

# Desain Perencanaan Geometrik Jalan pada Tikungan dengan Metode Bina Marga dan Perhitungan Kebutuhan Alat Pengaman Pengguna Jalan pada Sta 11+800 s/d Sta 12+200 Ruas Jalan Bareng – Wonosalam Pasar Kabupaten Jombang

Prathita Muti'a Yuzaeva <sup>a</sup>, R. Endro Wibisono <sup>b</sup>

<sup>a</sup> Program Studi D4 Transportasi, Universitas Negeri Surabaya, Kota Surabaya, Negara Indonesia

<sup>b</sup> Program Studi D4 Transportasi, Universitas Negeri Surabaya, Kota Surabaya, Negara Indonesia

email: <sup>a</sup>[prathita.19013@mhs.unesa.ac.id](mailto:prathita.19013@mhs.unesa.ac.id), <sup>b</sup>[endrowibisono@unesa.ac.id](mailto:endrowibisono@unesa.ac.id)

## INFO ARTIKEL

### Sejarah artikel:

Menerima 1 Maret 2023

Revisi 18 Maret 2023

Diterima 31 Maret 2023

Online 1 April 2023

### Kata kunci:

Geometrik, Tikungan  
Fasilitas Pengaman Jalan

## ABSTRAK

Ruas jalan Bareng – Wonosalam Pasar ialah ruas jalan dengan kondisi geografis struktur geometrik jalan berupa jalan yang sempit dengan tikungan yang tajam dan salah satu sisi jalan yang bertepian jurang. Selain itu, pada ruas jalan tersebut terdapat desa yang memiliki banyaknya wisata sehingga sering memikat orang luar untuk berlibur di wisata tersebut. Dengan banyaknya wisatawan tersebut, diperlukannya fasilitas yang memadai yang dapat menjamin keselamatan pengguna jalan. Tujuan dari penulisan ini adalah untuk menghasilkan suatu perencanaan pada tikungan dengan desain yang memenuhi standart metode bina marga yang dapat menjamin kenyamanan dan keamanan pengguna jalan, serta untuk mengetahui kebutuhan alat pengaman pengguna jalan berdasarkan hasil analisis manajemen resiko berdasarkan peraturan dan spesifikasi teknis yang ada. Metode yang digunakan berupa survei kondisi geometrik jalan pada ruas jalan desa STA 11+800 s/d STA 12+200. Dari data kondisi geometrik yang dilakukan survei secara langsung dilapangan, akan dilakukan analisis menggunakan metode bina marga, dengan analisis jari – jari/ radius pada tikungan, dan jarak pandang alinyemen horizontal. Hasil dari penelitian menunjukkan bahwa tipe tikungan yang dapat diterapkan pada tikungan tersebut ialah tipe Spiral - Spiral dengan panjang lengkung total tikungan sebesar 94,2m dengan jari – jari tikungan 30 m dan sudut pusat tikungan sebesar 90° yang dilengkapi dengan jarak daerah bebas samping sebesar 3 m serta jarak pandang henti sebesar 27 m dengan dilengkapi fasilitas pengaman jalan berupa kaca cembung dan patok lalu lintas

## Road Geometric Planning Design Using Highway Method And Calculation Of The Need For Road User Safety Equipment At Sta 11+800 to Sta 12+200 Road Joint Bareng - Wonosalam Pasar, Jombang Regency

## ARTICLE INFO

### Keywords:

Geometric,  
Bend,  
Road Safety Facilities

## ABSTRACT

Bareng – Wonosalam Pasar section of the road is a road segment with a geographic geometric structure in the form of a narrow road with sharp turns and one side of the road that has a cliff edge. In addition, this village has many tours, so it often attracts outsiders

<p><i>Style APA dalam menyitasi artikel ini: [Heading sitasi]</i>          Yuzaeva, M. P., &amp; Wibisono, E. R. (2023). Desain Perencanaan Geometrik Jalan Pada Tikungan Dengan Metode Bina Marga Dan Perhitungan Kebutuhan Alat Pengaman Pengguna Jalan Pada Sta 11+800 s/d Sta 12+200 Ruas Jalan Bareng – Wonosalam Pasar Kabupaten Jombang. MITRANS: Jurnal Media Publikasi Terapan Transportasi, v1(n1), Halaman 49-63</p>	<p><i>to vacation on these tours. With so many tourists, adequate facilities are needed to ensure the safety of road users. The purpose of this paper is to produce a plan at a corner with a design that meets the standard of the Highways method which can guarantee the comfort and safety of road users, as well as to find out the need for safety devices for road users based on the results of a risk management analysis based on existing regulations and technical specifications. Method were carried out in the form of surveys of the geometric conditions of the roads on the village roads of STA 11+800 to STA 12+200. From the geometric condition data that was directly surveyed in the field, an analysis would be carried out using the Bina Marga method, with radius/radius analysis at bends. , and horizontal alignment visibility. The results of the study indicate that the type of bend that can be applied to these bends is the Spiral - Spiral type with a total bend length of 94.2m with a bend radius of 30 m and a bend center angle of 90° which is complemented by a side free area of 3 m and a stopping sight distance of 27 m equipped with road safety facilities in the form of convex mirrors and traffic stakes</i></p>
---	--

© 2023 MITRANS : Jurnal Media Publikasi Terapan Transportasi. Semua hak cipta dilindungi undang-undang.

