

## ANALISIS GEOMETRI DAN PERLENGKAPAN JALAN DI DAERAH RAWAN KECELAKAAN LALU LINTAS PADA RUAS JALAN BOJONEGORO – BABAT (STA 13+000 s/d 14+000)

<sup>1</sup>Yulis Widhiastuti, <sup>2</sup>Alfia Nur Rahmawati

Universitas Bojonegoro

Email: yuliswunigoro@gmail.com, alfiahma64@gmail.com

---

### ABSTRAK

#### Kata kunci:

Jalan, Geometrik Jalan,  
Daerah Rawan  
Kecelakaan, Ruas Jalan  
Bojonegoro – Babat  
(STA 13+000 – 14+000)

Jalan merupakan sarana transportasi darat yang meliputi segala jenis bagian jalan, termasuk perlengkapannya. Dan berbicara transportasi maka juga akan bicara juga tentang akibat dari proses berjalannya transportasi yaitu kecelakaan. Menjadi sebuah hal yang sering dijumpai masyarakat umum bahwa kasus kecelakaan itu menjadi suatu hal yang tidak diinginkan oleh semua orang, oleh karena itu perlu adanya proses analisa penyebab terjadinya kecelakaan tersebut. Tujuan dari tugas akhir ini untuk mengetahui faktor penyebab dari kecelakaan, karena terjadinya kecelakaan ini ada 3 faktor, faktor pengguna jalan (manusia), kendaraan, dan lingkungan. Cara mendapatkan data yang dibutuhkan untuk menganalisa kasus kecelakaan itu dengan mengumpulkan data primer dan sekunder, data primer yaitu data yang di ambil langsung di lapangan, kemudian untuk data sekunder ialah data yang diambil dari instansi terkait, kemudian data diolah menggunakan untuk menentukan pengaruh geometrik jalan, dengan faktor penyebab kecelakaan. Hasil yang didapat berdasarkan data di lapangan, pada ruas jalan yang diteliti itu masih ada sebuah komponen yang belum memenuhi standart Bina Marga, yaitu pada lebar bahu jalan yang kurang lebar dan untuk rambu yang dibutuhkan belum terpasang. Untuk mengurangi angka kecelakaan perlu adanya penindakan terhadap pemaksimalan penggunaan jalan, seperti pemasangan segera untuk rambu – rambu yang belum ada, kemudian pembuatan bahu jalan baru agar bisa memenuhi standar jalan arteri kelas 1 tipe 2/2 UD.

### ABSTRACT

#### Keywords:

Road, Road Geometric,  
Accident Prone Areas,  
Bojonegoro – Babat  
Road Section (STA  
13+000 – 14+000).

Roads are a means of land transportation that includes all types of road sections, including equipment. And talking about transportation, we will also talk about the consequences of the transportation process, namely accidents. It is something that is often encountered by the general public that accidents are something that is not desired by everyone, therefore it is necessary to have a process of analyzing the causes of these accidents. The aim of this final assignment is to find out the factors that cause accidents, because there are 3 factors in the occurrence of this accident, road user (human), vehicle and environmental factors. The way to get the data needed to analyze the accident case is by collecting primary and secondary data, primary data is data taken directly in the field, then secondary data is data taken from related agencies, then the data is processed to determine the geometric influence of the road, with factors causing accidents. The results obtained are based on data in the field, on the road section studied there is still a component that does not meet Bina Marga standards, namely the road shoulder width is not wide enough and the required signs have not been installed. To reduce the number of accidents, it is necessary to take action to maximize road use, such as immediately installing signs that do not yet exist, then creating new road shoulders so that they can meet the standards for class 1 arterial roads, type 2/2 UD.

## **PENDAHULUAN**

Jalan raya adalah sarana transportasi yang berperan penting dalam berbagai aktivitas masyarakat di suatu daerah baik perkotaan maupun pedesaan. Jalan merupakan salah satu prasarana penting dalam melayani pergerakan orang dan barang. Infrastruktur jalan berkualitas akan memperlancar distribusi angkutan barang yang selanjutnya mampu meningkatkan daya saing suatu negara (Abdul Wahab, 2009)

Untuk perencanaan jalan raya yang baik, bentuk geometriaknya harus ditetapkan sedemikian rupa sehingga yang bersangkutan dapat memberikan pelayanan yang optimal kepada lalu lintas sesuai dengan fungsinya, sebab tujuan akhir dari perencanaan geometrik ini adalah menghasilkan infrastruktur yang aman, efisiensi pelayanan arus lalu lintas dan menghasilkan ratio mengingkat penggunaan biaya juga memberikan rasa aman dan nyaman kepada pengguna lain.

Dalam ilmu teknik transportasi, desain geometrik jalan sangat berpengaruh terhadap keamanan dan kenyamanan bagi pengguna jalan yang merupakan prioritas utama serta syarat pokok pada perencanaan jalan raya. Pemerintah membuat standar perencanaan geometrik jalan seperti “Tata Cara Perencanaan Geometrik Jalan Antar Kota Tahun 1997” sebagai wujud dari penyeragaman perencanaan jalan raya guna menghasilkan geometrik jalan yang memberikan kelancaran, keamanan, kenyamanan bagi pemakai jalan.

Pada jalan Bojonegoro-Babat termasuk jalan antar kabupaten yang di desain untuk kebutuhan yang tinggi, ditinjau dari lalu lintas setiap harinya, dalam hal ini bisa di pastikan jalan tersebut merupakan jalan arteri yang di gunakan untuk lalu lintas dengan kecepatan tinggi, dan juga dengan perencanaan geometri yang sangat aman dan nyaman. Namun ternyata pada berjalannya proses transportasi masih terdapat beberapa insiden yaitu kecelakaan.

Karena cukup tinggi dari peristiwa kecelakaan di daerah tersebut, yang mana pada titik daerah rawan kecelakaan ini yang berada pada jalan Bojonegoro - Babat (STA 13+000 s/d 14+000), maka pada titik itu di sebut “*Black Spot*”. *Black Spot* biasanya berkaitan dengan daerah perkotaan dimana lokasi kecelakaan dapat diidentifikasi dengan pasti dan tetap pada suatu titik tertentu (Andara, 2016). Keadaan jalan yang harus sesuai dengan *Tata Cara Perencanaan Geometri Jalan Antar Kota* No. 038/TBM/1997. Dan juga di perlukan adanya fasilitas jalan, seperti rambu-rambu jalan, penerangan jalan, ataupun plang untuk *me-notice* para pengguna jalan supaya hati-hati dalam berkendara.

Maka dari latar belakang yang telah dijelaskan permasalahan yang dapat dirumuskan adalah apakah faktor geometrik dan perlengkapan jalan berpengaruh pada tingkat kecelakaan di daerah rawan kecelakaan di ruas jalan raya Bojonegoro – Babat (STA 13+000 s/d 14+000)?.

## **Kajian Pustaka**

### **A. Pengertian Jalan**

Jalan merupakan prasarana yang ditujukan untuk transportasi darat, termasuk bagian jalan, berbagai bangunan serta perlengkapan untuk lalu lintas, berada di atas permukaan tanah serta di bawah permukaan tanah dan atau air, terkecuali untuk jalan kereta api, jalan lori serta jalan kabel, (UU No. 38 Tahun 2004). Dijelaskan jika jalan adalah seluruh bagian jalan, bangunan pelengkap serta perlengkapannya yang ditujukan untuk lalu lintas umum, berada di atas permukaan tanah, di bawah permukaan tanah atau air, serta di atas permukaan air, terkecuali untuk jalan rel serta jalan kabel, (UU No. 22 Tahun 2009).

Prasarana lalu lintas dan angkutan jalan adalah ruang lalu lintas, terminal dan perlengkapan jalan yang meliputi marka, rambu, alat pemberi isyarat lalu lintas, alat pengendali dan pengamanan pengguna jalan. Dalam buku Keselamatan Lalu Lintas (2018) karya Supriyono, jalan merupakan penghubung dari satu titik ke titik lain atau dari suatu tempat ke tempat yang lain dari suatu kota ke kota lain.

