > J_h \end{aligned}$$

Karena $J_h < L_t$ maka :

$$\begin{aligned} E &= R_c \left\{ 1 - \cos \left(\frac{90^\circ J_h}{\pi R_c} \right) \right\} \\ E &= 110 \left\{ 1 - \cos \left(\frac{90^\circ 43.51}{\pi 110} \right) \right\} \\ E &= 2.14 \text{ meter} \end{aligned}$$

Kondisi di lapangan untuk ruang bebas samping pada tikungan 3 yaitu 1.7 m, dari kondisi ini menunjukkan bahwa ruang bebas samping pada tikungan 3 memenuhi syarat.

d. Tikungan 4

$$\begin{aligned} R_c &= 450 \text{ meter} & L_s &= 25 \text{ meter} \\ J_h &= 43.51 \text{ meter} & L_c &= 22.99 \text{ meter} \end{aligned}$$

Perhitungan :

$$L_{tot} = 2 \times L_s + L_c$$

$$= 2 \times 25 + 22.99$$

$$= 72.99 \text{ m} > J_h$$

Karena $J_h < L_t$ maka :

$$E = R_c \left\{ 1 - \cos \left(\frac{90^\circ J_h}{\pi R_c} \right) \right\}$$

$$E = 450 \left\{ 1 - \cos \left(\frac{90^\circ 43.51}{\pi 450} \right) \right\}$$

$$E = 0.98 \text{ meter}$$

Kondisi di lapangan untuk ruang bebas samping pada tikungan 4 yaitu 1 m, dari kondisi ini menunjukkan bahwa ruang bebas samping pada tikungan 4 memenuhi syarat.

4. Analisis Superelevasi

Untuk menghitung superelevasi tikungan menggunakan Persamaan 3.11. Berikut adalah perhitungan superelevasi sesuai kecepatan berdasarkan data perencanaan Dinas Pekerjaan Umum Propinsi Jawa Tengah. Ditinjau pada semua tikungan sebagai berikut.

a. Superelevasi Tikungan 1

Diketahui :

$$R_{min} = 60 \text{ meter}$$

$$V_r = 30 \text{ km/jam}$$

$$f = 0.1725 \text{ untuk kecepatan } 30 \text{ km/jam}$$

Perhitungan :

Superelevasi yang didapatkan dari pengukuran di lapangan dapat dihitung menggunakan persamaan berikut.

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

$$= \frac{13.61 - 12.72}{9}$$

$$= 0.098$$

$$= 9.8 \% \text{ (Berbelok kearah kiri)}$$

b. Superelevasi Tikungan 2

Diketahui :

$$R_{min} = 110 \text{ meter}$$

$$V_r = 40 \text{ km/jam}$$

$$f = 0.166 \text{ untuk kecepatan } 40 \text{ km/jam}$$

Perhitungan :

Superelevasi yang didapatkan dari pengukuran di lapangan dapat dihitung menggunakan persamaan berikut.

$$\begin{aligned} e_{max} &= \frac{\text{Elv. Luar} - \text{Elv. Dalam}}{\text{Lebar Jalur}} \\ &= \frac{15.39 - 14.88}{9} \\ &= 0.056 \\ &= 5.6 \% \text{ (Berbelok kearah kanan)} \end{aligned}$$

c. Superelevasi Tikungan 3

Diketahui :

$$R_{min} = 110 \text{ meter}$$

$$V_r = 40 \text{ km/jam}$$

$$f = 0.166 \text{ untuk kecepatan } 40 \text{ km/jam}$$

Perhitungan :

Superelevasi yang didapatkan dari pengukuran di lapangan dapat dihitung menggunakan persamaan berikut.

$$\begin{aligned} e_{max} &= \frac{\text{Elv. Luar} - \text{Elv. Dalam}}{\text{Lebar Jalur}} \\ &= \frac{14.55 - 13.84}{9} \\ &= 0.078 \\ &= 7.8 \% \text{ (Berbelok kearah kiri)} \end{aligned}$$

d. Superelevasi Tikungan 4

Diketahui :

$$R_{min} = 450 \text{ meter}$$

$$V_{lap} = 50 \text{ km/jam}$$

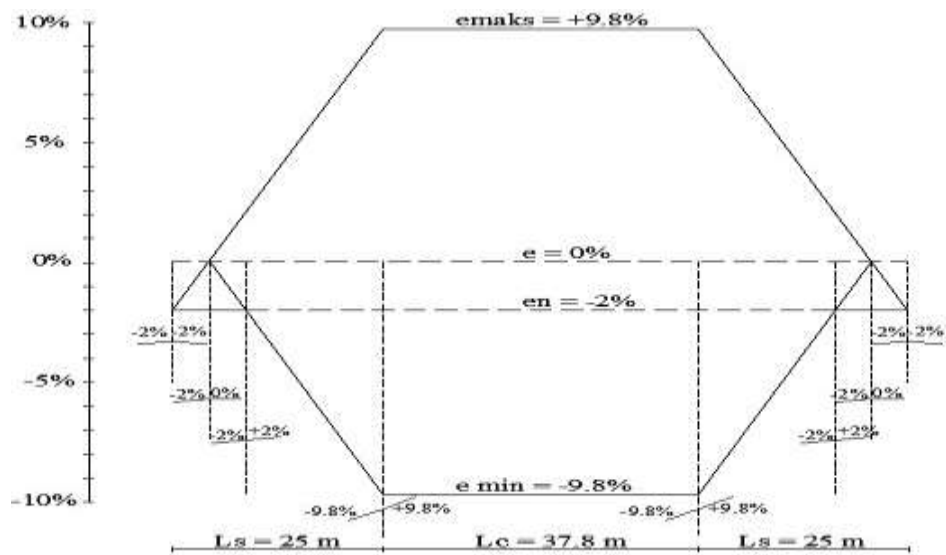
$$f = 0.159 \text{ untuk kecepatan } 50 \text{ km/jam}$$

Perhitungan :

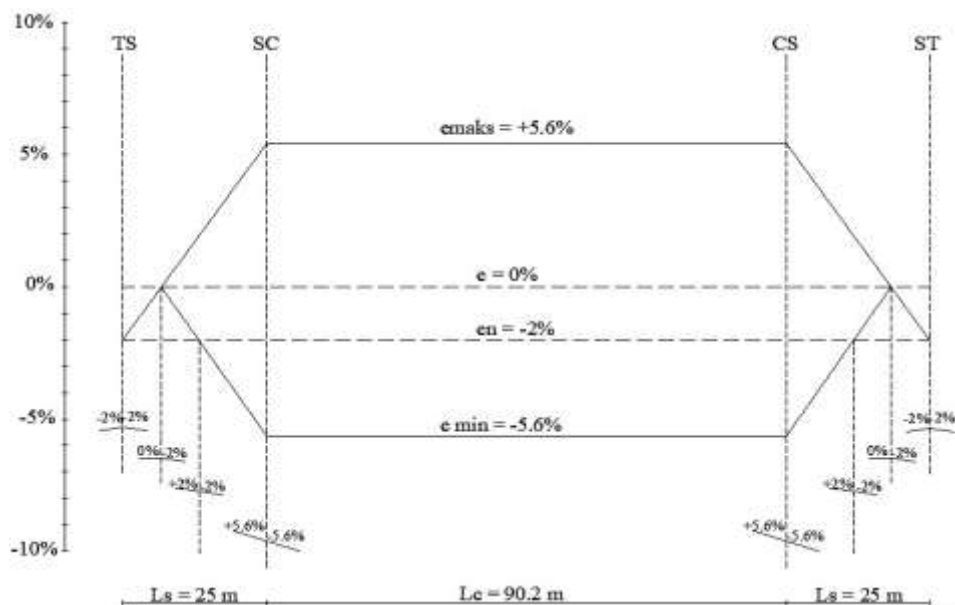
Superelevasi yang didapatkan dari pengukuran di lapangan dapat dihitung menggunakan persamaan berikut.

$$\begin{aligned}
 \text{emax} &= \frac{\text{Elv. Luar} - \text{Elv. Dalam}}{\text{Lebar Jalur}} \\
 &= \frac{12.78 - 12.43}{9} \\
 &= 0.0388 \\
 &= 3.9 \% \text{ (Berbelok kearah kiri)}
 \end{aligned}$$

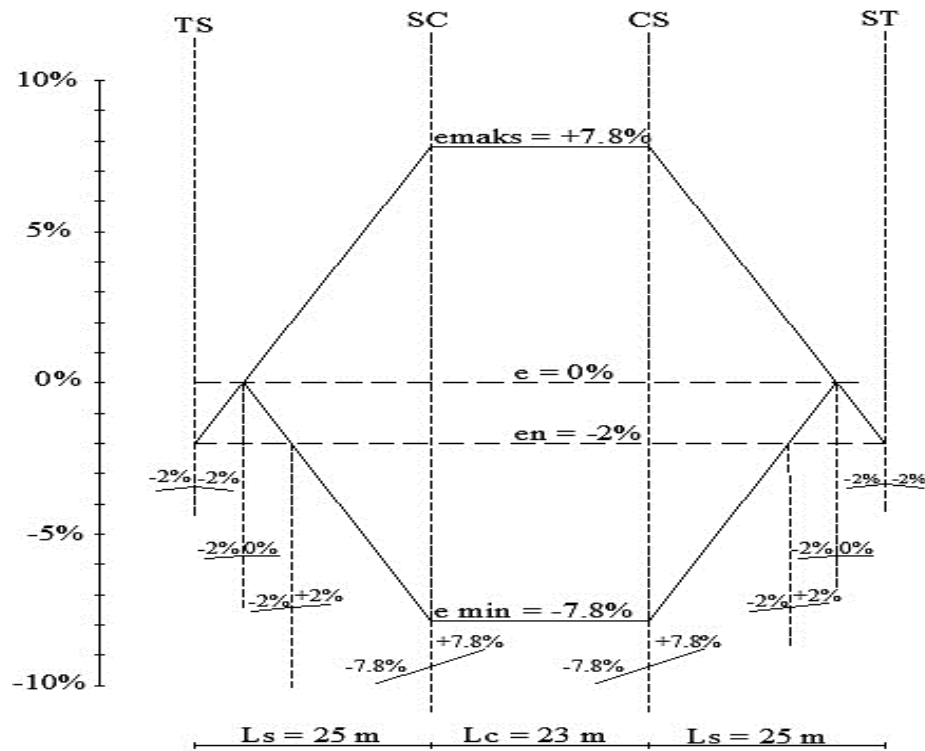
Diagram superelevasi tikungan 1 sampai 4 dapat dilihat pada Gambar 5.9-5.12



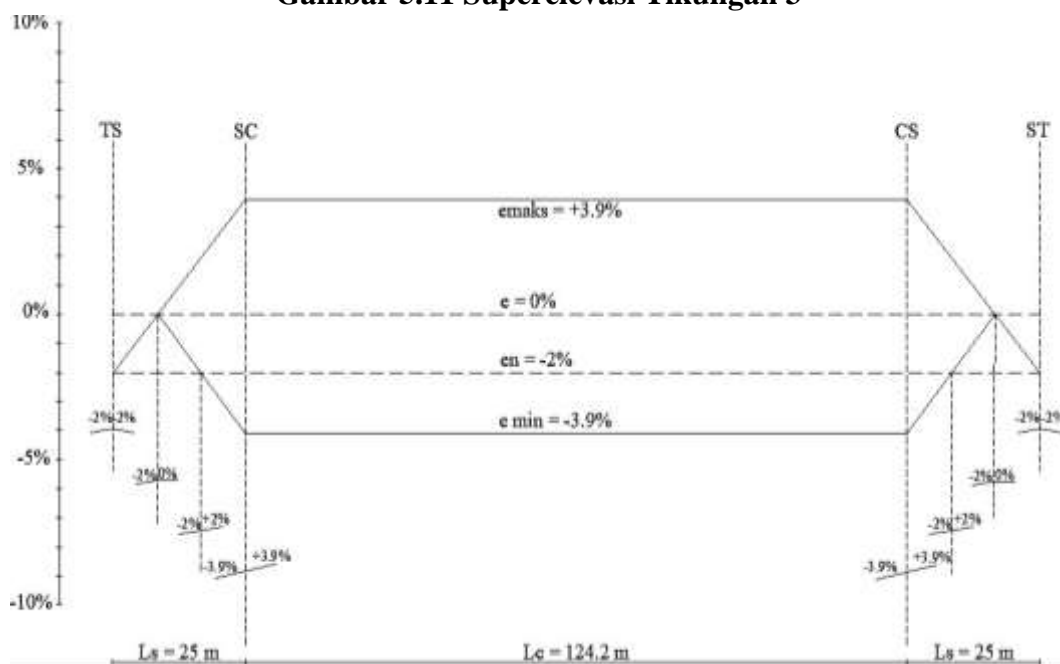
Gambar 5.9 Superelevasi Tikungan 1



Gambar 5.10 Superelevasi Tikungan 2



Gambar 5.11 Superelevasi Tikungan 3



Gambar 5.12 Superelevasi Tikungan 4

5.2.9 Analisis Alinyemen Vertikal

Hasil analisis untuk alinyemen vertikal berupa elevasi, stasiun jalan, kelandaian, dan delta. Hasil perhitungan detail lengkung tersebut didapat dari Data

Perencanaan dan Pengawasan Jalan dan Jembatan Departemen Pekerjaan Umum Direktorat Jenderal Bina Marga Propinsi Jawa Tengah. Rekapitulasi elevasi dan stasiun tersebut dapat dilihat pada Tabel 5.15.