## 1. Pendahuluan

Secara geografis, Kabupaten Jombang ialah kabupaten dengan ketinggian rata – rata sekitar 100 meter diatas permukaan laut. Namun terdapat salah satu kecamatan yang terdapat pada Kabupaten Jombang ialah Kecamatan Wonosalam yang terletak di Dusun Sarangan Desa Jarak, Kecamatan Wonosalam, Kabupaten Jombang. Dimana desa tersebut terletak lereng pegunungan Anjasmara sehingga memiliki ciri khas jalan yang mempunyai banyak tikungan dengan salah satu tepi jalan berupa jurang, serta kekayaan potensi sumber daya alam melimpah. Dengan adanya potensi sumberdaya alam tersebut, dapat menghasilkan berbagai macam hasil perkebunan beserta banyaknya lokasi wisata yang bertema alam diantaranya Wonosalam Durian Farm, Kampung Adat Segunung, Kampoeng Djawi, Bukit Pinus, De' Durian Park, Dalem Simbah, Banyu Mili (carangwulung.com). Dari adanya wisata tersebut, ruas jalan Bareng – Wonosalam pasar digunakan sebagai rute alternative perjalanan menuju destinasi wisata.

Berdasarkan kondisi yang didapatkan dari survei awal dan data penunjang, kondisi perkerasan jalan ruas Bareng – Wonosalam Pasar pada STA 11.800 s/d STA 12.200 ialah jenis aspal untuk jalan lokal dengan kondisi eksisting terdapat jurang di bagian kurva luar tikungan yang memiliki jarak 0,9 m dari perkerasan jalan dan adanya tebing pada daerah rumija dengan jarak 0,9 m dari perkerasan jalan bagian kurva dalam tikungan. Dengan kondisi eksisting tersebut menyebabkan kurangnya jarak pandang pengemudi dikarenakan kurangnya jarak daerah bebas samping.

Selain itu, kondisi jalan juga tidak tersedianya alat pengaman jalan, dimana salah satu sisi pada ruas jalan tersebut ialah jurang dengan memiliki kedalaman 1,2 m dan beda tinggi atau elevasi 656 m yang diukur berdasarkan hasil data yang didapatkan penulis dari dinas terkait (google earth, 2023) dan kelandaian . Namun penulis tidak melakukan pelebaran dan peninggian pada perkerasan jalan tikungan tersebut dikarenakan terbatasnya lahan dan pada tikungan tersebut mayoritas dilewati oleh pengendara motor dikarenakan terbatasnya daerah manuver kendaraan dan tidak di lewati oleh jenis kendaraan semi trailer. Dimana menurut Silvia Sukirman (1994), faktor dari salah satu pelebaran perkerasan tersebut ialah ukuran kendaraan rencana yang digunakan pada umumnya ialah jenis kendaraan semi trailer. Dikarenakan letak lokasi ruas tersebut dipegunungan, maka untuk kecepatan kendaraan disarankan 20-30 km/jam.

Penulis memilih pada titik STA 11+800 s/d STA 12+200 dengan koordinat titik awal 650823.48 m E 9143951.92 m S hingga 650875.01 m E 9143976.91 m S dan memiliki kelandaian 0,06% sebelum tikungan dan 0,01% setelah tikungan, serta dikarenakan belum tersedianya alat pengaman pengguna jalan pada jalan tikungan tersebut, sedangkan pada titik tikungan lain pada ruas jalan tersebut sudah dipasang alat pengaman pengguna jalan berupa pagar pengaman (*guard rail*) yang dilengkapi oleh lampu reflektor.

Dengan banyaknya destinasi wisata yang terdapat di Wonosalam, maka sebagai penunjang fasilitas keselamatan bagi pengguna jalan ialah kondisi geometrik jalan yang aman dan terfasilitasnya perlengkapan jalan guna untuk mencegah akan terjadinya suatu kecelakaan lalu lintas. Perlengkapan jalan ini meliputi: rambu-rambu (termasuk nomor ruas jalan), marka jalan, alat pemberi isyarat lalu lintas (APILL), lampu jalan. Sedangkan untuk perlengkapan yang tidak berkaitan langsung dengan pengguna jalan adalah alat pengendali dan alat pengamanan pengguna jalan, serta fasilitas pendukung kegiatan lalu lintas dan angkutan jalan.(bpsdm.pu.go.id).