### **B. Klasifikasi Jalan**

#### **a. Klasifikasi jalan menurut sistem jaringan jalan, yakni :**

##### **1. Sistem jaringan jalan primer**

Sistem jaringan yang disusun berdasarkan rencana tata ruang dan pelayanan distribusi barang dan jasa untuk pengembangan semua wilayah ditingkat nasional, dengan menghubungkan semua simpul jasa distribusi yang berwujud pusat-pusat kegiatan sebagai berikut:

- Menghubungkan secara menerus pusat kegiatan nasional, pusat kegiatan wilayah, pusat kegiatan lokal sampai kepusat kegiatan lingkungan
- Menghubungkan antar pusat kegiatan nasional

##### **2. Sistem jaringan jalan sekunder**

Jaringan jalan sekunder yang disusun berdasarkan rencana tata ruang wilayah kabupaten/kota dan pelayanan distribusi barang dan jasa untuk masyarakat di dalam kawasan perkotaan yang menghubungkan secara menerus kawasan yang mempunyai fungsi primer, fungsi sekunder kesatu, fungsi sekunder kedua, fungsi sekunder ketiga, dan seterusnya sampai ke persil. Sistem jaringan jalan sekunder merupakan sistem jaringan jalan yang menghubungkan antarkawasan didalam perkotaan yang diatur secara berjenjang sesuai dengan fungsi kawasan yang dihubungkan.

#### **b. Klasifikasi Jalan Menurut Fungsinya yakni :**

##### **1. Jalan Arteri**

- Arteri Primer yakni jalan yang menghubungkan secara berdaya guna anatarpusat kegiatan nasional atau pusat kegiatan nasional dengan pusat kegiatan wilayah. Di desain berdasarkan kecepatan paling rendah 60km/jam, lebar badan jalan minimal 11 meter, lalu lintas jarak jauh tidak boleh terganggu lalu lintas ulang alik, lalu lintas lokal dan kegiatan lokal, jumlah jalan masuk kejalan arteri primer dibatasi serta tidak boleh terputus dikawasan perkotaan
  - Arteri Sekunder yakni jalan yang menghubungkan kawasan prime dengan kawasan sekunder kesatu, kawasan sekunder kesatu dengan kawasan sekunder kesatu, atau kawasan sekunder kesatu dengan kawasan sekunder kedua. Didesain berdasarkan kecepatan rencana paling rendah 30km/jam dengan lebar badan jalan minimal 11 meter, dan lalu lintas cepat tidak boleh terganggu oleh lalu lintas lambat..
2. Jalan Kolektor
- Kolektor Primer yakni jalan yang menghubungkan secara berdaya guna antara pusat kegiatan nasional dengan pusat kegiatan lokal, antarpusat kegiatan wilayah, atau antara pusat kegiatan wilayah dengan pusat kegiatan lokal. Didesain berdasarkan kecepatan rencana paling rendah 40km/jam dengan lebar badan jalan minimal 9 meter, dan jumlah jalan masuk dibatasi
  - Kolektor Sekunder yakni jalan yang menghubungkan kawasan sekunder kedua kawasan sekunder kedua dengan kawasan sekunder kedua atau kawasan sekunder ketiga dengan kawasan sekunder ketiga. Didesain berdasarkan kecepatan rencana paling rendah 20km/jam dengan lebar badan jalan minimal 9 meter dan lalu lintas cepat tidak boleh terganggu oleh lalu lintas lambat.
3. Jalan Lingkungan
- Lingkungan Primer yakni jalan yang menghubungkan yang menghubungkan anatarpusat kegiatan didalam kawasan pedesaan dan jalan di dalam lingkungan kawasan pedesaan. Didesain berdasarkan kecepatan rencana paling rendah 15km/jam dengan lebar badan jalan minimal 6,5 meter untuk jalan yang diperuntukan bagi kendaraan bermotor roda 3 atau lebih harus mempunyai lebar badan jalan minimal 3,5 meter
  - Lingkungan Sekunder yakni jalan yang menghubungkan antarpersil dalam kawasan perkotaan. Didesain berdasarkan kecepatan rencana paling rendah 10km/jam dengan lebar badan jalan minima 6,5 meter untuk jalan yang diperuntukan bagi kendaraan bermotor roda 3 atau lebih harus mempunyai lebar badan jalan minimal 3,5 meter.

Tabel Klasifikasi Jalan Menurut Fungsinya

*Analisis Geometri Dan Perlengkapan Jalan Di Daerah Rawan Kecelakaan Lalu Lintas Pada Ruas Jalan Bojonegoro – Babat (STA 13+000 S/D 14+000)*

| VLHR<br>(smp/<br>hari) | ARTERI          |                |                 |                | KOLEKTOR        |                |                 |                | LOKAL           |                |                 |                |
|------------------------|-----------------|----------------|-----------------|----------------|-----------------|----------------|-----------------|----------------|-----------------|----------------|-----------------|----------------|
|                        | Ideal           |                | Minimum         |                | Ideal           |                | Minimum         |                | Ideal           |                | Minimum         |                |
|                        | Lebal Jalur (m) | Lebar Bahu (m) | Lebal Jalur (m) | Lebar Bahu (m) | Lebal Jalur (m) | Lebar Bahu (m) | Lebal Jalur (m) | Lebar Bahu (m) | Lebal Jalur (m) | Lebar Bahu (m) | Lebal Jalur (m) | Lebar Bahu (m) |
| <3.000                 | 6,0             | 1,5            | 4,5             | 1,0            | 6,0             | 1,5            | 4,5             | 1,0            | 6,0             | 1,0            | 4,5             | 1,0            |
| 3.000-10.000           | 7,0             | 2,0            | 6,0             | 1,5            | 7,0             | 1,5            | 6,0             | 1,5            | 7,0             | 1,5            | 6,0             | 1,0            |
| 10.001-25.000          | 7,0             | 2,0            | 7,0             | 2,0            | 7,0             | 2,0            | **              | **             | -               | -              | -               | -              |
| >25.000                | 2x3,5*          | 2,5            | 2x7,0*          | 2,0            | 2x3,5*          | 2,0            | **              | **             | -               | -              | -               | -              |

Sumber : Bina Marga, 1997

c. Klasifikasi Jalan dan Spesifikasi Jalan Berdasarkan Penyedia Prasarana Jalan

| KELAS JALAN<br>(berdasarkan<br>Penyediaan Prasarana<br>Jalan) | Spesifikasi Jalan               |                    |                       |                      |                                |        |              |
|---|---------------------------------|--------------------|-----------------------|----------------------|--------------------------------|--------|--------------|
|   | Diperuntukkan bagi lalu lintas: | Pengendalian Akses | Persimpangan Sebidang | Jumlah Lajur Minimum | Lebar Lajur atau Jalur Minimum | Median | Pagar        |
| JALAN BEBAS HAMBATAN  | Umum, menerus, jarak jauh       | Terkontrol Penuh   | Tidak Ada             | 2 lajur per Arah     | 3,50m per lajur                | Median | Pagar Rumija |
| JALAN RAYA  |                                 | Terbatas           | Ada                   | 2 lajur per Arah     | 3,50m per lajur                | Median | -            |
| JALAN SEDANG  | Umum, jarak sedang              | -                  | Ada                   | 2 lajur untuk 2 arah | Jalur Min 7,00m                | -      | -            |
| JALAN KECIL   | Umum, setempat                  | -                  | Ada                   | 2 lajur untuk 2 arah | Jalur Min 5,50m                | -      | -            |

Sumber : PP 34 Tahun 2006 tentang Jalan

C. Bagian – Bagian Jalan

- Badan Jalan adalah bagian jalan yang meliputi seluruh jalur lintas, median, dan bahu jalan.
- Perkerasan Jalan adalah bagian dari jalan yang diperkeras/diperkuat dengan suatu lapisan/bahan untuk melajunya kendaraan/lalu lintas serta mendukung beban lalu lintas tersebut.
- Jalur Lalu Lintas (*travelled way*) adalah keseluruhan bagian perkerasan jalan yang dipergunakan untuk lalu lintas kendaraan yang secara fisik berupa perkerasan jalan. (aspal atau beton).
- Lajur Kendaraan adalah bagian dari jalur lalu lintas yang memanjang, dibatasi oleh marka lajur jalan, memiliki lebar yang cukup khusus diperuntukkan untuk dilewati oleh satu rangkaian kendaraan beroda empat atau lebih dalam satu arah.