Tabel 5.16 Rekapitulasi Lengkung Vertikal

| Tikungan | Titik | Elevasi (m) | Stasiun (m) | g1 (%) | g2 (%) | Δ (%) |
|----------|-------|-------------|-------------|--------|--------|-------|
| 1 | PVC | 12.70 | 207.195 | 0.07 | 3.56 | 3.49 |
| | PPV | 12.72 | 232.195 | | | |
| | PVT | 13.61 | 257.195 | | | |
| 2 | PVC | 15.40 | 345.739 | -0.14 | -2.37 | 2.23 |
| | PPV | 15.36 | 365.739 | | | |
| | PVT | 14.88 | 385.739 | | | |
| 3 | PVC | 13.63 | 494.807 | 0.00 | 0.70 | 0.70 |
| | PPV | 13.53 | 514.807 | | | |
| | PVT | 13.28 | 534.807 | | | |
| 4 | PVC | 12.78 | 575 | -1.25 | -0.14 | 1.11 |
| | PPV | 12.47 | 600 | | | |
| | PVT | 12.43 | 625 | | | |

1. Perhitungan elevasi pada PPV 1 adalah sebagai berikut.

a. Tikungan 1

$$\begin{aligned}
 L_v \text{ dari } J_h &= J_h^2 \times \frac{\Delta}{398} \\
 &= 29.682^2 \times \frac{3.49}{398} \\
 &= 7.73 \text{ m}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 E_v &= \frac{\Delta}{800} \times L_v \\
 &= \frac{3.49}{800} \times 7.73 \\
 &= 0.034 \text{ m}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 E_{l \text{ Ev}} &= E_{l \text{ PPV}} - E_v \\
 &= 12.72 - 0.034 \\
 &= 12.69 \text{ m}
 \end{aligned}$$

b. Tikungan 2

$$\begin{aligned} \text{Lv dari Jh} &= \text{Jh}^2 \times \frac{\Delta}{398} \\ &= 43.51^2 \times \frac{2.23}{398} \\ &= 10.61 \text{ m} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Ev} &= \frac{\Delta}{800} \times \text{Lv} \\ &= \frac{2.23}{800} \times 10.61 \\ &= 0.03 \text{ m} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{El Ev} &= \text{El PPV} - \text{Ev} \\ &= 14.88 - 0.03 \\ &= 14.85 \text{ m} \end{aligned}$$

c. Tikungan 3

$$\begin{aligned} \text{Lv dari Jh} &= \text{Jh}^2 \times \frac{\Delta}{398} \\ &= 43.51^2 \times \frac{0.70}{398} \\ &= 3.33 \text{ m} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Ev} &= \frac{\Delta}{800} \times \text{Lv} \\ &= \frac{0.70}{800} \times 3.33 \\ &= 0.003 \text{ m} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{El Ev} &= \text{El PPV} - \text{Ev} \\ &= 13.63 - 0.003 \\ &= 13.627 \text{ m} \end{aligned}$$

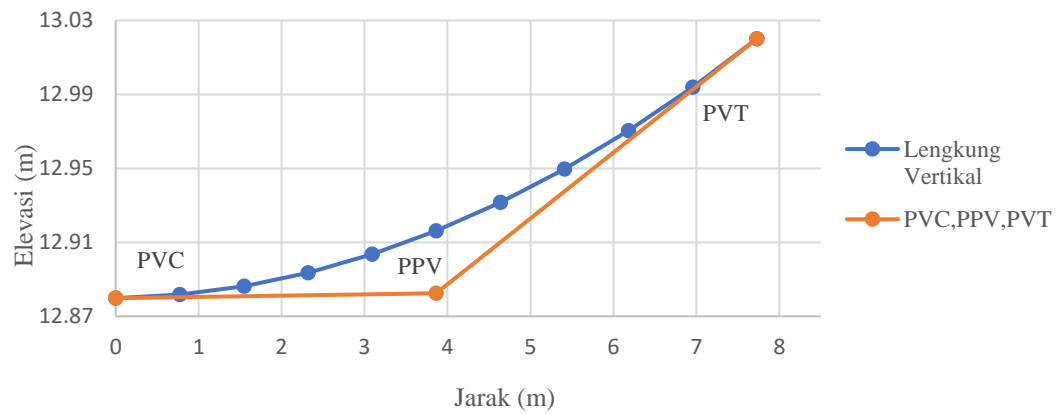
d. Tikungan 4

$$\begin{aligned} \text{Lv dari Jh} &= \text{Jh}^2 \times \frac{\Delta}{398} \\ &= 59.3^2 \times \frac{1.11}{398} \\ &= 9.81 \text{ m} \end{aligned}$$

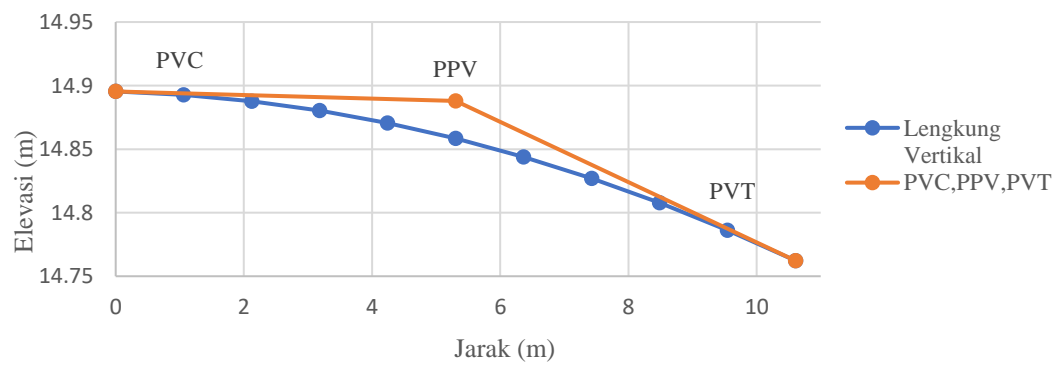
$$\begin{aligned} \text{Ev} &= \frac{\Delta}{800} \times \text{Lv} \\ &= \frac{1.11}{800} \times 9.81 \\ &= 0.014 \text{ m} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{El Ev} &= \text{El PPV} - \text{Ev} \\
 &= 5.28 - 0.014 \\
 &= 5.26 \text{ m}
 \end{aligned}$$

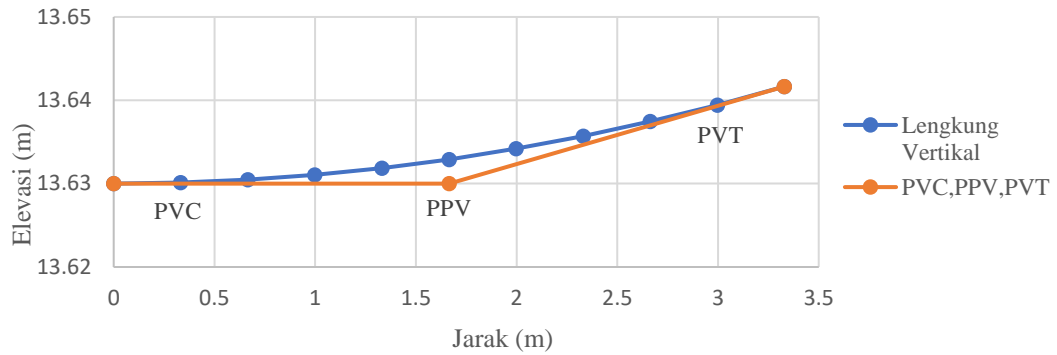
Grafik alinyemen vertikal Tikungan 1 sampai Tikungan 4 dapat dilihat pada Gambar 5.13 sampai Gambar 5.16 sebagai berikut.



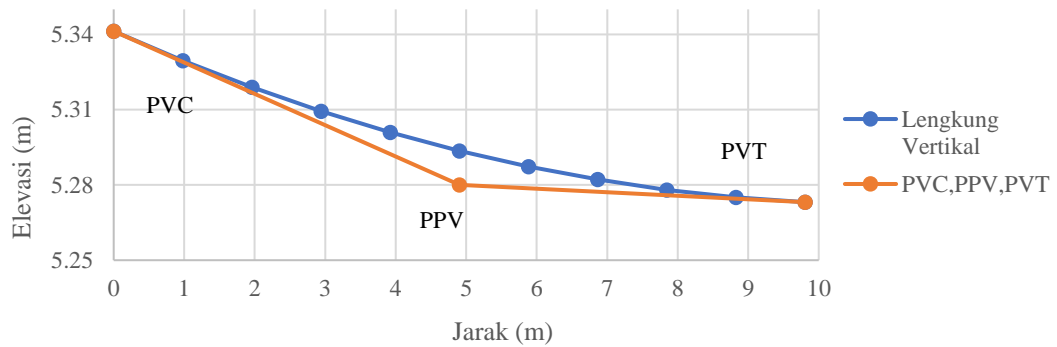
Gambar 5.13 Grafik Alinyemen Vertikal PPV1



Gambar 5.14 Grafik Alinyemen Vertikal PPV2



Gambar 5.15 Grafik Alinyemen Vertikal PPV3



Gambar 5.16 Grafik Alinyemen Vertikal PPV4

2. Detail titik – titik vertikal dibagi menjadi 9 pias dengan perhitungan sebagai berikut.

a. Tikungan 1

1) Elevasi dan Stasiun Tertinggi (M)

$$\begin{aligned}
 X_m &= \frac{g_1 \times L_v}{\Delta} \\
 &= \frac{0.07 \times 7.73}{3.49} \\
 &= 0.155 \text{ m}
 \end{aligned}$$

$$\text{Elevasi M} = \text{El. PVC} + g_1 \cdot X_m - \frac{\Delta}{2 \cdot L_v} \cdot X_m^2$$

$$= 12.88 + 0.07 \cdot 0.155 - \frac{3.49}{2 \cdot 7.73} \cdot 0.155^2$$

$$= 1000,9 \text{ m}$$

$$\begin{aligned} \text{Stasiun M} &= \text{Stasiun PVC} + X_m \\ &= 228.33 + 0.155 \\ &= 228.48 \text{ m} \end{aligned}$$