Tujuan dari penulisan ini adalah untuk menghasilkan suatu perencanaan pada tikungan dengan desain yang memenuhi standart metode bina marga yang dapat menjamin kenyamanan dan keamanan pengguna jalan, serta untuk mengetahui kebutuhan alat pengaman pengguna jalan berdasarkan hasil analisis manajemen resiko berdasarkan peraturan dan spesifikasi teknis yang ada.

## 2. Metode Penelitian

Metode Penelitian adalah cara dan prosedur ilmiah yang diterapkan untuk melakukan studi, menentukan populasi, menentukan sampel, mengumpulkan data, mengolah data, dan menyusun dalam laporan tertulis

### 2.1 Objek Penelitian

Penelitian dilakukan di jalan desa pada STA 11+800 s/d STA 12+200 Desa Jarak Kecamatan Wonosalam Kabupaten Jombang. Penelitian difokuskan pada masalah jarak daerah bebas samping dan fasilitas pengaman pada jalan tikungan. Penelitian ini dilakukan secara pendekatan kuantitatif dengan proses yang rinci dan spesifik tentang bagaimana pengaturan memperoleh data.

### 2.2 Tahapan persiapan

Tahap persiapan ini merupakan rangkaian kegiatan sebelum memulai pengumpulan data dan pengolahan data. Tahap persiapan ini meliputi:

- i. Studi pustaka terhadap materi
- ii. Menentukan kebutuhan data
- iii. Mendata dan survey lokasi untuk mendapatkan gambaran umum

### 2.3 Metode Pengumpulan Data

Dalam pengumpulan data, penulis menggunakan beberapa metode antara lain:

#### I. Pengumpulan data primer

##### A. Observasi lapangan

Observasi lapangan adalah suatu cara pengumpulan data dengan pengamatan langsung dan pencatatan secara sistematis terhadap objek yang diteliti. Dengan melakukan observasi di lapangan secara langsung, pengamat dapat melihat dan mengetahui secara langsung mengenai permasalahan yang terdapat dilapangan yang dapat dilengkapi foto kondisi yang ada pada tikungan.

Pada observasi tersebut, terdapat beberapa instrument diantaranya:

1. Ukuran lebar jalan (khususnya pada tikungan jalan)
2. Ukuran bahu jalan dan daerah bebas samping jalan
3. Ketinggian tebing pada daerah bebas hambatan

#### II. Pengumpulan data sekunder

- a. Peta lokasi dari *google earth*
- b. Data kelas jalan dan elevasi jalan
- c. Data koordinat *stationing* dan koordinat tikungan
- d. Data LHR
- e. Literatur dari peraturan pemerintah yang berlaku, buku pedoman perencanaan jalan raya dan jurnal internet sebagai referensi

#### III. Peralatan penelitian

Peralatan yang digunakan untuk melakukan penelitian ini adalah:

1. Meteran : untuk mengukur geometrik jalan
2. Counter : untuk menghitung kendaraan pada tikungan

3. Stopwatch / jam : untuk membantu menepatkan waktu saat sedang menghitung kendaraan di tikungan setiap 15 menit
4. Kamera handphone : untuk dokumentasi sebagai pengumpulan data yang diambil di lokasi studi
5. Aplikasi timestamp : untuk menampilkan lokasi secara akurat
6. Alat tulis : untuk menulis
7. Laptop : untuk alat pengolah data

#### 2.4 Analisa Perencanaan

1. Perencanaan alinyemen horizontal

- a. Mencari sudut dengan menggunakan autocad

- b. Perhitungan koefesien gesekan maksimal ( $f_{maks}$ ) dengan rumus berikut :

$$f_{maks} = -0,00065V_R + 0.192 \quad (1)$$

- c. Perhitungan radius minimum/jari – jari minimum dan D dengan rumus:

$$R_{min} = \frac{VR^2}{127.(e_{maks}+f_{maks})} \quad D_{max} = \frac{181913,53(e_{maks}+f_{maks})}{VR^2} \quad (2)$$

- d. Perhitungan superelevasi desain

$$D_{max} = \frac{181.913,53(e_{maks} + f_{maks})}{VR^2} \quad (3)$$

$$D_d = \frac{1432,39}{Rc} \quad (4)$$

$$e_d = \frac{-e_{maks} \times D_d^2}{D_{max}^2} + \frac{2 \times e_{maks} + D_d}{D_{max}} \quad (5)$$

- e. Perhitungan lengkung peralihan

$$L_s = \frac{VR.T}{3,6} \quad (6)$$

- f. Pemilihan bentuk tikungan dan proses desain tikungan

Berdasarkan Modul Dasar – Dasar Perencanaan Geometrik Ruas Jalan Tahun 2017, pemilihan bentuk tikungan menurut Bina Marga 1997 sebagai berikut:

I Tentukan jari – jari R yang direncanakan, lebih besar dari R min yang dihitung.