- e. Bahu Jalan adalah bagian daerah manfaat jalan yang berdampingan dengan jalur lalu lintas untuk menampung kendaraan yang berhenti, keperluan darurat, dan untuk pendukung samping bagi lapis pondasi bawah, lapis pondasi atas, dan lapis permukaan.
- f. Median Jalana adalah suatu pemisah fisik jalur lalu lintas yang biasanya ditinggikan yang berfungsi untuk menghilangkan konflik lalu lintas dari arah yang berlawanan, sehingga pada gilirannya akan meningkatkan keselamatan lalu lintas.
- g. Saluran Tepi Jalan adalah saluran yang diperuntukan untuk menampung dan penyaluran air hujan agar badan jalan bebas dari pengaruh air
- h. Ambang Pengaman Jalan yakni dapat berupa bidang tanah atau konstruksi bangunan pengaman yang berada diantara tepi badan jalan dan batas ruang manfaat jalan yang hanya diperuntukan bagi pengamanan konstruksi jalan.

#### D. Perlengkapan Jalan

Mengenal jenis – jenis perlengkapan jalan, perlengkapan jalan merupakan suatu perangkat yang wajib dilengkapi demi kenyamanan serta keamanan dalam berlalu lintas, perlengkapan jalan diatur dalam UU No. 22 Tahun 2009 pasal 25 yang disebutkan bahwa “Setiap jalan yang digunakan untuk lalu lintas umum wajib dilengkapi dengan perlengkapan jalan berupa;

1. Rambu Lalu lintas;
2. Marka Jalan;
3. Alat Pemberi Isyarat Lalu lintas;
4. Alat Penerangan Jalan;
5. Alat Pengendali dan Pengaman Pengguna Jalan;
6. Alat Pengawas dan Pengaman Jalan;
7. Fasilitas untuk Sepeda, Pejalan Kaki, dan Difabel; serta
8. Fasilitas Pendukung Kegiatan Lalu lintas dan Angkutan Jalan yang berada di jalan dan atau diluar badan jalan.

#### E. Alinyemen Horizontal

Alinyemen horizontal adalah proyeksi sumbu jalan pada bidang horisontal. Alinyemen horisontal dikenal juga dengan nama situasi jalan atau trase jalan. Alinyemen horisontal terdiri dari garis-garis lurus yang dihubungkan dengan garis garis lengkung. Garis lengkung tersebut dapat terdiri dari busur lingkaran, Ditambah busur peralihan, busur peralihan saja ataupun busur

lingkaran saja (Sukirman, 1994).

Tabel Panjang Lurus Maksimum

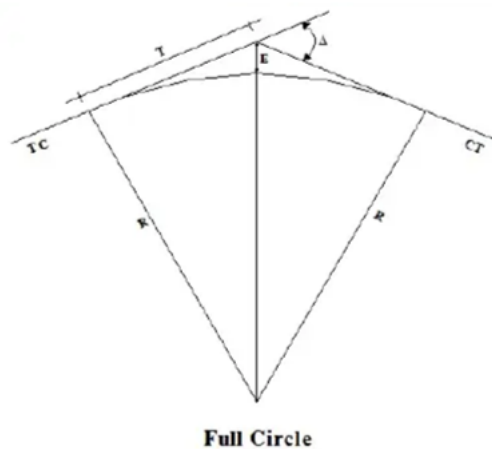
| FUNGSI   | Panjang Bagian Lurus Maximum |            |            |
|----------|------------------------------|------------|------------|
|          | Datar                        | Perbukitan | Pegunungan |
| Arteri   | 3000                         | 2500       | 2000       |
| Kolektor | 2000                         | 1750       | 1500       |

Sumber : Bina Marga, 1997

a. Jenis Tikungan

- *Full Circle FC*

Lengkung Penuh yaitu, Lengkung yang hanya terdiri dari bagian satu 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. Tipe tikungan FC jika di terapkan untuk jari – jari yang kecil menyebabkan superelevasi bernilai besar penentuan tipe tikungan.



Gambar Tikungan *Full Circle*

Keterangan :

- PI = *Point of Intersection* (titik potong tangen)
- Δ = Sudut tikungan alinyemen horisontal (°)
- TC = Titik dari tangen ke *circle*
- CT = Titik dari *circle* ke tangen
- Tc = Panjang Tangen dari TC ke titik PI atau PI ke TC (m)
- Rc = Jari – jari lingkaran (m)
- Δc = Sudut Lingkaran (°)

$E_c$  = Sudut luar dari PI ke busur lingkaran (m)

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

Untuk mendapatkan jarak – jarak yang di perlukan dapat menggunakan :

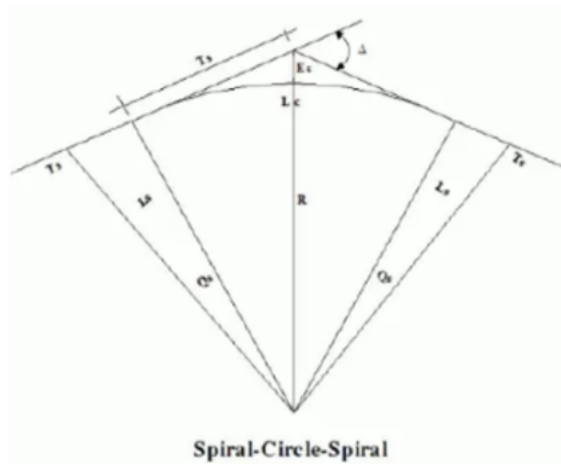
$$T_c = R_c \cdot \tan \frac{1}{2}\Delta \dots\dots\dots(2.1)$$

$$E_c = T_c \cdot \tan \frac{1}{4}\Delta \dots\dots\dots(2.2)$$

$$L_c = \frac{\Delta \cdot 2\pi R_c}{360^\circ} \dots\dots\dots(2.3)$$

- *Spiral – Circle – Spiral SCS*

*Spiral-Circle-Spiral* (SCS) merupakan tikungan yang digunakan pada saat tikungan peralihan, lengkung *Spiral-Circle-Spiral* adalah tikungan yang terdiri atas satu lengkung *Circle* dan dua lengkung *Spiral*. Lengkung peralihan ini disisipkan di antar bagian lurus jalan dan bagian lingkaran jalan. Lengkung spiral 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  $\Delta$  sedang, perubahan dari tangen ke lengkung *Spiral* dihubungkan oleh lengkung peralihan ( $L_s$ )



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

Keterangan :

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

$\Delta$  = Sudut tikungan ( $^\circ$ )

SC= Titik temu *spiral* ke *circle*

CS= Titik temu *spiral* ke tangen



$\Delta_c$  = Sudut lingkaran ( $^\circ$ )

$\theta_s$  = Sudut lengkung *spiral* ( $^\circ$ )

$R_c$  = Jari – jari lingkaran (m)

TS = Titik temu tangen ke *spiral*

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

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

$E_c$  = Jarak luar PI ke busur lingkaran (m)