2) Elevasi dan Stasiun Pias

$$\begin{aligned} X_1 &= \frac{L_v}{10} \\ &= \frac{7.73}{10} \\ &= 0.773 \text{ m} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Elevasi Pias 1} &= \text{Elv.PVC} + g_1 \cdot X_1 - \frac{\Delta}{2 \cdot L_v} \cdot X_1^2 \\ &= 12.88 + 0.07 \cdot 0.773 - \frac{3.49}{2 \cdot 7.73} \cdot 0.773^2 \\ &= 12.61 \text{ m} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Stasiun Pias 1} &= \text{Stasiun PVC} + X_1 \\ &= 228.33 + 0.773 \\ &= 229.1 \text{ m} \end{aligned}$$

b. Tikungan 2

1) Elevasi dan Stasiun Tertinggi (M)

$$\begin{aligned} X_m &= \frac{g_1 \times L_v}{\Delta} \\ &= \frac{-0.14 \times 10.61}{2.23} \\ &= -0.66 \text{ m} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Elevasi M} &= \text{El. PVC} + g_1 \cdot X_m - \frac{\Delta}{2 \cdot L_v} \cdot X_m^2 \\ &= 14.89 + (-0.14) \cdot (-0.66) - \frac{2.23}{2 \cdot 10.61} \cdot (-0.66)^2 \\ &= 9.74 \text{ m} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Stasiun M} &= \text{Stasiun PVC} + X_m \\ &= 360.435 + (-0.66) \\ &= 359.77 \text{ m} \end{aligned}$$

2) Elevasi dan Stasiun Pias

$$\begin{aligned}
 X_1 &= \frac{Lv}{10} \\
 &= \frac{10.61}{10} \\
 &= 1.06 \text{ m}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Elevasi Pias 1} &= \text{Elv.PVC} + g1 \cdot X_1 - \frac{\Delta}{2 \cdot Lv} \cdot X_1^2 \\
 &= 14.89 + (-0.14) \cdot 1.06 - \frac{2.23}{2 \cdot 10.61} \cdot 1.06^2 \\
 &= 9.50 \text{ m}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Stasiun Pias 1} &= \text{Stasiun PVC} + X_1 \\
 &= 360.435 + 1.06 \\
 &= 361.496 \text{ m}
 \end{aligned}$$

c. Tikungan 3

1) Elevasi dan Stasiun Tertinggi (M)

$$\begin{aligned}
 X_m &= \frac{g1 \times Lv}{\Delta} \\
 &= \frac{0 \times 3.33}{0.7} \\
 &= 0 \text{ m}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Elevasi M} &= \text{El. PVC} + g1 \cdot X_m - \frac{\Delta}{2 \cdot Lv} \cdot X_m^2 \\
 &= 13.63 + (0) \cdot (0) - \frac{0.7}{2 \cdot 3.33} \cdot (0)^2 \\
 &= 13.63 \text{ m}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Stasiun M} &= \text{Stasiun PVC} + X_m \\
 &= 513.14 + (0) \\
 &= 513.14 \text{ m}
 \end{aligned}$$

2) Elevasi dan Stasiun Pias

$$\begin{aligned}
 X_1 &= \frac{Lv}{10} \\
 &= \frac{3.33}{10} \\
 &= 0.33 \text{ m}
 \end{aligned}$$

$$\text{Elevasi Pias 1} = \text{Elv.PVC} + g1 \cdot X_1 - \frac{\Delta}{2 \cdot Lv} \cdot X_1^2$$

$$= 13.63 + (0) \cdot 3.33 - \frac{0.7}{2 \cdot 3.33} \cdot 0.33^2$$

$$= 13.63 \text{ m}$$

$$\begin{aligned} \text{Stasiun Pias 1} &= \text{Stasiun PVC} + X_1 \\ &= 513.14 + 0.33 \\ &= 513.475 \text{ m} \end{aligned}$$

d. Tikungan 4

1) Elevasi dan Stasiun Tertinggi (M)

$$\begin{aligned} X_m &= \frac{g_1 \times L_v}{\Delta} \\ &= \frac{-1.25 \times 9.81}{1.11} \\ &= -11.04 \text{ m} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Elevasi M} &= \text{El. PVC} + g_1 \cdot X_m - \frac{\Delta}{2 \cdot L_v} \cdot X_m^2 \\ &= 5.34 + (-1.25) \cdot (-11.04) - \frac{1.11}{2 \cdot 9.81} \cdot (-11.04)^2 \\ &= 644.77 \text{ m} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Stasiun M} &= \text{Stasiun PVC} + X_m \\ &= 595.096 + (-11.04) \\ &= 584.052 \text{ m} \end{aligned}$$

2) Elevasi dan Stasiun Pias

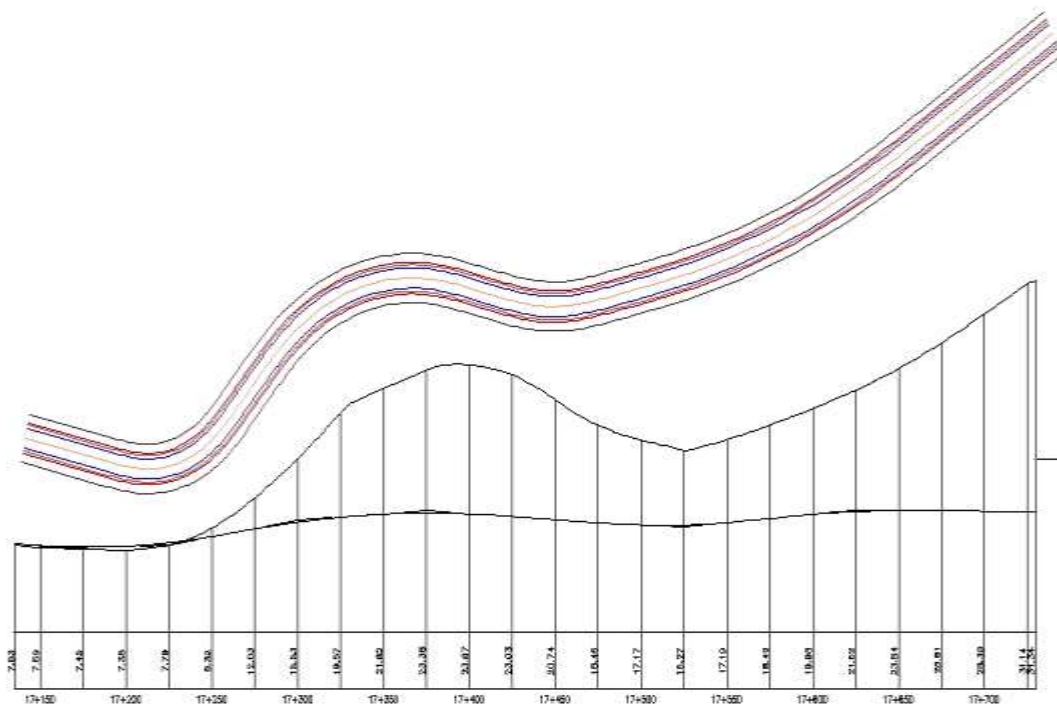
$$\begin{aligned} X_1 &= \frac{L_v}{10} \\ &= \frac{9.81}{10} \\ &= 0.98 \text{ m} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Elevasi Pias 1} &= \text{Elv. PVC} + g_1 \cdot X_1 - \frac{\Delta}{2 \cdot L_v} \cdot X_1^2 \\ &= 5.34 + (-1.25) \cdot 0.98 - \frac{1.11}{2 \cdot 9.81} \cdot 0.98^2 \\ &= 659.8 \text{ m} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Stasiun Pias 1} &= \text{Stasiun PVC} + X_1 \\ &= 595.096 + 0.98 \\ &= 596.077 \text{ m} \end{aligned}$$

5.2.10 Koordinasi Alinyemen Horizontal dan Alinyemen Vertikal Eksisting

Setelah dilakukan analisis alinyemen horizontal dan alinyemen vertikal eksisting, maka dilakukan koordinasi terhadap ruas jalan tersebut. Koordinasi antara alinyemen vertikal dan horizontal bertujuan untuk melihat perbandingan letak tikungan pada alinyemen horizontal terhadap kemiringan jalan pada alinyemen vertikal. Dari hasil koordinasi ini sudah memenuhi kedua koordinasi alinyemen tersebut. Dapat dilihat pada Gambar 5.16 berikut.



Gambar 5.17 Koordinasi Alinyemen Horizontal dan Alinyemen Vertikal Pada Kondisi Eksisting

5.3 Redesain

Berdasarkan hasil analisis alinyemen horizontal dan alinyemen vertikal didapatkan bahwa kecepatan rencana dilapangan, jarak pandang henti, jarak pandang mendahului, ruang bebas samping, dan lebar bahu jalan tidak sesuai persyaratan minimum Bina Marga 1997 pada jalan arteri kelas I. Sehingga perlu dilakukan redesign pada kelima parameter tersebut agar memenuhi standar minimum yang ditetapkan dan dapat mengurangi angka kecelakaan yang tinggi pada trase yang diteliti. Alternatif redesign dapat dilihat sebagai berikut.

1. Lebar Jalur dan Lebar Bahu

Jalan Pantura Sunan Bonang Km 17.18 Kabupaten Rembang mempunyai kelas jalan yaitu arteri kelas I. Dari data Perencanaan Dinas Pekerjaan Umum Provinsi Jawa Tengah didapat lebar bahu yang tidak sesuai syarat minimum yaitu 1.5 m. Setelah dilakukan pengukuran lapangan didapat lebar bahu 1.9 m hampir sepanjang stasiun yang ditinjau, sedangkan yang tidak sesuai hanya pada bahu yang terletak di tempat wisata Sunan Bonang dan tepi pantai utara Jawa sebesar 1.62 m. Sehingga nilai 1.9 m dapat menjadi acuan redesain untuk menentukan lebar bahu sesuai Perencanaan Geometri Jalan Antar Kota Tahun 1997. Pada redesain ini lebar jalur akan sama seperti kondisi di lapangan karena sudah memenuhi standar, yaitu 9 meter tanpa median jalan.

2. Kecepatan Rencana

Kecepatan rencana pada redesain ini diambil dari data lapangan per tikungan yaitu 45 km/jam, 56.27 km/jam, 56.27 km/jam, dan 57.73 km/jam. Standar menurut Bina Marga 1997 kelas jalan arteri kelas I minimum 60 km/jam karena medan yang memiliki berbagai macam besaran kelandaian per tikungan. Hal ini juga mempertimbangkan adanya rumah warga, tempat wisata dan pesantren dekat area tikungan.

3. Jarak Pandang Henti

Pada redesain untuk perhitungan jarak pandang henti menggunakan Persamaan 3.13.

a. Tikungan ke-1

$$\begin{aligned}
 J_h &= J_{ht} + J_{hr} \\
 J_h &= \frac{vr}{3.6} t + \frac{\left(\frac{vr}{3.6}\right)^2}{2gf} \\
 &= \left(\frac{44.5}{3.6} \times 2.5\right) + \left(\frac{\left(\frac{44.5}{3.6}\right)^2}{2 \times 9.81 \times 0.4}\right) \\
 &= 50.37 \text{ meter}
 \end{aligned}$$

$$J_h > J_h \text{ minimum} = 40 \text{ meter. (Tabel 3.13)}$$

b. Tikungan ke-2

$$\begin{aligned}
 J_h &= J_{ht} + J_{hr} \\
 J_h &= \frac{Vr}{3.6} t + \frac{\left(\frac{Vr}{3.6}\right)^2}{2gf} \\
 &= \left(\frac{56.27}{3.6} \times 2.5\right) + \left(\frac{\left(\frac{56.27}{3.6}\right)^2}{2 \times 9.81 \times 0.35}\right) \\
 &= 70.2 \text{ meter}
 \end{aligned}$$

$$J_h > J_h \text{ minimum} = 55 \text{ meter.}$$

c. Tikungan ke-3

$$\begin{aligned}
 J_h &= J_{ht} + J_{hr} \\
 J_h &= \frac{Vr}{3.6} t + \frac{\left(\frac{Vr}{3.6}\right)^2}{2gf} \\
 &= \left(\frac{56.27}{3.6} \times 2.5\right) + \left(\frac{\left(\frac{56.27}{3.6}\right)^2}{2 \times 9.81 \times 0.35}\right) \\
 &= 70.2 \text{ meter}
 \end{aligned}$$

$$J_h > J_h \text{ minimum} = 55 \text{ meter.}$$

d. Tikungan ke-4

$$\begin{aligned}
 J_h &= J_{ht} + J_{hr} \\
 J_h &= \frac{Vr}{3.6} t + \frac{\left(\frac{Vr}{3.6}\right)^2}{2gf} \\
 &= \left(\frac{57.7}{3.6} \times 2.5\right) + \left(\frac{\left(\frac{57.7}{3.6}\right)^2}{2 \times 9.81 \times 0.35}\right) \\
 &= 72.85 \text{ meter}
 \end{aligned}$$

$$J_h > J_h \text{ minimum} = 60 \text{ meter.}$$

4. Jarak Pandang Mendahului

Pada redesain untuk perhitungan jarak pandang mendahului menggunakan Persamaan 3.15.