II Tikungan diasumsikan berbentuk S-C-S dengan rumus:

$$X_s = L_s - \left(1 - \frac{L_s^3}{40 R^2}\right) \quad (7)$$

$$Y_s = \frac{L_s^2}{6 Rc} \quad (8)$$

Besarnya sudut spiral pada titik SC :

$$\theta_s = \frac{90}{\pi} \frac{L_s}{Rc} \text{ derajat} \quad (9)$$

$$P = \frac{L_s^2}{6 Rc} - Rc (1 - \cos\theta_s) \quad (10)$$

$$K = L_s - \frac{L_s^3}{40 R^2} - Rc \sin\theta_s \quad (11)$$

Sudut pusat busur lingkaran adalah  $\theta_c$  dan sudut spiral  $\theta_s$ . jika besarnya sudut perpotongan kedua tangan adalah  $\beta$ , maka :

Untuk lengkung S-C-S ini sebaiknya  $\geq 20$  m

$$\theta_c = \beta - 2 \theta_s \quad (12)$$

$$E_s = (Rc + p) \sec \frac{1}{2} \beta - Rc \quad (13)$$

$$T_s = (Rc + p) \tan \frac{1}{2} \beta + k \quad (14)$$

$$L_c = \frac{\theta_c}{180} \pi Rc \quad (15)$$

Tentukan FC atau SS dengan meninjau secara berturut – turut terhadap kondisi  $L_c < 20$ m,  $p < 25$  cm, dan  $f < 3,5$  en (en = 2%)

- g. Perhitungan jarak pandang henti, jarak pandang mendahului dan daerah bebas samping

Jarak pandang henti dapat dihitung dengan rumus:

$$Jh = \frac{VR}{3,6} T + \frac{\left(\frac{VR}{3,6}\right)^2}{2g.f} \quad (16)$$

Jika disederhanakan:

$$Jh = 0,278 \times VR \times T + \frac{VR^2}{254 \times fp} \quad (17)$$

(fp akan semakin kecil jika kecepatan ( $V_R$ ) semakin tinggi dan sebaliknya)

Jarak pandang mendahului dapat dihitung dengan rumus:

$$d1 = 0,278t1(VR - m + \frac{at1}{2}) \quad (18)$$

$$d2 = 0,278 \cdot V_R \cdot T_2 \quad (19)$$

$$d3 = \text{diambil antara } 30 - 100 \text{ m} \quad (20)$$

$$d4 = \frac{2}{3} d2 \quad (21)$$

$$d_{\min} = \frac{2}{3} d2 + d3 + d4 \dots\dots \quad (22)$$

h. Daerah bebas samping pada tikungan dapat dihitung dengan rumus :

a. Jika  $Jh < Lt$

$$E = R \left\{ 1 - \cos\left(\frac{90^\circ Jh}{\pi R}\right) \right\} \quad (23)$$

b. Jika  $Jh > Lt$

$$E = R \left( 1 - \cos\left(\frac{90^\circ Jh}{\pi R}\right) \right) + \frac{1}{2} (Jh - Lt) \sin\left(\frac{90^\circ Jh}{\pi R}\right) \quad (24)$$

2. Melakukan manajemen resiko dengan analisa berdasarkan observasi dilapangan dan perhitungan kebutuhan alat pengaman pengguna jalan berdasarkan Permenhub No 82 Tahun 2018 dan Permenhub No 14 Tahun 2021

### 3. Hasil dan Pembahasan

#### 3.1 Deskripsi Umum

Berdasarkan hasil observasi penulis dilapangan, kondisi tikungan sebenarnya yang didapatkan ialah memiliki lebar jalan sebesar 3 m tanpa median jalan dengan masing – masing lajur sebesar 1,5 m dan terdapat tebing di sisi tikungan bagian dalam dengan jarak sekitar 0,9 meter yang memiliki ketinggian 2 m dan terdapat banyak pohon tinggi serta banyak tumbuhan lainnya sehingga mengakibatkan kurangnya jarak pandang pengemudi dari arah berlawanan. Pada tikungan tersebut pula dilengkapi irigasi dengan jarak 1 meter dari sisi bagian dalam jalan yang memiliki lebar 48 cm serta kedalaman 30 cm. Selain itu, pada sisi bagian luar kurangnya adanya alat pengaman keselamatan jalan yang dapat membantu pengemudi melihat kondisi jalan.



Gambar 3. 1 Lokasi studi

Sumber : Dokumentasi penulis

Lokasi Studi : Jalan Desa Jarak, Kabupaten Jombang

### 3.2 Perencanaan Geometrik

#### 4.3.1 Analisa Perencanaan Alinyemen Horizontal

Pada analisa perencanaan horizontal ini menggunakan peraturan bina marga dan tata cara perencanaan geometrik jalan antar kota dengan menggunakan 3 tipe tikungan yaitu *Full Circle*, *Spiral Circle* *Spiral*, dan *Spiral – Spiral*. Menurut Modul Dasar – Dasar Perencanaan Geometrik Ruas Jalan Tahun 2017 dalam melakukan pemilihan bentuk tikungan menurut Bina Marga 1997 dapat dengan mengasumsikan tipe tikungan *Spiral – Circle - Spiral*

### 3.3 Perhitungan Alinyemen Horizontal

Pada perhitungan alinyemen horizontal untuk panjang LS dan dan daerah bebas hambatan samping ini disesuaikan langsung dari *Software Autocad* dan berdasarkan hasil observasi penulis dilapangan.