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

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

Untuk mendapatkan jarak – jarak yang di perlukan dapat menggunakan persamaan – persamaan berikut:

$$\theta_s = \frac{90.L_s}{\pi.R_c} \dots\dots\dots(2.4)$$

$$\Delta_c = \Delta - 2. \theta_s \dots\dots\dots(2.5)$$

$$L_c = \frac{\Delta_c}{360} \cdot 2\pi \cdot R_c \dots\dots\dots(2.6)$$

$$L_{tot} = L_c + 2.L_s \dots\dots\dots(2.7)$$

$$X_c = L_s \cdot \left(1 - \frac{L_s^2}{40.R_c^2}\right) \dots\dots\dots(2.8)$$

$$Y_c = \frac{L_s^2}{6.R_c} \dots\dots\dots(2.9)$$

$$P = Y_c - R_c \cdot (1 - \cos \theta_s) \dots\dots\dots(2.10)$$

$$K = X_c - R_c \cdot \sin \theta_s \dots\dots\dots(2.11)$$

$$T_s = (R_c + p) \cdot \tan\left(\frac{1}{2}\Delta\right) + k \dots\dots\dots(2.12)$$

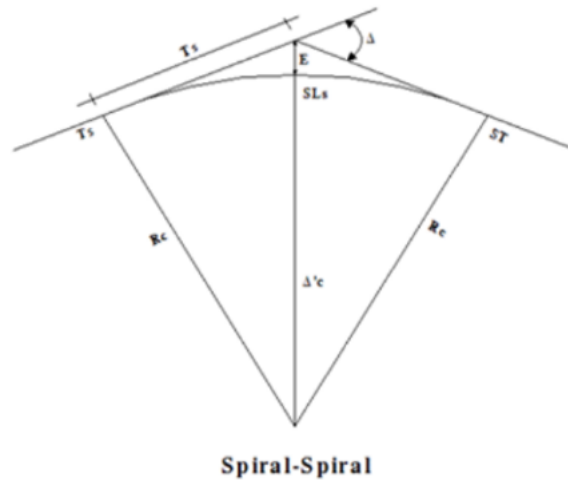
$$E_s = (R_c + p) \cdot \sec\left(\frac{1}{2}\Delta\right) \cdot R_c \dots\dots\dots(2.13)$$

Jika diperoleh  $LC < 20$  m, maka sebaiknya tidak digunakan bentuk S-C-S tetapi digunakan lengkung S-S, yaitu lengkung yang terdiri dari dua lengkung peralihan.

- Tikungan *Spiral – Spiral*

yaitu tikungan yang terdiri atas 2 lengkung *spiral*, jenis lengkung pada tikungan *spiral – spiral* mempunyai sudut tangen yang sangat besar. Pada lengkung ini tidak dijumpai adanya

busur lingkaran sehingga titik ST berhimpit dengan titik TS.



Gambar Tikungan *Spiral – Spiral*

Keterangan :

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

$\Delta$  = Sudut tikungan ( $^{\circ}$ )

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

TS = Titik temu tangen ke *spiral*

ST = Titik temu *spiral* ke tangen

$\theta_s$  = Sudut dalam lengkung *spiral* (m)

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

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

$E_c$  = Jarak luar PI ke busur lingkaran (m)

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

Untuk mendapatkan jarak – jarak yang di perlukan dapat menggunakan persamaan – persamaan berikut.

$$L_c = 0$$

$$\Theta_s = \frac{1}{2} \cdot \Delta \dots \dots \dots (2.14)$$

$$L_s = \frac{\theta_s \cdot \pi \cdot R_c}{90} \dots \dots \dots (2.15)$$

$$L_{tot} = 2 \cdot L_s \dots \dots \dots (2.16)$$

#### F. Alinyemen Vertikal

Alinyemen vertikal adalah perpotongan bidang vertikal dengan bidang permukaan perkerasan jalan melalui sumbu jalan untuk jalan 2 laju 2 arah atau melalui tepi dalam masing-masing perkerasan untuk jalan dengan median yang seringkali disebut sebagai penampang memanjang jalan (Sukirman, 1994).

Tabel Kelandaian Maksimum yang dibolehkan

|                         |     |     |    |    |    |    |    |     |
|-------------------------|-----|-----|----|----|----|----|----|-----|
| VR (km/jam)             | 120 | 110 | 10 | 80 | 60 | 50 | 40 | <40 |
| Kelandaian Maksimal (%) | 3   | 3   | 4  | 5  | 8  | 9  | 10 | 10  |

Sumber : Bina Marga TPGJAK Tahun 1997

#### G. Jarak Pandang

Merupakan suatu jarak yang diperlukan oleh seorang pengemudi pada saat mengemudi, sedemikian sehingga jika pengemudi melihat suatu halangan yang membahayakan, maka pengemudi dapat melakukan sesuatu tindakan untuk menghindari bahaya tersebut dengan aman.

Dapat dimanfaatkan pula dalam perencanaan penempatan rambu lalu lintas dan marka jalan, baik secara geometrik maupun kondisi lingkungan yang kurang memenuhi persyaratan.  $\lambda$  Jarak Pandang terdiri dari :  $\lambda$  Jarak Pandang Henti (Jh)  $\lambda$  Jarak Pandang Mendahului (Jd).

#### H. Kecelakaan

Kecelakaan berasal dari kata dasar celaka. Menurut Kamus Besar Bahasa Indonesia celaka adalah (selalu) mendapat kesulitan, kemalangan, kesusahan dan sebagainya; malang; sial, dan kecelakaan adalah kejadian (peristiwa) yang menyebabkan orang celaka.

Menurut undang-undang lalu lintas dan angkutan jalan (UU No.22 tahun 2009) bahwa kecelakaan lalu lintas adalah suatu peristiwa di jalan yang tidak diduga dan tidak disengaja melibatkan kendaraan dengan atau tanpa pengguna jalan lain yang mengakibatkan korban manusia atau kerugian harta benda.

Kecelakaan lalu lintas merupakan serangkaian kejadian yang pada akhirnya sesaat sebelum terjadi kecelakaan didahului oleh gagalnya pemakai jalan dalam mengantisipasi keadaan sekelilingnya, termasuk dirinya sendiri dan kecelakaan lalu lintas mengakibatkan terjadinya korban atau kerugian harta benda.

## I. Keselamatan Lalu Lintas

Keselamatan dapat juga berarti suatu keadaan aman, dalam suatu kondisi yang aman secara fisik, sosial, *spiritual*, *finansial*, *politis*, *emosional*, pekerjaan, *psikologis*, ataupun pendidikan dan terhindar dari ancaman terhadap faktor-faktor tersebut. Untuk mencapai hal ini, dapat dilakukan perlindungan terhadap suatu kejadian yang memungkinkan terjadinya kerugian ekonomi atau kesehatan.

Keselamatan jalan raya merupakan suatu bagian yang tak terpisahkan dari konsep transportasi berkelanjutan yang menekankan pada prinsip transportasi yang aman, nyaman, cepat, bersih (mengurangi polusi/pencemaran udara) dan dapat diakses oleh semua orang dan kalangan, baik oleh para penyandang cacat, anak-anak, ibu-ibu maupun para lanjut usia (Soejachmoen, 2004) dalam Handayani, (2009).

Permasalahan keselamatan jalan bukan hanya merupakan permasalahan transportasi saja tetapi sudah merupakan permasalahan sosial ekonomi masyarakat (Dalono, dkk, 2012) dalam Mainolo, (2017). Perbaikan dan peningkatan keselamatan jalan dapat dilakukan dengan memperhatikan tiga aspek penting (Direktorat Jenderal Bina Marga, 2007) dalam Sujanto dan Mulyono, (2010) yaitu:

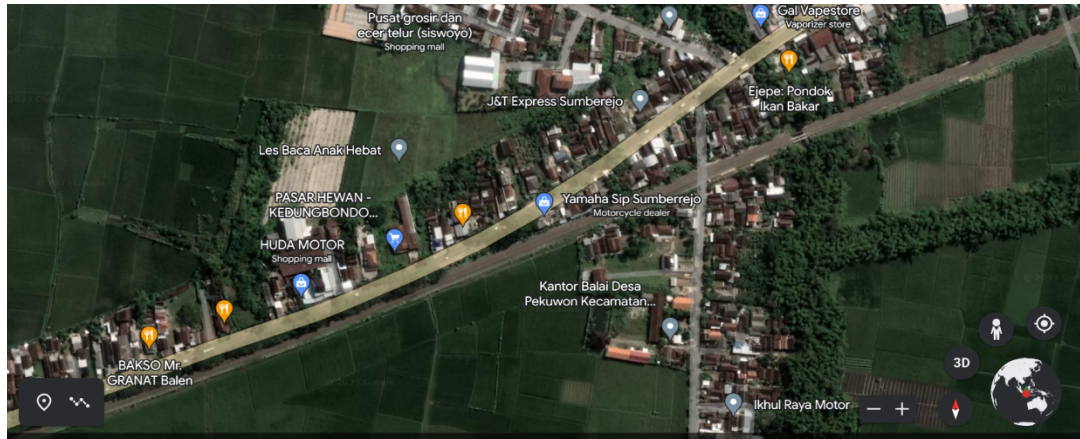
1. Pencegahan kecelakaan (*active safety*) dengan cara meminimalkan peluang dan dampak terjadinya kecelakaan;
2. Pencegahan luka (*passive safety*) dengan cara memakai helm atau sabuk keselamatan ketika berkendara; dan
3. Penanganan korban (*emergency services*) yang dilakukan secepat mungkin supaya korban dapat segera ditangani.