a. Tikungan ke-1

$$\begin{aligned}
 J_d \text{ total} &= d_1 + d_2 + d_3 + d_4 \\
 d_1 &= 0.278 \times t_1 \times \left(V - m + \frac{a \cdot t_1}{2}\right) \\
 &= 0.278 \times 3.27 \times \left(44.5 - 15 + \frac{2.2 \times 3.27}{2}\right)
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 &= 30.17 \text{ meter} \\
 d2 &= 0.278 \times 44.5 \times 8.69 \\
 &= 107.58 \text{ meter} \\
 d3 &= 30 \text{ meter} \\
 d4 &= \frac{2}{3} \times 107.58 \\
 &= 71.72 \text{ meter} \\
 \text{Jd total} &= 30.17 + 107.58 + 30 + 71.72 \\
 &= 239.47 \text{ meter}
 \end{aligned}$$

$$\text{Jd} > \text{Jd minimum} = 200 \text{ meter (Tabel 3.14)}$$

b. Tikungan ke-2

$$\begin{aligned}
 \text{Jd total} &= d1+d2+d3+d4 \\
 d1 &= 0.278 \times t_1 \times \left(V - m + \frac{a.t_1}{2} \right) \\
 &= 0.278 \times 3.58 \times \left(56.27 - 15 + \frac{2.25 \times 3.58}{2} \right) \\
 &= 45.13 \text{ meter} \\
 d2 &= 0.278 \times 56.27 \times 9.26 \\
 &= 144.86 \text{ meter} \\
 d3 &= 40 \text{ meter} \\
 &= \frac{2}{3} \times 144.86 \\
 &= 96.57 \text{ meter} \\
 \text{Jd total} &= 45.13 + 144.86 + 40 + 96.57 \\
 &= 326.56 \text{ meter}
 \end{aligned}$$

$$\text{Jd} > \text{Jd minimum} = 250 \text{ meter (Tabel 3.14)}$$

c. Tikungan ke-3

$$\begin{aligned}
 \text{Jd total} &= d1+d2+d3+d4 \\
 d1 &= 0.278 \times t_1 \times \left(V - m + \frac{a.t_1}{2} \right) \\
 &= 0.278 \times 3.58 \times \left(56.27 - 15 + \frac{2.25 \times 3.58}{2} \right) \\
 &= 45.13 \text{ meter} \\
 d2 &= 0.278 \times 56.27 \times 9.26
 \end{aligned}$$

$$= 144.86 \text{ meter}$$

$$d3 = 40 \text{ meter}$$

$$d4 = \frac{2}{3} \times 144.86$$

$$= 96.57 \text{ meter}$$

$$Jd \text{ total} = 45.13 + 144.86 + 40 + 96.57$$

$$= 326.56 \text{ meter}$$

$Jd > Jd \text{ minimum} = 250 \text{ meter (Tabel 3.14)}$

d. Tikungan ke-4

$$Jd \text{ total} = d1 + d2 + d3 + d4$$

$$d1 = 0.278 \times t_1 \times \left(V - m + \frac{a \cdot t_1}{2} \right)$$

$$= 0.278 \times 3.62 \times \left(57.73 - 15 + \frac{2.25 \times 3.62}{2} \right)$$

$$= 47.13 \text{ meter}$$

$$d2 = 0.278 \times 50 \times 9.33$$

$$= 149.75 \text{ meter}$$

$$d3 = 50 \text{ meter}$$

$$d4 = \frac{2}{3} \times 149.75$$

$$= 99.84 \text{ meter}$$

$$Jd \text{ total} = 47.13 + 149.75 + 50 + 99.84$$

$$= 346.72 \text{ meter}$$

$Jd > Jd \text{ minimum} = 250 \text{ meter (Tabel 3.14)}$

5. Ruang Bebas Samping Pada Tikungan

Untuk perhitungan ruang bebas samping untuk redesain menggunakan Persamaan 3.6.

a. Tikungan 1

$$Rc = 60 \text{ meter} \quad Ls = 25 \text{ meter}$$

$$Jh = 50.37 \text{ meter} \quad Lc = 37.83 \text{ meter}$$

Perhitungan :

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

$$= 2 \times 25 + 37.83$$

$$= 87.83 \text{ m} > J_h$$

Karena $J_h < L_t$ maka :

$$E = R_c \left\{ 1 - \cos \left(\frac{90^\circ J_h}{\pi R_c} \right) \right\}$$

$$E = 60 \left\{ 1 - \cos \left(\frac{90^\circ 50.37}{\pi 60} \right) \right\}$$

$$E = 5.21 \text{ meter}$$

b. Tikungan 2

$$R_c = 110 \text{ meter} \quad L_s = 25 \text{ meter}$$

$$J_h = 70.2 \text{ meter} \quad L_c = 90.19 \text{ meter}$$

Perhitungan :

$$L_t = 2 \times L_s + L_c$$

$$= 2 \times 25 + 90.19$$

$$= 140.19 \text{ m} > J_h$$

Karena $J_h < L_t$ maka :

$$E = R_c \left\{ 1 - \cos \left(\frac{90^\circ J_h}{\pi R_c} \right) \right\}$$

$$E = 110 \left\{ 1 - \cos \left(\frac{90^\circ 70.2}{\pi 110} \right) \right\}$$

$$E = 5.55 \text{ meter}$$

c. Tikungan 3

$$R_c = 110 \text{ meter} \quad L_s = 25 \text{ meter}$$

$$J_h = 70.2 \text{ meter} \quad L_c = 22.99 \text{ meter}$$

Perhitungan :

$$L_{tot} = 2 \times L_s + L_c$$

$$= 2 \times 25 + 22.99$$

$$= 72.99 \text{ m} > J_h$$

Karena $J_h < L_t$ maka :

$$E = R_c \left\{ 1 - \cos \left(\frac{90^\circ J_h}{\pi R_c} \right) \right\}$$

$$E = 110 \left\{ 1 - \cos \left(\frac{90^\circ 70.2}{\pi 110} \right) \right\}$$

$$E = 5.55 \text{ meter}$$

d. Tikungan 4

$$R_c = 450 \text{ meter} \quad L_s = 25 \text{ meter}$$

$$J_h = 72.86 \text{ meter} \quad L_c = 109.23 \text{ meter}$$

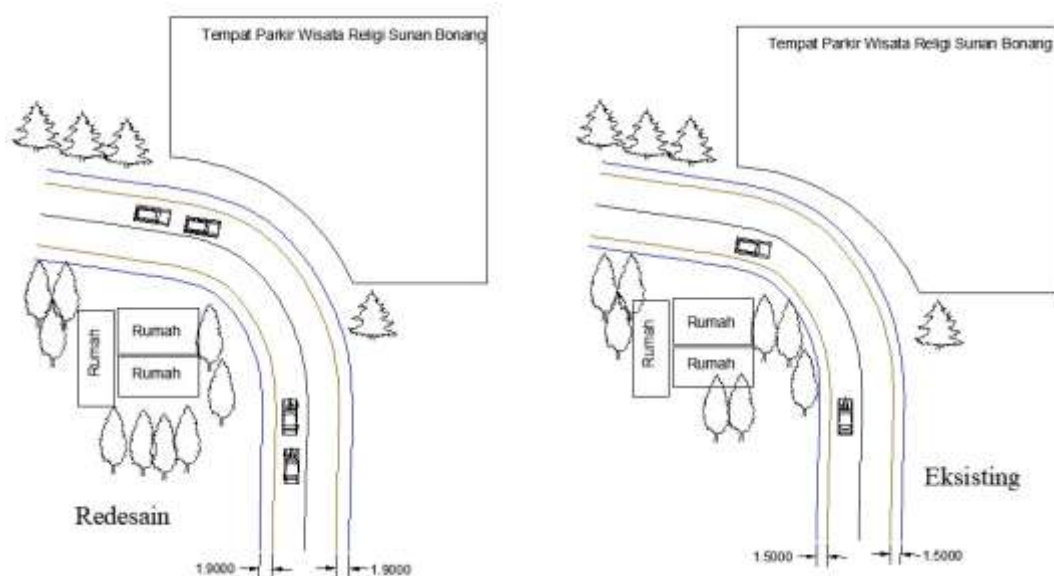
Perhitungan :

$$\begin{aligned} L_{tot} &= 2 \times L_s + L_c \\ &= 2 \times 25 + 109.23 \\ &= 189.23 \text{ m} > J_h \end{aligned}$$

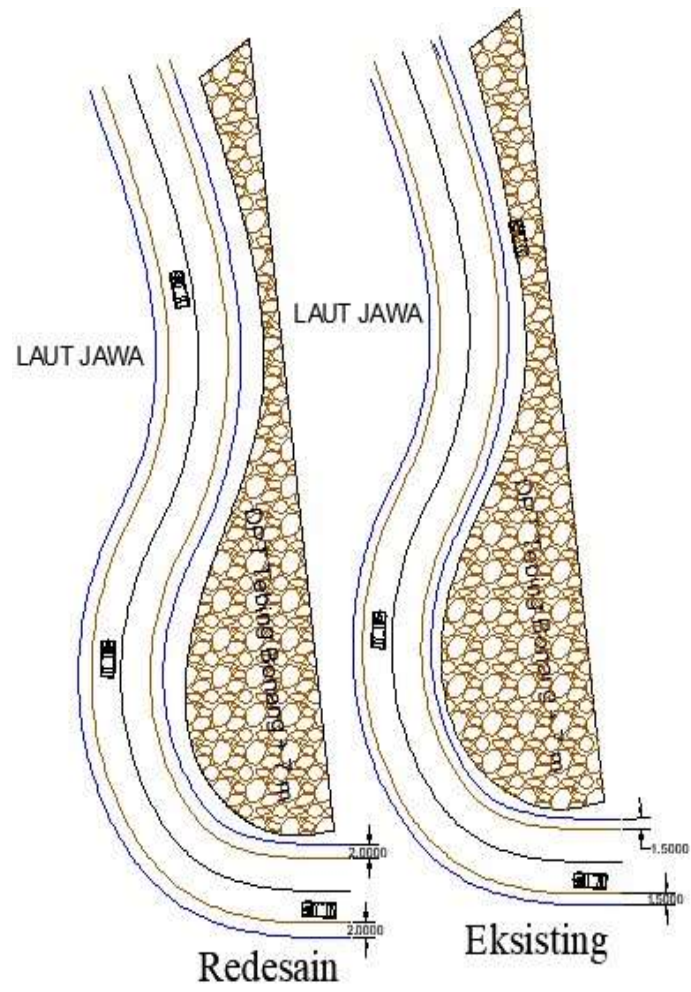
Karena $J_h < L_t$ maka :

$$\begin{aligned} E &= R_c \left\{ 1 - \cos \left(\frac{90^\circ J_h}{\pi R_c} \right) \right\} \\ E &= 450 \left\{ 1 - \cos \left(\frac{90^\circ 72.86}{\pi 450} \right) \right\} \\ E &= 1.47 \text{ meter} \end{aligned}$$

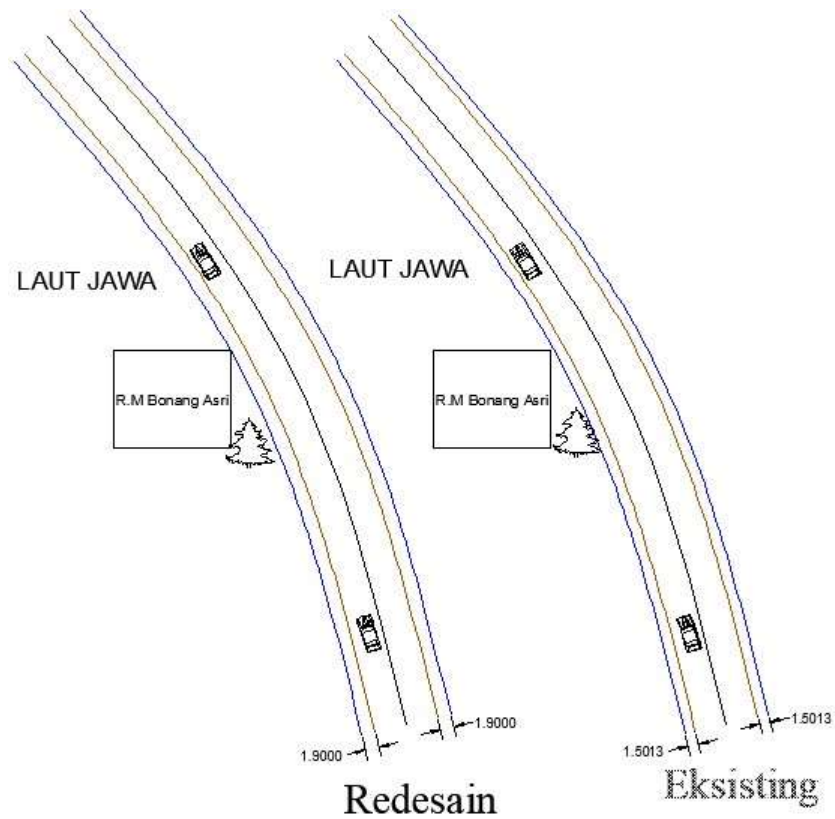
Berikut dapat dilihat mulai dari lebar bahu, jarak pandang henti, dan ruang bebas samping yang telah diredesain agar memenuhi syarat minimal dari Bina Marga 1997.