#### Perhitungan Tikungan

Untuk keadaan dan ukuran jalan dilapangan, dapat diuraikan sebagai berikut: Klasifikasi jalan lokal; lebar jalan 3 m; lebar bahu jalan luar 0.9 m; lebar bahu jalan dalam 0.9 m; tinggi penghalang 3.25 m; kecepatan rencana ( $V_R$ ) 30 km/jam; e max 10%; e normal 2%

Pada suatu perencanaan dengan kecepatan tertentu dalam menghindari kecelakaan dibutuhkananya perhitungan jari jari minimum ( $R_{min}$ ) dan koefisien gesekan maksimal ( $f_{maks}$ ) dengan menggunakan rumus sebagai berikut :

$$\begin{aligned} f_{maks} &= -0,00065V_r + 0.192 \\ &= -0,00065(30) + 0.192 \\ &= -0.0195 + 0.192 \\ &= 0.1725 \end{aligned}$$

Dari hasil perhitungan tersebut, maka dapat memprediksi  $R_{min}$  yang terdapat pada tikungan tersebut. berdasarkan Tata Cara Perencanaan Geometrik Jalan Antar Kota No. 038/TBM/1997 untuk jalan pegunungan dengan status jalan lokal, menggunakan kecepatan rencana 20-30 km/jam. Untuk perhitungan  $R_{min}$  dapat dihitung dengan rumus sebagai berikut:

$$\begin{aligned} R_{min} &= \frac{VR^2}{127.(e_{maks} + f_{maks})} \\ &= \frac{30^2}{127.(0,1 + 0,1725)} \\ &= 26 \text{ m} \end{aligned}$$

Untuk melakukan desain perencanaan maka diperlukannya  $R_c$  (jari jari rencana)  $> R_{min}$

$$\begin{aligned} R_c &> R_{min} \\ 30 &> 26 \end{aligned}$$

Setelah ditentukannya  $f_{maks}$ ,  $R_{min}$  dan  $R_c$ , maka diperlukannya perhitungan superelevasi desain, lengkung peralihan dan mengecek nilai  $p$  guna untuk memastikan jenis tikungan yang akan direncanakan.

#### 1. Perhitungan superelevasi desain

$$\begin{aligned} D_{max} &= \frac{181.913,53(e_{maks} + f_{maks})}{VR^2} \\ &= \frac{181.913,53(0,1 + 0,1725)}{30^2} \\ &= 55,08^\circ \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 Dd &= \frac{1432,39}{Rc} \\
 &= \frac{1432,39}{30} \\
 &= 47,75^\circ \\
 ed &= \frac{-e \text{ maks} \times Dd^2}{Dmax^2} + \frac{2 \times e \text{ maks} + Dd}{Dmax} \\
 &= \frac{-0,1 \times 47,75^2}{55,08^2} + \frac{2 \times 0,1 + 47,75}{55,08} \\
 &= 0,1 = 10\%
 \end{aligned}$$

Syarat untuk jenis Tikungan Full Circle adalah  $e \leq 3\%$

Karena  $e = 10\% > 3\%$  tidak memenuhi syarat tikungan jenis Full Circle. Maka jenis tikungan yang digunakan adalah Spiral-Circle-Spiral atau Spiral-Spiral.

## 2. Perhitungan Lengkung Peralihan

- a. Berdasarkan waktu tempuh maksimum di lengkung peralihan

$$\begin{aligned}
 L_s &= \frac{Vr \cdot T}{3,6} \\
 &= \frac{30 \times 3}{3,6} \\
 &= 25 \text{ m}
 \end{aligned}$$

- b. Berdasarkan antisipasi gaya sentrifugal

$$\begin{aligned}
 L_s &= \frac{0,022 \cdot Vr^3}{Rc \cdot C} - \frac{2,727 \cdot Vr \cdot e}{C} \\
 &= \frac{0,022 \cdot 30^3}{30 \cdot 0,4} - \frac{2,727 \cdot 30 \cdot 0,1}{0,4} \\
 &= 29,05 \text{ m}
 \end{aligned}$$

- c. Berdasarkan tingkat pencapaian perubahan kelandaian

$$\begin{aligned}
 L_s &= \frac{(e \text{ maks} - e_n) Vr}{3,6 \times r \times e} \\
 &= \frac{(0,1 - 0,02) 30}{3,6 \times 0,035} \\
 &= 19 \text{ m}
 \end{aligned}$$