Tujuan dari keselamatan lalu lintas jalan raya adalah untuk menekan angka kecelakaan lalu lintas. Hal ini karena dengan rendahnya angka kecelakaan lalu lintas maka kesejahteraan dan keselamatan bagi mereka di jalan raya semakin terjamin (Soejachmoen, 2004) dalam Handayani (2009). Sedangkan fungsi keselamatan jalan raya adalah untuk menciptakan ketertiban lalu lintas agar setiap orang yang melakukan kegiatan atau aktivitas di jalan raya dapat berjalan dengan aman (Soejachmoen, 2004) dalam Handayani (2009).

## **METODE**

### **A. Lokasi Penelitian**

Penelitian ini dilakukan di jalan raya Bojonegoro – Babat, KM 13 – 14, dan dilaksanakan selama 3 bulan mulai dari Maret 2023 sampai dengan Juni 2023



Gambar Lokasi Penelitian di *Google earth*

### **B. Jenis Data**

Data yang dikumpulkan pada saat melakukan penelitian adalah data primer dan data sekunder, sebagai berikut :

#### **1. Data Primer**

Data primer adalah data yang di buat oleh penulis untuk maksud khusus dalam artian untuk menyelesaikan permasalahan yang sedang di teliti, dalam penelitian ini yang menjadi data primer adalah survei pengukuran lebar jalan, sudut tikungan, elevasi, dan fasilitas jalan, seperti rambu lalu lintas dan marka jalan, survei ini juga dapat mencakup pengamatan tentang tingkat lalu lintas dan perilaku pengemudi di lokasi penelitian.

#### **2. Data Sekunder**

Data sekunder adalah data yang di peroleh secara tidak langsung oleh peneliti, yang dimana nanti data ini berasal dari berbagai sumber yang telah ada yang di peroleh secara tidak langsung, data sekunder dapat di peroleh melalui studi literatur, internet, buku, laporan, jurnal, dokumen perusahaan, dan data pendukung dari Polres Bojonegoro, Bina Marga, dan Sumber lainnya.

### **C. Teknik Pengumpulan Data dan Langkah Analisis Geometrik**

Teknik pengumpulan data merupakan rangkaian proses atau langkah yang dilakukan untuk memperoleh data yang dibutuhkan dan diperlukan dalam penelitian, dengan terkumpulnya data untuk menguji *hipotesis* yang telah di kumpulkan

Dalam penelitian ini pengumpulan data menggunakan teknik, sebagai berikut :

1. Survei Awal

- Melakukan pengamatan kondisi lokasi yang ingin dilakukan penelitian, dan mengumpulkan data awal
- Perumusan kerangka penelitian sebagai Langkah awal untuk mengetahui permasalahan yang terjadi dilapangan

2. Pengumpulan Data

Data yang perlu didapat yaitu data yang sudah ada rujukannya, antaranya yaitu, data kecelakaan yang di peroleh dari satlantas polres bojonegoro, dan trase jalan yang di peroleh dari *software Google Earth*. Langkah untuk mendapatkan data yang di perlukan untuk perhitungan Analisa dari Geometrik adalah sebagai berikut :

- Menentukan trase jalan yang sesuai dengan lokasi objek dengan bantuan aplikasi *Google Earth*
- Menentukan  $\Delta$  (sudut tikungan) dari sumber data *Google Earth*, dengan program *Autocad*.
- Menentukan Lc (Panjang Tikungan) dengan cara :
  - Dengan menggunakan *roll meter*
  - Pengukuran dilakukan pada awal lengkung, hingga akhir lengkung, sehingga mendapatkan hasil yang sesuai
  - Setiap jarak 10 meter dilakukan pengukuran, guna memperoleh hasil yang maksimal sehingga mendapatkan hasil seluruh lengkungan
- Memperoleh kelandaian dan kemiringan medan jalan dengan peralatan, sebagai berikut :
  - a. *Rollmeter*
  - b. *Waterpass*
  - c. Rambu ukur
  - d. Alat tulis

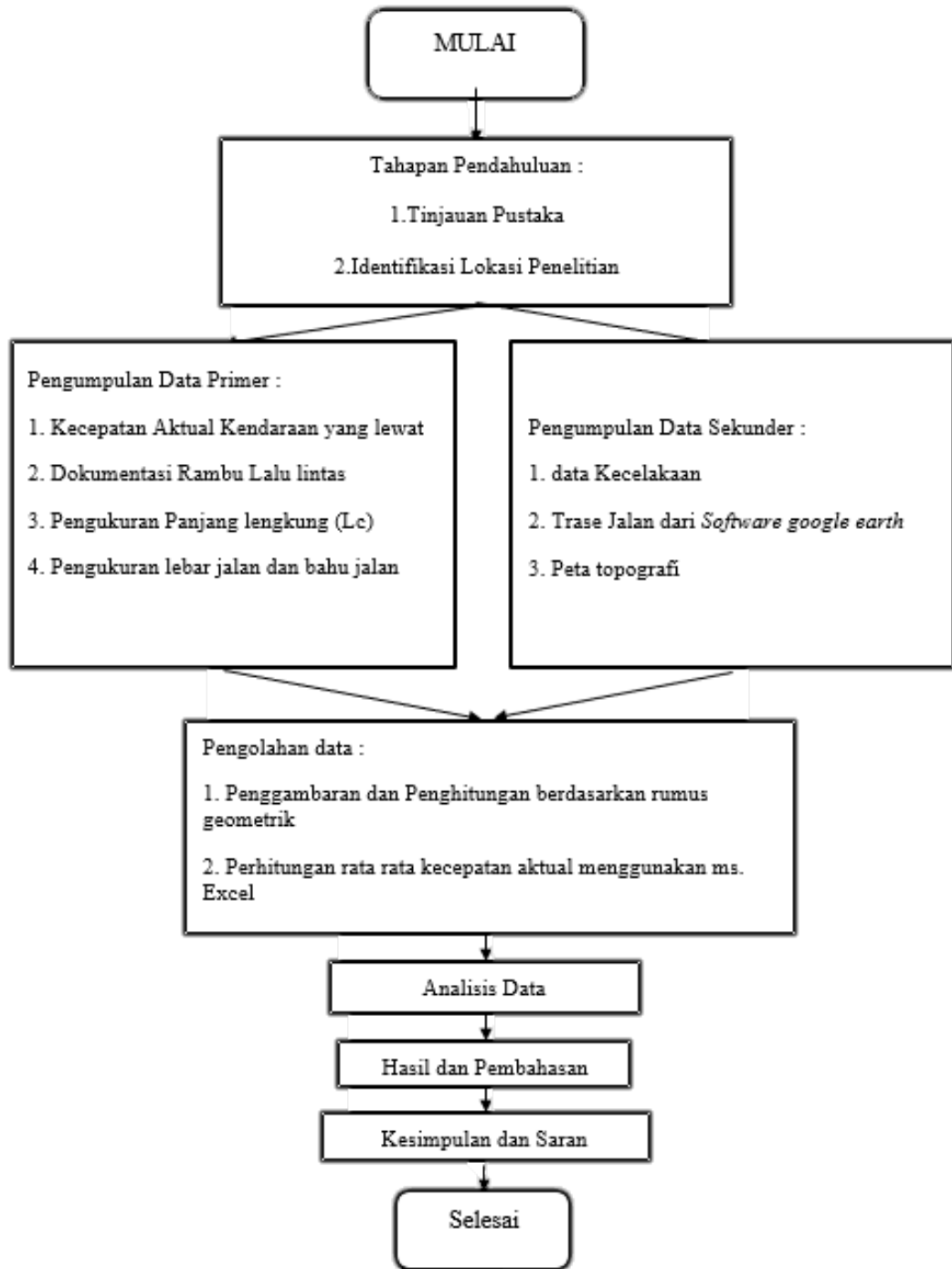
3. Analisa Geometrik

Metode untuk Analisa geometrik yaitu dengan menghitung data yang sudah didapat dari lapangan, kemudian dibandingkan, apakah hasilnya yang didapat memenuhi syarat atau tidak.