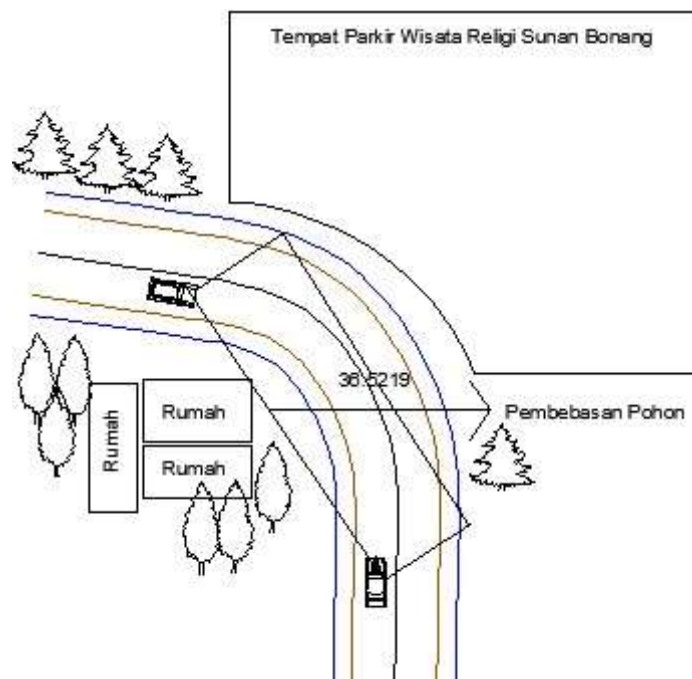
Gambar 5.18 Bahu Jalan Tikungan 1



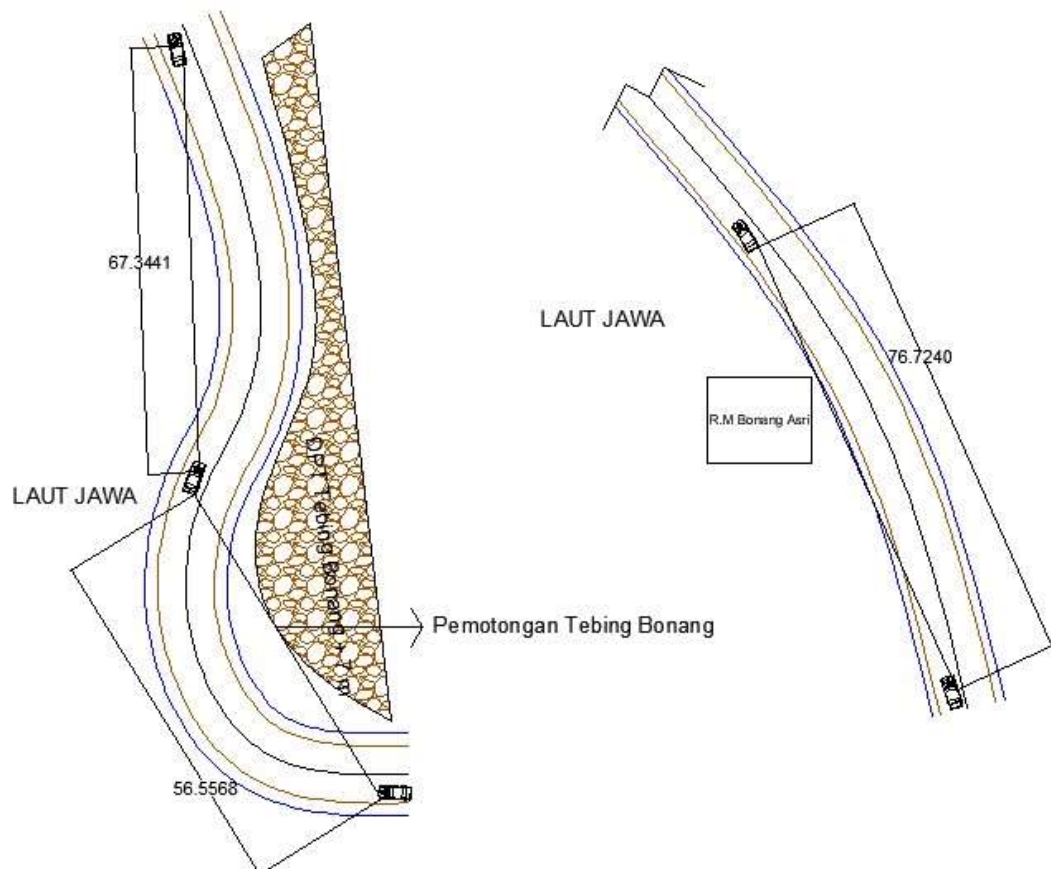
Gambar 5.19 Bahu Jalan Tikungan 2 Dan 3



Gambar 5.20 Bahu Jalan Tikungan 4

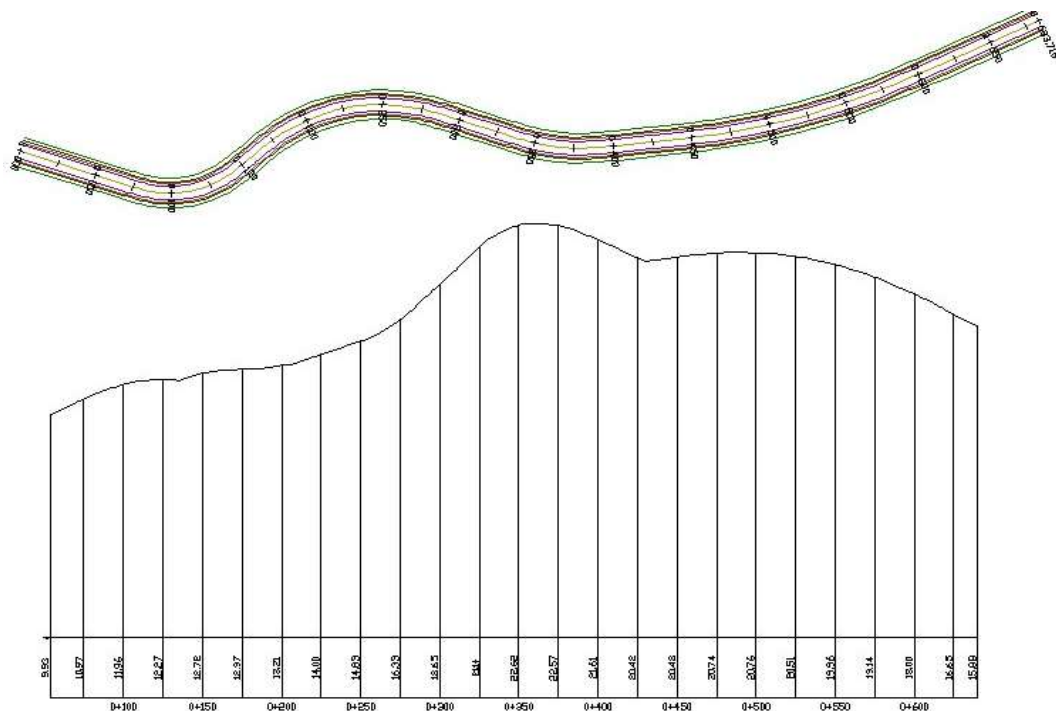


Gambar 5.21 Jarak Pandang Henti Redesain Tikungan 1



Gambar 5.22 Jarak Pandang Henti Redesain Tikungan 2, 3, dan 4

Berikut gambar koordinasi alinyemen horizontal dan alinyemen vertikal pada kondisi eksisting dan kondisi setelah diredisain sebagai berikut.



Gambar 5.23 Koordinasi Alinyemen Horizontal dan Alinyemen Vertikal setelah Diredesain

5.4 Pembahasan

5.4.1 *Black Spot*

Pada nilai EAN (*Equivalent Accident Number*) tertinggi yaitu segmen 1 (sta. 17+200) yang merupakan tikungan 1 lokasi penelitian didapat nilai sebesar 66. Dalam hubungan nilai EAN dan kategori resiko dapat disimpulkan bahwa di lokasi tersebut termasuk dalam kategori Cukup Berbahaya (CB) karena termasuk dalam rentang 45 - 85.

Sedangkan pada 2 parameter kecelakaan lain yaitu angka kecelakaan (*AR*) dan tingkat kecelakaan menunjukkan kenaikan dalam kurun waktu 3 tahun dimulai pada tahun 2015 sampai 2017.

5.4.2 Evaluasi Geometrik Eksisting

Dengan menggunakan program *AutoCAD Civil 3D 2006* didapatkan bentuk lengkung horizontal berdasarkan penggabungan data primer dan sekunder. Bentuk tikungan 1 sampai tikungan 4 yaitu berupa *spiral-circle-spiral*. Penentuan tipe tikungan *s-c-s* ditentukan dari beberapa landasan yaitu R_{min} semua tikungan < 250

meter sehingga tidak menggunakan tipe F_c , sudut tikungan (Δ) kecil sehingga tidak memenuhi tipe $s-s$, pada lengkung lingkaran (L_c) semua tikungan lebih dari 20 meter sehingga tipe $s-c-s$ yang paling memenuhi. Jari-jari yang dipakai menggunakan data sekunder dari Dinas Pekerjaan Umum Provinsi Jawa Tengah.

Dari hasil analisis dengan program *Civil 3D 2006*, didapatkan tikungan 1 sampai tikungan 4 memenuhi standar jalan arteri kelas I pada Bina Marga 1997. Akan tetapi terdapat beberapa parameter geometrik yang tidak sesuai sehingga memerlukan pengukuran langsung dilapangan. Parameter-parameter tersebut adalah kecepatan pengendara, jarak pandang henti, jarak pandang mendahului, ruang bebas samping, dan lebar bahu jalan. Berikut hasil analisis kondisi eksisting pada Tabel 5.17.