Berdasarkan dari beberapa hasil  $L_s$  tersebut, maka yang dipakai ialah nilai  $L_s$  yang terbesar yaitu 29,05 m dan  $Rc = 30$  m dengan  $e = 10\%$

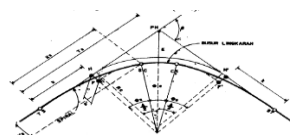
- d. Cek nilai p

$$\begin{aligned}
 p &= \frac{L_s^2}{24 \times Rc} \\
 &= \frac{29,05^2}{24 \times 30} \\
 &= 1,17 \text{ m}
 \end{aligned}$$

Jika  $p = 1,17$  m maka  $p$  tersebut tidak memenuhi syarat untuk jenis Full circle dikarenakan  $p = 1,17 > 0,25$  m. Maka jenis tikungan yang digunakan adalah Spiral-Circle-Spiral atau Spiral-Spiral.

Menurut Modul Dasar – Dasar Perencanaan Geometrik Ruas Jalan Tahun 2017 tentang menentukan jenis tikungan, pertama diperlukan asumsi untuk menggunakan jenis tikungan Spiral – Circle – Spiral.

### 3.4 Perhitungan tikungan jenis Spiral – Circle - Spiral





**Gambar 3. 2** Lengkung spiral – circle - spiral

(Sumber : Bina Marga,1997)

a. Besarnya sudut spiral pada titik SC :

$$\begin{aligned}\theta_s &= \frac{90 L_s}{\pi R_c} \text{ derajat} \\ \theta_s &= \frac{90 \times 29,05}{3,14 \times 30} \\ \theta_s &= 28^\circ\end{aligned}$$

Sudut pusat busur lingkaran =  $\theta_c$ , dan sudut spiral =  $\theta_s$ . Jika besarnya sudut perpotongan kedua tangen adalah  $\beta$ , maka :

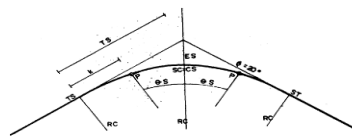
$$\begin{aligned}\theta_c &= \beta - 2\theta_s \\ \theta_c &= 90 - 2(28) \\ \theta_c &= 34^\circ\end{aligned}$$

Lalu untuk panjang busur lingkaran dapat dihitung dengan rumus:

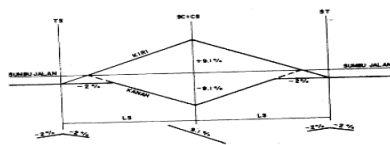
$$\begin{aligned}L_c &= \frac{\theta_c}{180} \pi R_c \\ L_c &= \frac{34}{180} \times 3,14 \times 30 \\ L_c &= 17,79 \text{ m}\end{aligned}$$

Syarat untuk jenis Tikungan Spiral Circle Spiral adalah  $L_c > 25$

Karena  $L_c = 17,79 < 25$  m tidak memenuhi syarat tikungan jenis Spiral-Circle-Spiral. Maka jenis tikungan yang digunakan adalah Spiral-Spiral

**Gambar 3. 3** Lengkung spiral - spiral

(Sumber : Bina Marga,1997)

**Gambar 3. 4** Diagram superelevasi berdasarkan metode Bina Marga untuk contoh lengkung spiral - spiral (contoh perhitungan)

(Sumber : Bina Marga,1997)

Persamaan yang digunakan pada tikungan ini ialah:

$$\begin{aligned}L_s &= \frac{\theta_s \cdot \pi \cdot R_c}{90} \\ p &= \frac{L_s^2}{6R_c} - R_c (1 - \cos\theta_s) \\ k &= L_s - \frac{L_s^3}{40 R_c^2} - R_c \sin\theta_s \\ T_s &= (R_c + p) \tan \frac{1}{2} \beta + k \\ E_s &= (R_c + p) \sec \frac{1}{2} \beta - R_c \\ L_c &= 0 \text{ dan } \theta_s = \frac{1}{2} \beta\end{aligned}$$

Syarat tikungan jenis ini adalah  $T_s > L_s$ . Jika diperoleh  $T_s > L_s$ , maka tikungan ini dapat digunakan

### 3.5 Perhitungan tikungan jenis Spiral – Spiral



Pada tikungan jenis spiral – spiral, menurut Sukirman,1997: “Lengkung horizontal bentuk spiral – spiral adalah lengkung tanpa busur lingkaran, sehingga titik SC berimpit dengan titik CS, sehingga panjang busur lingkaran nilainya 0. Maka pada perhitungan jenis tersebut berlaku:

$$L_c = 0 \text{ dan } \theta_s = \frac{1}{2}\beta$$

Maka besarnya sudut spiral:

$$\begin{aligned}\theta_s &= \frac{1}{2}\beta \\ \theta_s &= \frac{1}{2} \times 90^\circ \\ \theta_s &= 45^\circ\end{aligned}$$