4. Diagram Alir Penelitian

Diagram alur penelitian pada ruas jalan Bojonegoro – Babat km 13 – 14, sebagai berikut :

*Analisis Geometri Dan Perlengkapan Jalan Di Daerah Rawan Kecelakaan Lalu Lintas Pada Ruas Jalan Bojonegoro – Babat (STA 13+000 S/D 14+000)*



Gambar Diagram Alur Penelitian

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### A. Analisis Geometrik

Analisis geometrik jalan merupakan data yang diperoleh dari segmen-segmen jalan yang di teliti, Data geometrik ini merupakan data primer yang diperoleh dari proses *survey* langsung kondisi geometrik jalan secara langsung, Adapun data dari ruas jalan Bojonegoro – Babat, sebagai berikut:

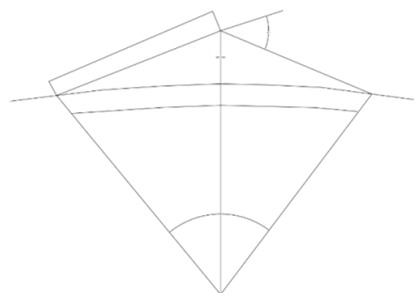
- a. Tipe jalan : 2/2 UD
- b. Panjang segmen : 1000 m
- c. Lebar jalur : 11,2 m
- d. Lebar bahu : 0,4 m
- e. Median : tidak ada
- f. Tipe medan : datar
- g. Marka jalan : ada

Table Perbandingan Standar Jalan dengan Data di Lapangan

| Jalan           | Tipe jalan | Kelas jalan    | Panjang segmen | Lebar jalur | Lebar bahu | Median    | Tipe medan | Marka jalan |
|-----------------|------------|----------------|----------------|-------------|------------|-----------|------------|-------------|
| Standart        | 2/2 UD     | Arteri kelas 1 | 1000 m         | 11 m        | 2,5 m      | Tidak ada | Datar      | Ada         |
| Data dilapangan | 2/2 UD     | Arteri kelas 1 | 1000 m         | 11,2 m      | 0,4 m      | Tidak ada | Datar      | Ada         |

### B. Analisis Lengkung Jalan

Pada ruas Jalan Bojonegoro – Babat STA 13+000 – 14+000 terdapat satu lengkung horisontal. Lengkung ini dianalisa dengan menggunakan metode pengukuran panjang lengkung (LC) di lapangan serta menggunakan *software google earth* untuk membantu dalam mendapatkan data untuk di analisa.



Gambar Lengkung Jalan di Lapangan



*Analisis Geometri Dan Perlengkapan Jalan Di Daerah Rawan Kecelakaan Lalu Lintas Pada Ruas Jalan Bojonegoro – Babat (STA 13+000 S/D 14+000)*

Diketahui

$$L_c = 300 \text{ meter}$$

$$\Delta = 41^\circ$$

Dicari Rc (Jari – jari Lengkung)

$$L_c = \frac{\Delta \cdot 2\pi R_c}{360^\circ} \dots\dots\dots(\text{persamaan 2.3})$$

$$300 = \frac{41^\circ \cdot 2\pi R_c}{360^\circ}$$

$$300 = 419,2 \text{ meter}$$

Jari – jari minimum lengkung untuk kecepatan rencana 60 km/jam tanpa lengkung peralihan yaitu 500 meter, sedangkan untuk hasil dari analisis di lapangan jari – jari yang di dapat yaitu 419,2 meter, jadi masih kurang untuk jari – jari minimumnya, kemudian untuk superelevasi yang terdapat pada jalan tersebut 4' (empat derajat)

C. Analisis Kecepatan Kendaraan

Berdasarkan hasil survei data primer dengan kecepatan aktual pada kendaraan dilokasi penelitian yaitu jalan Bojonegoro – Babat tepatnya pada STA 13+700 s/d 14+000, diambil 10 sampel yang diamati, Cara mengukur kecepatan aktual kendaraan yaitu dengan menggunakan rumus matematika dan fisika yaitu  $V = \frac{s}{t}$

Berikut adalah perhitungan kecepatan :

Diketahui :

$$v = \text{Kecepatan (m/detik)}$$

$$s = \text{Jarak (meter)}$$

$$t = \text{waktu (detik)}$$

Sampel 1

$$v = s/t$$

$$v = 300\text{m}/22\text{detik}$$

$$v = 13,6363636 \text{ m/detik}$$

| Sampel      | Jarak (M) | Waktu Tempuh (Detik) | Kecepatan Kendaraan (M/Detik) | Kecepatan Kendaraan (Km/Jam) |
|-------------|-----------|----------------------|-------------------------------|------------------------------|
| 1           | 300       | 22                   | 13,63636364                   | 49,090909                    |
| 2           | 300       | 23                   | 13,04347826                   | 46,9565219                   |
| 3           | 300       | 25                   | 12                            | 43,2                         |
| 4           | 300       | 30                   | 10                            | 36                           |
| 5           | 300       | 21                   | 14,28571429                   | 51,4285715                   |
| 6           | 300       | 20                   | 15                            | 54                           |
| 7           | 300       | 25                   | 12                            | 43,2                         |
| 8           | 300       | 22                   | 13,63636364                   | 49,090909                    |
| 9           | 300       | 21                   | 14,28571429                   | 51,4285715                   |
| 10          | 300       | 24                   | 12,5                          | 44,64                        |
| Rata - Rata |           |                      |                               | 46,90354829                  |

Tabel Kecepatan Aktual di Lapangan

Dari hasil pengamatan yang dilakukan untuk mendapatkan kecepatan aktual. Pada STA 13+700 s/d 14+000, didapatkan rata – rata kecepatan yaitu 46,90354829 Km/jam.

Tabel perbandingan Kecepatan Rencana dan kecepatan Aktual

| <u>Titik Lokasi</u> | <u>Kecepatan Rencana (Km/Jam)</u> | <u>Kecepatan Aktual (Km/hari)</u> |
|---------------------|-----------------------------------|-----------------------------------|
| 13,7-14             | 60                                | 46,90354829                       |

D. Analisis Jarak Pandang Henti

Pada analisis yang dilakukan pada satu lengkung, pada lengkung akan di bahas tentang keterbatasan pada jarak pandang. Analisis lengkung horizontal pada STA 13+700 s/d 14+000.