Tabel 5.17 Hasil Analisis Kondisi Eksisting Menurut Bina Marga 1997

| Jenis Analisis | Satuan | Syarat | Kondisi Eksisting | Keterangan |
|----------------------------------|----------|-------------------------|----------------------------|-------------------------|
| Lebar Lajur | Meter | 3.75 | 4.5 | Terpenuhi |
| Lebar Bahu | Meter | 2 | 1.5 – 1.82 | Kurang Terpenuhi (38%) |
| VLHR | smp/hari | >30,000 | 44,743 | Tahun 2016 |
| Jenis Jalan | smp/hari | Tabel 3.4 | 44,743 | Arteri Kelas I |
| Kecepatan per Tikungan | Km/jam | max 60 | 30, 40, 40, dan 50 | Tidak Terpenuhi |
| Jarak Pandang Henti per Tikungan | Meter | 75 | 22.8, 44.8, 48.2, dan 51.8 | Tidak Terpenuhi |
| Jarak Pandang Mendahului | Meter | 150 | 55 | Tidak Terpenuhi |
| Jari-Jari Tikungan per Tikungan | Meter | 30 dan 80 | 60, 110, 110, dan 450 | Terpenuhi |
| Ruang Bebas Samping per Tikungan | Meter | 1.8, 2.1, 2.1, dan 0.98 | 2.25, 2.1, 1.7, dan 1 | Kurang Terpenuhi (50 %) |
| Superelevasi per Tikungan | % | 2 | 9.8, 5.6, 7.8, dan 3.9 | Terpenuhi |
| Lengkung Vertikal | Meter | 40 - 80 | 41.55 | Terpenuhi |

5.4.3 Pembahasan Analisis Redesain

Dari hasil analisis dengan program *Civil 3D 2006*, didapatkan tikungan 1 sampai tikungan 4 sudah memenuhi standar jalan arteri kelas I pada Bina Marga 1997. Parameter-parameter seperti kecepatan pengendara, jarak pandang henti, jarak pandang mendahului, ruang bebas samping, dan lebar bahu jalan sudah memenuhi syarat minimum Bina Marga 1997. Berikut hasil analisis redesain pada Tabel 5.18.

Tabel 5.18 Perbandingan Kondisi Eksisting dan Redesain

| Jenis Analisis | Satuan | Syarat Minimal | Kondisi Eksisting | Keterangan | Hasil Redesain | Keterangan |
|---------------------------------------|--------|----------------|-------------------|-----------------|----------------|------------|
| Lebar Lajur | Meter | 3.75 | 4.5 | Terpenuhi | 4.5 | Terpenuhi |
| Lebar Bahu | Meter | 2 | 1.5 – 1.82 | Tidak Terpenuhi | 1.9 - 2.0 | Terpenuhi |
| Kecepatan per Tikungan | Km/jam | max 60 | 50 | Tidak Terpenuhi | 60 | Terpenuhi |
| Jarak Pandang Henti per Tikungan | Meter | 75 | 51.8 | Tidak Terpenuhi | 75 | Terpenuhi |
| Jarak Pandang Mendahului per Tikungan | Meter | 250 | 55 | Tidak Terpenuhi | 346.72 | Terpenuhi |
| Jari-Jari Tikungan per Tikungan | Meter | 110 | 450 | Terpenuhi | 450 | Terpenuhi |
| Ruang Bebas Samping per Tikungan | Meter | 2.2 | 1.7 | Tidak Terpenuhi | 5.55 | Terpenuhi |
| Superelevasi per Tikungan | % | 2 | 9.8 | Terpenuhi | 9.8 | Terpenuhi |
| Lengkung Vertikal | Meter | 40 - 80 | 41.55 | Terpenuhi | 41.55 | Terpenuhi |

5.4.4 Penilaian Terhadap Alternatif Redesain

Berikut merupakan hasil penilaian terhadap alternatif redesain jalan Pantura Sunan Bonang Km 17.18 – Km 17.83. Penilaian terhadap alternatif redesain dapat

dilihat pada Tabel 5.19 berikut ini.

Tabel 5.19 Penilaian Terhadap Alternatif Redesain

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

BAB VI

KESIMPULAN DAN SARAN

6.1 KESIMPULAN

Dari hasil analisis dan pembahasan pada bab sebelumnya, disimpulkan untuk kondisi ruas Jalan Pantura Sunan Bonang Sta. 17+180 –17+830 Kabupaten Rembang adalah sebagai berikut:

1. Nilai *Accident Rate* pada ruas Jalan Pantura Sunan Bonang Sta. 17+180 – 17+830 dengan menggunakan Metode EAN (*Equivalent Accident Number*) mengalami kenaikan dalam kurun waktu 3 tahun dimulai tahun 2015 sampai 2017 sebesar 56, 65, dan 66. Berdasarkan kategori kecelakaan nilai tertinggi pada tahun 2017 yaitu 66 termasuk kedalam kategori Cukup Berbahaya (CB). Sedangkan tingkat kecelakaan dalam kurun waktu 3 tahun juga mengalami kenaikan yaitu sebesar 41 kasus pada tahun 2015, 48 kasus pada tahun 2016, dan 48 kasus pada tahun 2017.
2. Pada kondisi eksisting ruas Jalan Pantura Sunan Bonang Sta. 17+180 – 17+830 belum sesuai standar minimum Bina Marga 1997 untuk jalan arteri kelas I. Parameter yang belum sesuai meliputi kecepatan kendaraan, lebar bahu, ruang bebas samping, dan jarak pandang. Sehingga perlu dilakukan redesain pada ruas tersebut.
3. Berdasarkan analisis dan pembahasan redesain Jalan Pantura Sunan Bonang Sta. 17+180 –17+830, didapatkan 1 alternatif redesain. Dalam alternatif hasil redesain tersebut mempertimbangkan 4 aspek yaitu keamanan, ketersediaan lahan, kesulitan pengerjaan, dan biaya pengerjaan.

6.2 SARAN

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

1. Pada ruas Jalan Pantura Sunan Bonang Sta. 17+180 –17+830 Kabupaten Rembang sebaiknya dilengkapi rambu – rambu jalan dan penerangan jalan sehingga jarak pandang dapat terpenuhi.
2. Pada saat sebelum memasuki tikungan terdapat akses area wisata, hal ini bisa menyebabkan terjadinya penurunan kecepatan saat mengendarai kendaraan sehingga solusi untuk tetap mempertahankan kecepatan saat melewati tikungan tersebut adalah dapat memasang rambu lalu lintas yang bertuliskan kecepatan maksimum 50 km/jam sebelum tikungan tersebut.



Gambar 6.1 Rambu Kecepatan

3. Memasang rambu tikungan baru dan rambu hati-hati sebelum memasuki tikungan untuk memberitahu pengemudi bahwa ketika melewati tikungan tersebut tidak melebihi rambu lalu lintas kecepatan.



Gambar 6.2 Rambu Hati-Hati dan Rambu Tikungan

DAFTAR PUSTAKA

- Badan Standarisasi Nasional. 2004. *Geometrik Jalan Perkotaan*. Badan Standarisasi Nasional Jakarta.
- Dewi. 2009. *Analisis Geometrik Jalan Ditinjau dari Pelebaran Perkerasan pada Tikungan Jalan Tol Solo - Kertosono dan Ruas Solo - Mantingan*. Magister Sistem dan Teknik Transportasi Universitas Gadjah Mada.
- Departemen Permukiman dan Prasarana Wilayah. 2004. *Penanganan Lokasi Rawan Kecelakaan Lalu Lintas*. Sub Panitia Teknik Standarisasi Bidang Prasarana Transportasi.
- Direktorat Jenderal Bina Marga. 1997. *Spesifikasi Standar Untuk Perencanaan Geometrik Jalan Luar Kota*. Sub Direktorat Perencanaan Teknis Bina Marga.
- Direktorat Jenderal Tata Perkotaan dan Tata Perdesaan. 2001. *Tata Cara Penyelenggaraan Pemisah Jalan Perkotaan*.
- Direktorat Jenderal Perhubungan Darat. 2009. *UU Nomor 22 Tahun 2009 Lalu Lintas dan Angkutan Jalan*.
- Direktorat Jenderal Bina Marga. 1997. *Tata Cara Perencanaan Geometri Jalan Perkotaan*.
- Direktorat Jenderal Bina Marga. 2004. *Pedoman Penanganan Lokasi Rawan Kecelakaan Lalu Lintas*. Jakarta, Indonesia.
- Dinas Pekerjaan Umum Dan Perumahan Rakyat. 2017. *Gambar Rencana Pembangunan Jalan Pati – Rembang B. Satuan Kerja Non Vertikal Tertentu Perencanaan Dan Pengawasan Jalan Dan Jembatan*. Jawa Tengah.
- Fachrurozy. 1996. Keselamatan Lalu lintas. *Jurnal Teknik Sipil*. Universitas Gadjah Mada.
- Google Maps. 2018. *Peta Lokasi Penelitian Jalan Pasujudan Sunan Bonang*. (<http://www.google.co.id/maps/place/Pasujudan+Sunan+Bonang/id>. Diakses 12 Maret 2018)
- Hendarsin S. L. 2000. *Pedoman Teknik Jalan Raya*. Politeknik Negeri Bandung, Bandung

- Kepolisian Republik Indonesia. 2017. *Data Black Spot Kabupaten Rembang Tahun 2015 sampai 2017*. Penerbit Kepala Kepolisian Resort Rembang. Jawa Tengah.
- Lestari. 2015. *Analisis Kecelakaan Lalu Lintas Pada Area Blackspot Di Ruas Jalan Yogya - Magelang Antara KM 4 - KM 17*. Kumpulan Karya Ilmiah Teknik Sipil. Teknik Transportasi Universitas Gajah Mada.
- Menteri Pekerjaan Umum, *Persyaratan Teknis Jalan Dan Kriteria Perencanaan Teknis Jalan* (No. 19/PRT/M/2011).
- Menteri Perhubungan. 2015. *Permen No 26 Tahun 2015 Tentang Standar Keselamatan Lalu Lintas dan Angkutan Umum*.
- Mulyono, A.T., Kushari, B., Gunawan, H.E. 2009. Penyusunan Model Audit Defisiensi Keselamatan Infrastruktur Jalan untuk Mengurangi Potensi Terjadinya Kecelakaan Berkendaraan. *Jurnal Teoritis dan Terapan Bidang Rekayasa Sipil*. Vol.16 No.3:163-174. Yogyakarta.
- Ogden dan Taylor. 1999. Elemen-Elemen Penyebab Kecelakaan. *Geometric Design Projects for Highways*. Pennsylvania, Amerika Serikat.
- Paksi. 2014. *Evaluasi dan Perbaikan Geometri Jalan pada Ruas Jalan Magelang - Yogyakarta Km. 12.9 - Km.13.3*. Tugas Akhir Teknik Sipil. (Tidak dipublikasikan). Universitas Islam Indonesia. Yogyakarta.
- Pignataro, L. J. 1973. *Traffic Engineering: Theory and Practice*. Prentice - Hall.
- Santoso. 2011. *Analisa Hubungan Geometrik Jalan Raya dengan Tingkat Kecelakaan Pada Ruas Jalan Ir. Sutami*. Kumpulan Karya Ilmiah Teknik Sipil. Universitas Sebelas Maret. Surakarta.
- Schoon, J.G. 1999. *Geometric Design Projects for Highways*. Perpustakaan Pusat Universitas Islam Indonesia.
- Sukmadinata. 2006. *Penelitian Deskriptif*. Universitas Gajah Mada.
- Soemitro. 2005. *Accident Analysis Assessment to The Accident Influence Factors on Traffic Safety Improvement. (Case: Palangka Raya - Tangkiling National Road)*. Proceedings of the Eastern Asia Society for Transportation Studies, Vol. 5, pp. 2091 – 2105.
- Wiranto. 2008. *Evaluasi Tingkat Kerawanan Kecelakaan Pada Ruas Jalan Boyolali - Ampel KM 29 - KM 34*. Thesis. (Tidak dipublikasikan). Universitas Sebelas Maret.