Setelah ditemukan  $\frac{1}{2}$  dari sudut pada lengkung tersebut, maka dapat menghitung lengkung spiral pada tikungan tersebut dapat menggunakan rumus berikut:

$$\begin{aligned}L_s &= \frac{\theta_s \cdot \pi \cdot R_c}{90} \\ &= \frac{45 \times 3,14 \times 30}{90} \\ &= 47,1\text{m}\end{aligned}$$

$L_s$  adalah lengkung peralihan pada tikungan. Lengkung tersebut didapatkan berada diantara bagian lurus jalan dan bagian lengkung jalan berjari jari. Setelah bagian tersebut terdapat pergeseran tangen terhadap spiral, dapat disimbolkan dengan  $p$  dan rumus sebagai berikut:

$$\begin{aligned}p &= \frac{L_s^2}{6R_c} - R_c (1 - \cos\theta_s) \\ &= \frac{47,1^2}{6 \times 30} - 30 (1 - \cos(45)) \\ &= 3,62 \text{ m}\end{aligned}$$

Setelah  $p$  dihitung, maka selanjutnya dapat mencari nilai  $k$ . dimana nilai  $k$  tersebut sebagai absis dari  $p$  pada garis tangen spiral.  $K$  dapat dicari dengan rumus sebagai berikut:

$$\begin{aligned}k &= L_s - \frac{L_s^3}{40 R_c^2} - R_c \sin\theta_s \\ &= 47,1 - \frac{47,1^3}{40 \times 30^2} - 30 \sin 45 \\ &= 22,99\text{m}\end{aligned}$$

Dari hasil  $k$  tersebut, dapat mencari  $T_s$ . Dimana  $T_s$  ialah panjang tangen dari titik PH(Point of Horizontal) ke Titik  $T_s$  atau ke titik  $St$ ,dapat dicari dengan menggunakan rumus sebagai berikut:

$$\begin{aligned}T_s &= (R_c + p)\tan \frac{1}{2} \beta + k \\ &= (30 + 3,62)\tan \frac{1}{2} 90 + 22,99 \\ &= 56,61 \text{ m}\end{aligned}$$

Dari hasil perhitungan  $T_s$  tersebut,terdapat jarak dari PH ke busur lingkaran yang dapat disimbolkan dengan  $E_s$ . Untuk mencari  $E_s$  dapat menggunakan rumus sebagai berikut:

$$\begin{aligned}E_s &= (R_c + p)\sec \frac{1}{2} \beta - R_c \\ &= (30 + 3,62)\sec \frac{1}{2} 90 - 30 \\ &= (33,62) \sec 45 - 30 \\ &= 17 \text{ m}\end{aligned}$$

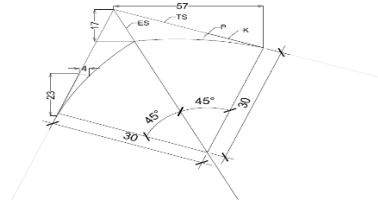
Setelah dihitung semua bagian tikungan tersebut,perlu dihitung pula panjang lengkung total pada tikungan tersebut. lengkung total tersebut dapat dihitung dengan rumus:

$$\begin{aligned}L_{\text{total}} &= 2L_s \\ &= 2 \times 47,1\end{aligned}$$

$$= 94,2 \text{ m}$$

Menurut Sumarsono, 2022 dalam jurnal penelitiannya, bahwa Syarat jenis tikungan Spiral-Spiral adalah  $T_s > L_s$ . Jika diperoleh  $T_s > L_s$ , maka dapat digunakan tikungan jenis Spiral-Spiral. Dikarenakan dalam hasil perhitungan menghasilkan  $T_s = 56,61 \text{ m}$  dan  $L_s = 47,1 \text{ m}$  yang menandakan bahwa  $T_s > L_s$ , maka tikungan tersebut dapat berlaku jenis spiral – spiral.

Dari perhitungan tersebut menghasilkan lengkung lingkaran dibawah ini:



Gambar 3. 5 Gambar Lengkung Lingkaran S-S

Setelah mengetahui jenis tikungan yang dapat dipakai, maka dapat menghitung pula jarak pandang pengemudi saat ditikungan tersebut.