- Jarak Pandang Henti (Jh)

Setiap titik sepanjang jalan harus memenuhi jarak pandang henti (Jh), yaitu jarak minimum yang di perlukan oleh pengemudi untuk dapat menghentikan kendaraanya dengan aman begitu tau kalau ada halangan yang membahayakan.

$$Jh = 0,278.V_R.T + \frac{V_R^2}{254.f_p} \dots\dots\dots \text{(Persamaan 2.14)}$$

Untuk kecepatan yang diperoleh di lapangan

V : Kecepatan Aktual 46,9 km/jam (jalan arteri datar dengan lebar 11 meter)

T : Waktu Tanggap 2,5 detik

g : Percepatan Gravitasi 9,8 m/detik<sup>2</sup>

f<sub>p</sub> : Koefisien Memanjang Perkerasan Jalan Aspal 0,35 – 0,55

$$Jh = 0,278.V.T + \frac{V^2}{254.f_p}$$

$$Jh = 0,278.46,9.T + \frac{46,9^2}{254.9,8}$$

$$Jh = 33,47916 \text{ meter}$$

Untuk kecepatan rencana dari Bina Marga 1997 tentang Tata Cara Perencanaan Geometrik Jalan

V<sub>R</sub> : Kecepatan Rencana 70 km/jam (jalan arteri datar dengan lebar 11 meter)

T : Waktu Tanggap 2,5 detik

G : Percepatan Gravitasi 9,8 m/detik<sup>2</sup>

f<sub>p</sub> : Koefisien Memanjang Perkerasan Jalan Aspal 0,35 – 0,55

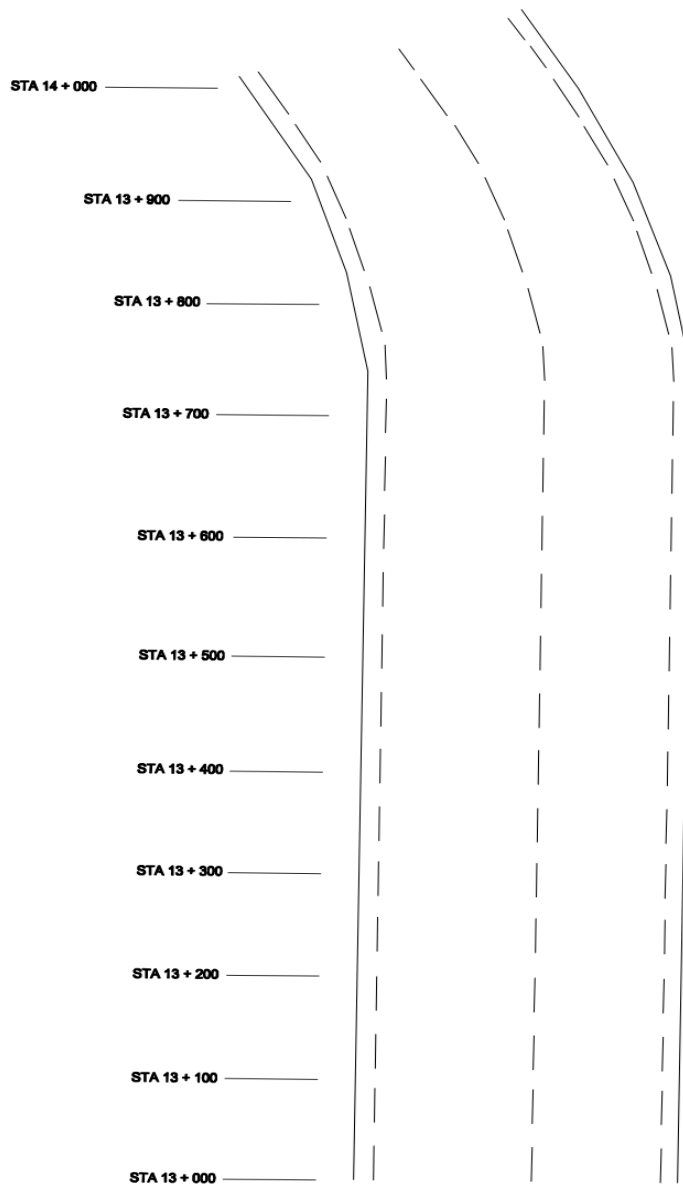
*Analisis Geometri Dan Perlengkapan Jalan Di Daerah Rawan Kecelakaan Lalu Lintas Pada Ruas Jalan Bojonegoro – Babat (STA 13+000 S/D 14+000)*

$$J_h = 0,278 \cdot V_R \cdot T + \frac{V_R^2}{254 \cdot f_p}$$

$$J_h = 0,278 \cdot 70 \cdot 2,5 + \frac{70^2}{254 \cdot 9,8}$$

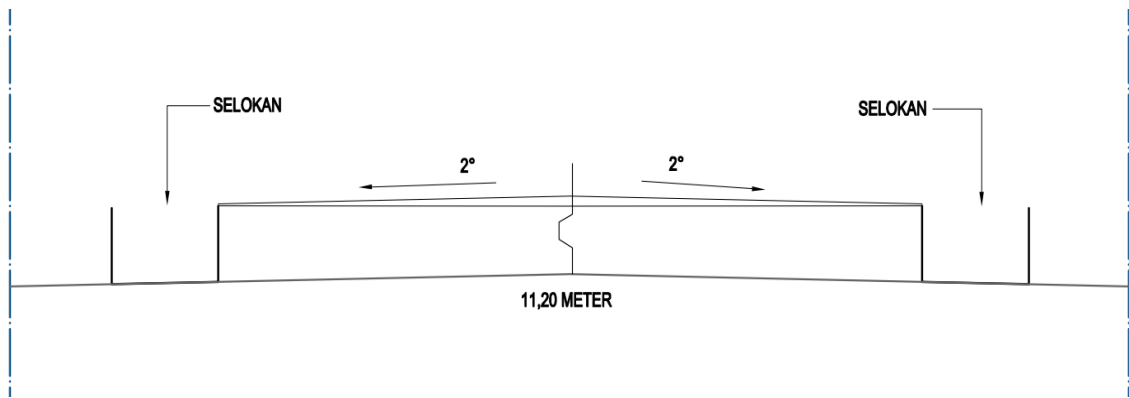
$$J_h = 50,6185 \text{ meter}$$

E. Plant Jalan

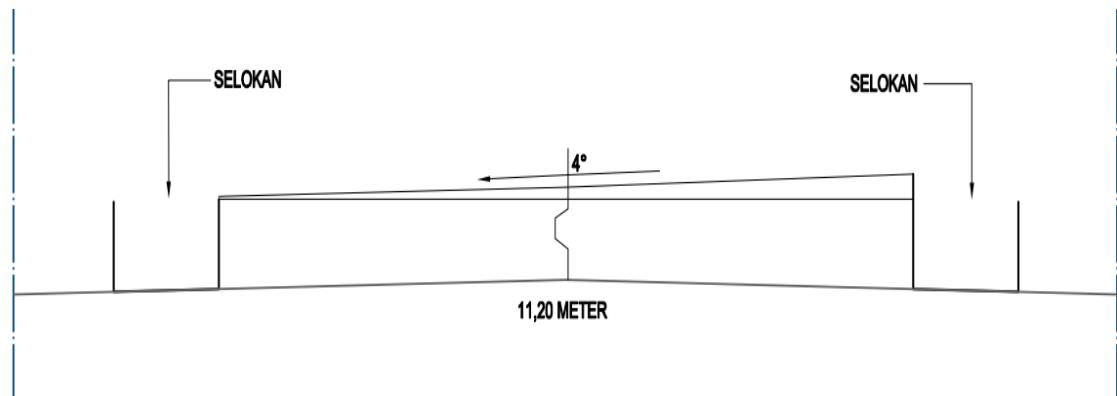


Gambar Plant Jalan Tampak Atas

*Analisis Geometri Dan Perlengkapan Jalan Di Daerah Rawan Kecelakaan Lalu Lintas Pada Ruas Jalan Bojonegoro – Babat (STA 13+000 S/D 14+000)*



Gambar Potongan Melintang Jalan Lurus



Gambar Potongan melintang Lengkung Jalan

Berdasarkan Analisa yang dilakukan tentang geometrik, kecepatan aktual, dan rambu – rambu lalu lintas didapatkan hasil yang nantinya akan di bandingkan dengan peraturan – peraturan yang ada. Dari perbandingan tersebut maka kita dapat melihat apakah ketentuan geometrik, kecepatan aktual, dan rambu jalan itu merupakan faktor penyebab terjadinya kecelakaan di ruas jalan tersebut atau bukan. Berikut adalah beberapa pembahasan mengenai analisa yang telah dilakukan, dan dikerjakan.