LAMPIRAN 1

(Data waktu tempuh kendaraan di lapangan pada tikungan)

Data waktu tempuh kendaraan di lapangan pada tikungan

| Sampel | Tikungan | | | |
|--------|--------------|--------------|--------------|--------------|
| | Arah Barat | | Arah Timur | |
| | Motor | Mobil | Motor | Mobil |
| 1 | 00:00'11''21 | 00:00'12''27 | 00:00'12''14 | 00:00'12''72 |
| 2 | 00:00'12''75 | 00:00'15''75 | 00:00'11''72 | 00:00'13''81 |
| 3 | 00:00'12''74 | 00:00'12''38 | 00:00'11''14 | 00:00'13''32 |
| 4 | 00:00'11''78 | 00:00'11''37 | 00:00'12''20 | 00:00'11''78 |
| 5 | 00:00'14''62 | 00:00'12''19 | 00:00'12''60 | 00:00'11''11 |
| 6 | 00:00'10''13 | 00:00'16''61 | 00:00'13''23 | 00:00'12''29 |
| 7 | 00:00'11''57 | 00:00'11''54 | 00:00'12''65 | 00:00'11''49 |
| 8 | 00:00'12''54 | 00:00'14''17 | 00:00'13''54 | 00:00'12''64 |
| 9 | 00:00'14''11 | 00:00'12''69 | 00:00'13''18 | 00:00'13''25 |
| 10 | 00:00'12''40 | 00:00'11''18 | 00:00'11''42 | 00:00'13''17 |
| 11 | 00:00'14''38 | 00:00'13''26 | 00:00'13''14 | 00:00'13''51 |
| 12 | 00:00'12''24 | 00:00'14''37 | 00:00'12''36 | 00:00'12''10 |
| 13 | 00:00'10''58 | 00:00'12''53 | 00:00'13''60 | 00:00'12''12 |
| 14 | 00:00'11''28 | 00:00'11''22 | 00:00'12''25 | 00:00'11''66 |
| 15 | 00:00'13''10 | 00:00'13''43 | 00:00'11''21 | 00:00'11''13 |
| 16 | 00:00'13''51 | 00:00'13''33 | 00:00'13''55 | 00:00'12''76 |
| 17 | 00:00'11''49 | 00:00'12''85 | 00:00'13''27 | 00:00'13''43 |
| 18 | 00:00'13''55 | 00:00'12''24 | 00:00'11''57 | 00:00'12''17 |
| 19 | 00:00'13''29 | 00:00'12''66 | 00:00'11''25 | 00:00'12''76 |
| 20 | 00:00'14''22 | 00:00'11''13 | 00:00'13''27 | 00:00'13''25 |
| Total | 00:04'04''10 | 00:04'35''20 | 00:04'10''45 | 00:04'12''41 |

Keterangan: 00:04'10''10

00 = jam

' = menit

'' = detik

10 = 1/60 detik.

Data waktu tempuh kendaraan di lapangan pada jalan lurus

| Sampel | Lurus | | | |
|--------|--------------|--------------|--------------|--------------|
| | Arah Barat | | Arah Timur | |
| | Motor | Mobil | Motor | Mobil |
| 1 | 00:00'10''15 | 00:00'15''13 | 00:00'14''82 | 00:00'11''69 |
| 2 | 00:00'12''14 | 00:00'14''20 | 00:00'11''35 | 00:00'12''25 |
| 3 | 00:00'14''56 | 00:00'11''84 | 00:00'12''68 | 00:00'12''37 |
| 4 | 00:00'11''11 | 00:00'13''83 | 00:00'12''78 | 00:00'13''14 |
| 5 | 00:00'15''44 | 00:00'15''25 | 00:00'13''65 | 00:00'13''65 |
| 6 | 00:00'11''22 | 00:00'15''65 | 00:00'11''19 | 00:00'11''16 |
| 7 | 00:00'16''14 | 00:00'12''90 | 00:00'12''91 | 00:00'12''28 |
| 8 | 00:00'12''67 | 00:00'15''51 | 00:00'12''72 | 00:00'14''63 |
| 9 | 00:00'10''16 | 00:00'15''17 | 00:00'13''25 | 00:00'13''27 |
| 10 | 00:00'12''43 | 00:00'11''14 | 00:00'11''21 | 00:00'11''81 |
| 11 | 00:00'12''72 | 00:00'15''47 | 00:00'11''46 | 00:00'14''69 |
| 12 | 00:00'14''39 | 00:00'10''82 | 00:00'13''42 | 00:00'12''18 |
| 13 | 00:00'11''82 | 00:00'12''11 | 00:00'11''12 | 00:00'13''24 |
| 14 | 00:00'15''51 | 00:00'12''31 | 00:00'10''91 | 00:00'13''10 |
| 15 | 00:00'13''41 | 00:00'14''78 | 00:00'10''82 | 00:00'11''68 |
| 16 | 00:00'11''36 | 00:00'11''33 | 00:00'14''61 | 00:00'14''10 |
| 17 | 00:00'12''32 | 00:00'12''51 | 00:00'12''29 | 00:00'12''27 |
| 18 | 00:00'16''55 | 00:00'14''91 | 00:00'11''27 | 00:00'14''40 |
| 19 | 00:00'11''88 | 00:00'11''45 | 00:00'11''83 | 00:00'12''25 |
| 20 | 00:00'10''41 | 00:00'10''26 | 00:00'12''46 | 00:00'10''50 |
| Total | 00:04'25''66 | 00:04'20''83 | 00:03'30''96 | 00:04'11''66 |

Keterangan: 00:04'25''66
 00 = jam ‘ ‘ = detik
 ‘ = menit 66 = 1/60 detik.

LAMPIRAN 2

(Data Lokasi *Black Spot* Di Kabupaten Rembang Selama 3 Tahun)

Data Lokasi *black spot* Tahun 2015 Kabupaten Rembang

| KEPOLISIAN NEGARA REPUBLIK INDONESIA DAERAH JAWA TENGAH RESOR REMBANG | | | | | | | |
|---|---|-----------------|---------------|----|----|-----------------|-----|
| DATA LAKA DI TITIK BLACK SPOT 2015 | | | | | | | |
| NO | LOKASI | JUMLAH KEJADIAN | STATUS KORBAN | | | POIN BLACK SPOT | KET |
| | | | MD | LB | LR | | |
| 1. | Ds. PANTIHARJO KEC. KALIORI KAB. REMBANG KM 107 SMG | 3 | 0 | 2 | 1 | 7 | |
| 2. | DS. PUNJULHARJO KEC. REMBANG KAB REMBANG KM. 119 SMG | 6 | 1 | 2 | 3 | 21 | |
| 3. | DS. PUNJULHARJO KEC. REMBANG KAB. REMBANG KM. 120 SMG | 4 | 2 | 0 | 2 | 26 | |
| 4. | DS. GEDONGMULYO KEC. LASEM KAB. REMBANG KM. 124.5 SMG | 4 | 2 | 1 | 1 | 28 | |
| 5. | DS. TASIKSONO KEC. LASEM KAB. REMBANG KM. 126 SMG | 9 | 1 | 1 | 7 | 22 | |
| 6. | DS. BONANG KEC. SLUKE KAB. REMBANG KM. 127.5 SMG | 5 | 4 | 0 | 1 | 49 | |
| 7. | DS. LERAN KEC. SLUKE KAB. REMBANG KM. 129 SMG | 7 | 2 | 0 | 5 | 29 | |
| | | 38 | 12 | 6 | 20 | 182 | |

Data Lokasi *black spot* Tahun 2016 Kabupaten Rembang

| KEPOLISIAN NEGARA REPUBLIK INDONESIA DAERAH JAWA TENGAH RESOR REMBANG | | | | | | | |
|---|---|-----------------|---------------|----|----|-----------------|-----|
| DATA LAKA DI TITIK BLACK SPOT 2016 | | | | | | | |
| NO | LOKASI | JUMLAH KEJADIAN | STATUS KORBAN | | | POIN BLACK SPOT | KET |
| | | | MD | LB | LR | | |
| 1. | Ds. PANTIHARJO KEC. KALIORI KAB. REMBANG KM 107 SMG | 9 | 1 | 1 | 7 | 22 | |
| 2. | DS. PUNJULHARJO KEC. REMBANG KAB REMBANG KM. 119 SMG | 6 | 1 | 0 | 5 | 17 | |
| 3. | DS. PUNJULHARJO KEC. REMBANG KAB. REMBANG KM. 120 SMG | 6 | 0 | 1 | 5 | 8 | |
| 4. | DS. GEDONGMULYO KEC. LASEM KAB. REMBANG KM. 124.5 SMG | 5 | 1 | 0 | 4 | 16 | |
| 5. | DS. TASIKSONO KEC. LASEM KAB. REMBANG KM. 126 SMG | 6 | 1 | 1 | 4 | 19 | |
| 6. | DS. BONANG KEC. SLUKE KAB. REMBANG KM. 127.5 SMG | 8 | 3 | 2 | 3 | 45 | |
| 7. | DS. LERAN KEC. SLUKE KAB. REMBANG KM. 129 SMG | 7 | 1 | 1 | 5 | 20 | |
| | | 47 | 8 | 6 | 33 | 147 | |

Data Lokasi *black spot* Tahun 2017 Kabupaten Rembang

| KEPOLISIAN NEGARA REPUBLIK INDONESIA DAERAH JAWA TENGAH RESOR REMBANG | | DATA LAKA DI TITIK BLACK SPOT Per November 2017 | | | | | |
|---|---|--|---------------|----|----|-----------------|-----|
| NO | LOKASI | JUMLAH KEJADIAN | STATUS KORBAN | | | POIN BLACK SPOT | KET |
| | | | MD | LB | LR | | |
| 1. | Ds. PANTIHARJO KEC. KALIORI KAB. REMBANG KM 107 SMG | 8 | 0 | 3 | 5 | 14 | |
| 2. | DS. PUNJULHARJO KEC. REMBANG KAB REMBANG KM. 119 SMG | 5 | 2 | 0 | 3 | 27 | |
| 3. | DS. PUNJULHARJO KEC. REMBANG KAB. REMBANG KM. 120 SMG | 6 | 0 | 1 | 8 | 11 | |
| 4. | DS. GEDONGMULYO KEC. LASEM KAB. REMBANG KM. 124.5 SMG | 7 | 2 | 1 | 4 | 31 | |
| 5. | DS. TASIKSONO KEC. LASEM KAB. REMBANG KM. 126 SMG | 6 | 2 | 0 | 4 | 24 | |
| 6. | DS. BONANG KEC. SLUKE KAB. REMBANG KM. 127.5 SMG | 12 | 2 | 1 | 9 | 36 | |
| 7. | DS. LERAN KEC. SLUKE KAB. REMBANG KM. 129 SMG | 8 | 1 | 2 | 5 | 23 | |
| | | 52 | 9 | 8 | 38 | 166 | |

LAMPIRAN 3

(Lokasi Penelitian Stasiun 17+180 - 17+830 Jalan Pantura Sunan
Bonang Kabupaten Rembang)



Gambar 4.4 Tikungan I



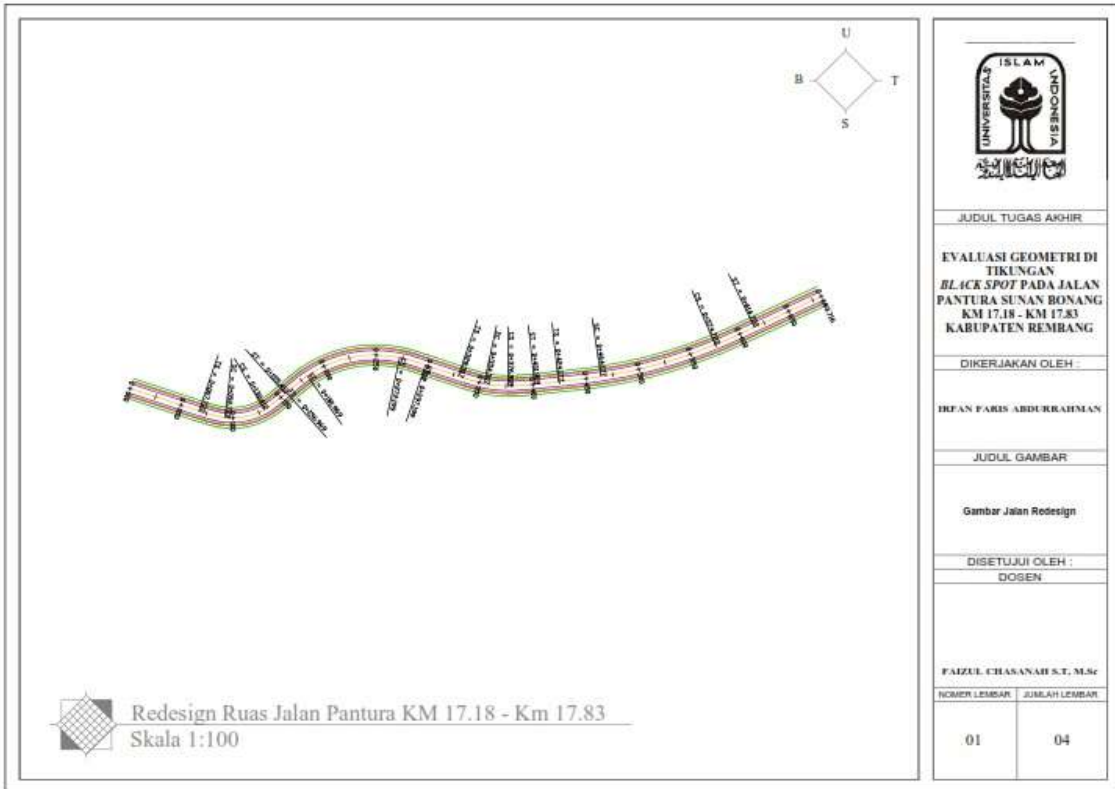
Gambar 4.5 Tikungan II



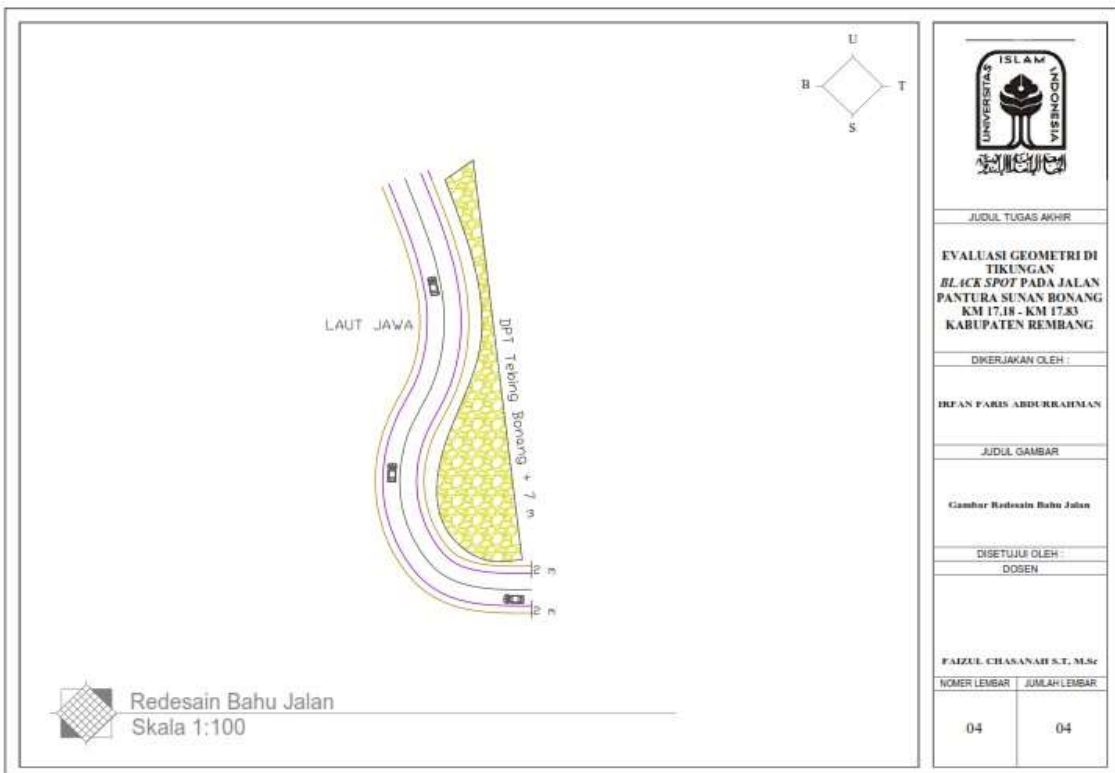
Gambar 4.6 Tikungan III

LAMPIRAN 4

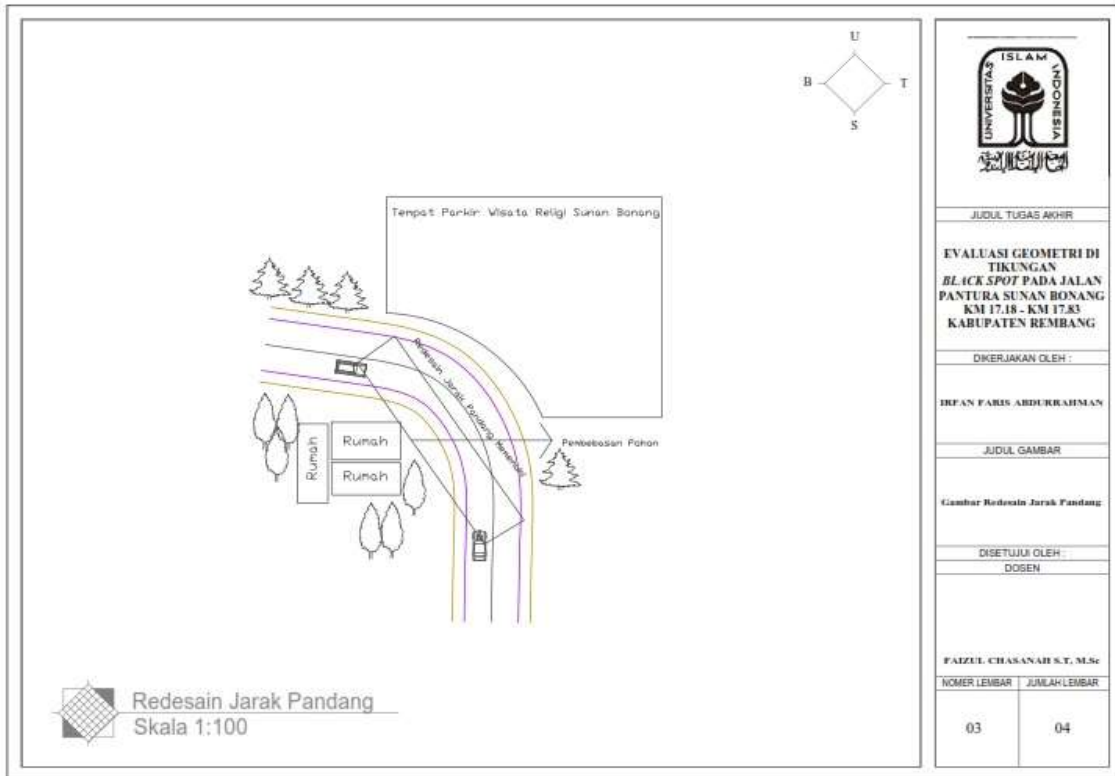
(Gambar Eksisting dan Gambar Redesain Ruas Jalan Pantura Sunan
Bonang Stasiun 17+180 - 17+830)



| | |
|---|---------------|
|  | |
| JUDUL TUGAS AKHIR | |
| EVALUASI GEOMETRI DI TIKUNGAN BLACK SPOT PADA JALAN PANTURA SUNAN BONANG KM 17.18 - KM 17.83 KABUPATEN REMBANG | |
| DIKERJAKAN OLEH : | |
| DIFAN FARIS ABDURRAHMAN | |
| JUDUL GAMBAR | |
| Gambar Jalan Redesign | |
| DISETUIJI OLEH : | |
| DOSEN | |
| FAIZUL CHASANAH S.T., M.Sc | |
| NOMER LEMBAR | JUMLAH LEMBAR |
| 01 | 04 |



| | |
|---|---------------|
|  | |
| JUDUL TUGAS AKHIR | |
| EVALUASI GEOMETRI DI TIKUNGAN BLACK SPOT PADA JALAN PANTURA SUNAN BONANG KM 17.18 - KM 17.83 KABUPATEN REMBANG | |
| DIKERJAKAN OLEH : | |
| DIFAN FARIS ABDURRAHMAN | |
| JUDUL GAMBAR | |
| Gambar Redesain Bahu Jalan | |
| DISETUIJI OLEH : | |
| DOSEN | |
| FAIZUL CHASANAH S.T., M.Sc | |
| NOMER LEMBAR | JUMLAH LEMBAR |
| 04 | 04 |



ISLAM UNIVERSITAS VISISONOH

JUDUL TUGAS AKHIR

EVALUASI GEOMETRI DI TIKUNGAN BLACK SPOT PADA JALAN PANTURA SUNAN BONANG KM 17.18 - KM 17.83 KABUPATEN REMBANG

DIKERJAKAN OLEH :

IRFAN FARIS ABDURRAHMAN

JUDUL GAMBAR

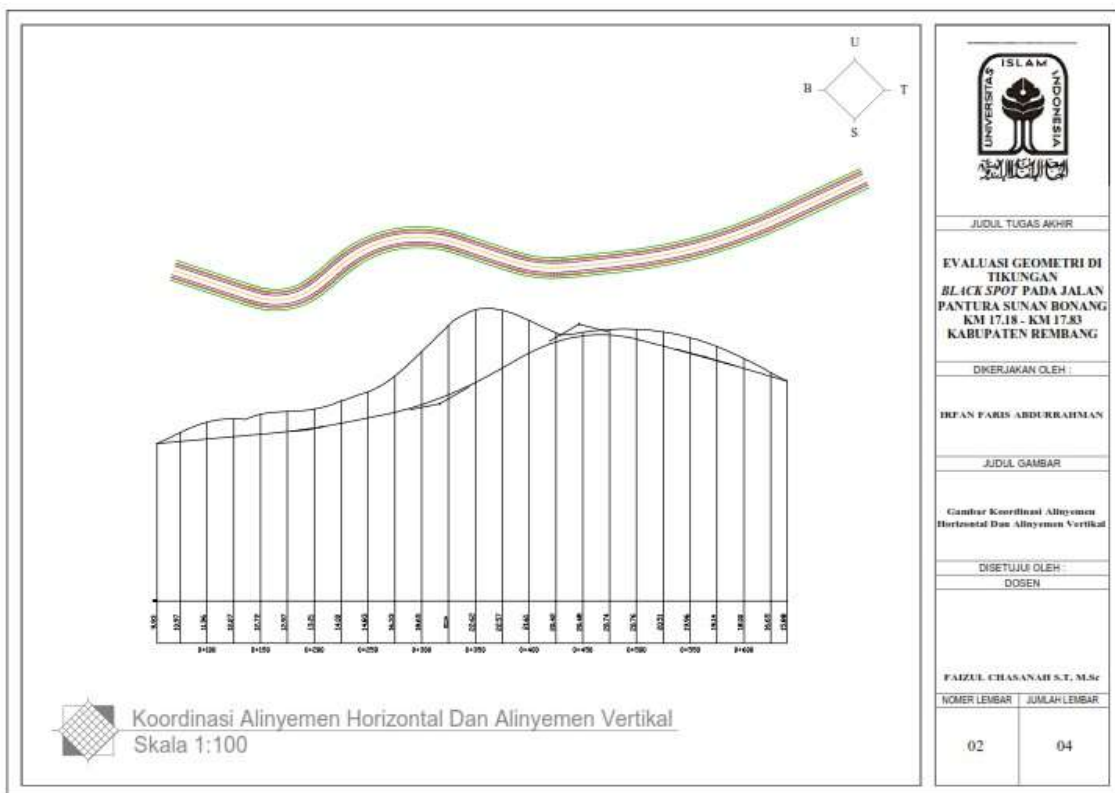
Gambar Redesain Jarak Pandang

DISETUJUI OLEH :

DOSEN

FAIZUL CHASANAH S.T., M.Sc

| NOMER LEMBAR | JUMLAH LEMBAR |
|--------------|---------------|
| 03 | 04 |



ISLAM UNIVERSITAS VISISONOH

JUDUL TUGAS AKHIR

EVALUASI GEOMETRI DI TIKUNGAN BLACK SPOT PADA JALAN PANTURA SUNAN BONANG KM 17.18 - KM 17.83 KABUPATEN REMBANG

DIKERJAKAN OLEH :

IRFAN FARIS ABDURRAHMAN

JUDUL GAMBAR

Gambar Koordinasi Alinyemen Horizontal Dan Alinyemen Vertikal

DISETUJUI OLEH :

DOSEN

FAIZUL CHASANAH S.T., M.Sc

| NOMER LEMBAR | JUMLAH LEMBAR |
|--------------|---------------|
| 02 | 04 |