- Angka Kecelakaan

Untuk hasil dari rekapan data yang di peroleh untuk ruas jalan Bojonegoro – Babat STA 13+000 s/d 14+000, sudah termasuk kedalam *Black Spot* . Karena dalam kurun waktu 2 tahun sudah terjadi 30 kasus kecelakaan yang di dapatkan dari data Satuan Lalu lintas Kabupaten Bojonegoro. Kalau untuk *Black Site* belum bisa di katakan iya atau tidak, karena untuk perhitungan *Black Site* itu membutuhkan beberapa segmen atau titik lokasi untuk dapat melakukan perbandingan dengan titik lain guna mengetahui titik mana yang nilai *EAN* (*Ekivalen Angka Kecelakaan*) yang lebih tinggi daripada BKA (*Batas Kontrol Atas*) dan Nilai *Upper Control Limit* (*UCL*).

- Geometrik Jalan

Dari hasil perhitungan geometrik yang ada, didapatkan data – data yang akan dibandingkan dengan peraturan dari Bina Marga, Ruas jalan Bojonegoro – Babat ini termasuk kedalam jalan arteri kelas 1, ditinjau dari data – data yang di peroleh dilapangan seperti lebar lajur, lebar bahu, median, dan marka jalan. Ruas ini belum memenuhi persyaratan Bina Marga dengan rincian data yang telah di peroleh sebagai berikut.

1. Lalu lintas Harian Rata – rata

Pada hasil pengamatan yang telah dilakukan untuk Ruas jalan Bojonegoro – Babat STA 13+000 – 14+000 mendapatkan LHR perjam, dengan jam puncaknya pada pukul 20.00 – 21.00 yaitu 1540,4 smp/jam, dengan nilai V/C ratio 0,44 yang termasuk dalam tingkat pelayanan B, yang berarti jalan masih stabil.

2. Lebar Bahu

Untuk kondisi jalan yang telah di dapat itu dengan lebar 11,2 meter, tipe jalan 2/2 UD pada kelas Arteri 1 ada satu komponen yang belum terpenuhi menurut Tabel 2.2 Tentang Klasifikasi Jalan Berdasarkan Fungsinya, letaknya ada pada bahu jalan yang kurang dari 2,5 meter. Untuk data yang sudah diambil pada lokasi analisis lebar bahu jalan hanya 1,5 meter, yang belum memenuhi standart ideal dari Bina Marga, dan bisa menjadi salah satu faktor dari kecelakaan karena mengingat volume lalu lintas yang melintas pada lokasi tersebut.

3. Alinyemen Horisontal

Setelah dilakukan pengukuran jari – jari pada lengkung tikungan sepanjang 300 m, yang didapatkan adalah 419,2 meter yang masih kurang dengan jari jari minimum lengkung horizontal tanpa lengkung peralihan yaitu 500 meter, untuk superelevasi yang didapat di lapangan yaitu 4°, kalau di ubah dalam bentuk persen yaitu 0,011 % yang masih kurang dengan standar 8 %.

- Rambu – Rambu Lalu Lintas dan Marka Jalan

Pemasangan rambu lalu lintas merupakan fasilitas yang penting bagi pengendara yang hendak melewati jalan tersebut, setelah pengamatan dilakukan pada ruas jalan sepanjang 1000 meter, terdapat beberapa rambu yang sudah terpasang, namun ada juga beberapa rambu yang belum terpasang dan kurang. Dari rambu yang sudah terpasang dapat diketahui bahwa yang digunakan merupakan rambu konvensional yang sesuai dengan PM No. 13 Tahun 2014.

Berdasarkan pengamatan yang dilakukan perlu adanya pemasangan rambu lalu lintas pada titik akan tikungan di STA 13+700 itu harus dipasang rambu belok kiri jika dari arah Bojonegoro

menuju ke Babat, Kemudian yang pada titik akan tikungan di STA 14+000 itu harus juga di pasang rambu belok kanan jika dari arah Babat menuju ke Bojonegoro.

Pada sepanjang Ruas jalan Bojonegoro – Babat STA 13+000 s/d 14+000 ini sudah terpasang penerangan jalan yang mumpuni, tepatnya ada 16 titik pada sepanjang ruas 1000 meter ini.

Tetapi kurangnya ada pada paku jalan yang belum ada sama sekali terpasang pad ruas jalan ini, karena paku jalan ini akan sangat membantu jika lampu penerangan jalan itu mati, karena jika tersorot lampu kendaraan rambu atau perlengkapan jalan ini akan memantulkan cahaya sehingga tau batas marka yang sedang di lewati. Sehingga pengguna jalan bisa mengerti atau bisa menjaga posisi kendaraan yang di bawa agar tetap pada posisi yang benar

Untuk marka jalan pada Ruas jalan ini sudah baik, karena untuk marka garis utuh dan marka garis putus – putus sudah ada dan berada pas pada posisinya.

## **KESIMPULAN**

Berdasarkan penjelasan pada bab-bab serta data-data yang telah dianalisa dapat disimpulkan bahwa Pada ruas jalan Bojonegoro – Babat STA 13+000 – 14+000 ini pada Tahun 2020 – 2023 terhitung ada 56 kasus kecelakaan yang terjadi. Jika ditinjau dari segi geometrik pada saat ini yaitu setelah di rehabilitasi. Pada ruas jalan ini ada satu komponen yang belum tercukupi bila di bandingkan dengan Standar Perencanaan Geometri Jalan, Bina Marga 1997, yaitu permasalahan terletak pada lengkung dan lebar bahu jalan yang kurang lebar, pada standar Bina Marga itu 2,5 meter, tetapi pada ruas jalan ini terhitung lebar bahu 0,4 meter. Berdasarkan pengamatan di lapangan, ruas jalan ini samping kiri kanannya masih ada pohon yang hampir mepet dengan jalan, dan untuk rambu jalan yang belum ada yaitu tanda kalau ada tikungan atau tanda belok kanan, dan kiri pada titik akan berbelok.

## **DAFTAR PUSTAKA**

- Bethary, R. T., & Pradana, M. F. (2016). PERENCANAAN GEOMETRIK JALAN ALTERNATIF PALIMA-CURUG ((Studi Kasus : Kota Serang). *Fondasi : Jurnal Teknik Sipil*, 5(2). <https://doi.org/10.36055/jft.v5i2.1253>
- Cara, T. (1997). *Tata cara perencanaan geometrik jalan antar kota*. 038.
- Direktorat Jenderal Bina Marga. (1997). *Tata Cara Perencanaan Geometrik Jalan Antar Kota No. 038/TBM/1997 Direktorat Jenderal Bina Marga*. 038, 1–54.
- Fahrizal, R. (2020). PENGARUH GEOMETRIK JALAN RAYA TERHADAP KECELAKAAN

*Analisis Geometri Dan Perlengkapan Jalan Di Daerah Rawan Kecelakaan Lalu Lintas Pada Ruas Jalan Bojonegoro – Babat (STA 13+000 S/D 14+000)*

LALU LINTAS (Studi Kasus Ruas Jalan Serdang – Perbaungan). *Repository UMSU*.

Katolik, U., Semarang, S., Sulistyono, S., Pengajar, S., Teknik, J., B, R. E., Pengajar, S., Teknik,

J., Supriono, H., & Teknik, M. J. (2010). *Analisis Keselamatan Jalan Kawasan Tertib*. 8–9.

Haryanto, S. dan I. (2016). *Perancangan Geometrik Jalan*. 35–127.

Hikmat, I. (1997). Laporan Pengembangan Penyusunan Standar Geometrik Jalan Antar Kota.

*Penyusunan Standar Geometrik Jalan Antar Kota*, 101.

<https://pustaka.pu.go.id/biblio/laporan-pengembangan-penyusunan-standar-geometrik-jalan-antar-kota/BK93K>