### 3.6 Perhitungan Jarak Pandang

Diketahui :

- Kecepatan rencana ( $V_R$ ) : 30 km/jam  
 Koefisien gesek memanjang ( $f_p$ ) : Dipakai 0,55 (semakin besar  $V_R$  maka  $f_p$  semakin kecil dan sebaliknya)  
 Perbedaan kecepatan ( $m$ ) : Dipakai 15 km/jam (sudah ditentukan)

a) Jarak Pandang Henti ( $J_h$ )

$$\begin{aligned} J_h &= 0,278 \times V_R \times T + \frac{VR^2}{254 \times f_p} \\ &= 0,278 \times 30 \times 2,5 + \frac{30^2}{254 \times 0,55} \\ &= 27 \text{ m} \end{aligned}$$

b) Jarak Pandang Mendahului ( $J_d$ )

$$\begin{aligned} J_d &= d_1 + d_2 + d_3 + d_4 \\ a &= 2,052 + 0,0036 (V_R) \\ &= 2,052 + 0,0036 (30) \\ &= 2,16 \text{ m/det}^2 \\ t_1 &= 2,12 + 0,026 V_R \\ &= 2,12 + 0,026 (30) \\ &= 2,9 \text{ m/det} \\ t_2 &= 6,56 + 0,048 V_R \\ &= 6,56 + 0,048 (30) \\ &= 8 \text{ m/det} \\ d_1 &= 0,278 t_1 (V_R - m + \frac{at_1}{2}) \\ &= 0,278 \times 2,9 (30 - 15 + \frac{2,16 \times 2,9}{2}) \\ &= 14,4 \text{ m} \\ d_2 &= 0,278 \times V_R \times t_2 \\ &= 0,278 \times 30 \times 8 \\ &= 66,7 \text{ m} \\ d_3 &= \text{Dipakai } 30 \text{ m} \\ d_4 &= \frac{2}{3} d_2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 &= \frac{2}{3} (66,7) \\
 &= 44,5 \text{ m} \\
 \text{Jd} &= d1+d2+d3+d4 \\
 &= 14,4+66,7+30+44,5 \\
 &= 155,6 \text{ m}
 \end{aligned}$$

Dari perhitungan tersebut, maka jarak pandang henti yang diperlukan adalah 27 m dan jarak pandang mendahului yang diperlukan adalah 155,6 m

Dari perhitungan jarak pandang tersebut, maka diperlukan pula daerah bebas samping yang mencukupi.

### 3.7 Perhitungan Daerah Bebas Samping

Diketahui:

$$\begin{aligned}
 R_c &: 30 \text{ m} \\
 \text{Lebar Jalan (W)} &: 3 \text{ m} \\
 L_{\text{total}} (L_t) &: 94,2 \text{ m} \\
 J_h &: 27 \text{ m} \\
 R' &: R_c - \frac{1}{2} W \\
 &: 30 - \frac{1}{2} (3) \\
 &: 28,5
 \end{aligned}$$

Dapat disimpulkan bahwa  $J_h < L_t$

Maka menggunakan rumus sebagai berikut:

$$\begin{aligned}
 E &= R' \left\{ 1 - \cos\left(\frac{28,65 J_h}{\pi R'}\right) \right\} \\
 &= 28,5 \left\{ 1 - \cos\left(\frac{28,65 \times 27}{3,14 \times 28,5}\right) \right\} \\
 &= 2,85 \text{ m atau dapat dibulatkan menjadi } 3 \text{ m}
 \end{aligned}$$

Sehingga daerah bebas samping berdasarkan jarak pandang henti adalah sebesar 3 m

### 3.8 Analisa Manajemen Resiko

Tabel 3. 1 Analisa Manajemen Resiko

Kebutuhan Sarana Prasarana Tikungan Jalan	Identifikasi Pengendalian Resiko Tikungan Jalan Pada STA 11.800 s/d STA 12.200 Ruas Jalan Bareng – Wonosalam Pasar Kabupaten Jombang				No : 1		Lokasi kasus Ruas Jalan Bareng – Wonosalam Pasar Kabupaten Jombang		
					Tanggal : 27 Juni 2023				
Penilaian Resiko oleh: Prathita Muti'a Yuzaeva									
No	Kegiatan: Peningkatan tikungan jalan mengacu PM Nomor 82 Tahun 2018 dan disempunakan oleh PM Nomor 14 Tahun 2021	Potensi Bahaya	Resiko	Peringkat risiko				Rekomendasi Pengendalian risiko	Penyelenggara & Penanggung Jawab
				LL	S	RR	Risk		
<b>STA 11.900 s/d STA 12.00</b>									
1	Terdapat pohon tinggi dan jurang	•Nasib pengguna jalan yang melewati	•Kecemasan pengguna jalan saat malam hari	5	4	20	H	Pemasangan lampu jalan atau alat	Dinas Perhubungan

Kebutuhan Sarana Prasarana Tikungan Jalan		Identifikasi Pengendalian Resiko Tikungan Jalan Pada STA 11.800 s/d STA 12.200 Ruas Jalan Bareng – Wonosalam Pasar Kabupaten Jombang				No : 1 Tanggal : 27 Juni 2023		Lokasi kasus Ruas Jalan Bareng – Wonosalam Pasar Kabupaten Jombang	
Penilaian Resiko oleh: Prathita Muti'a Yuzaeva									
No	Kegiatan: Peningkatan tikungan jalan mengacu PM Nomor 82 Tahun 2018 dan disempunakan oleh PM Nomor 14 Tahun 2021	Potensi Bahaya	Risiko	Peringkat risiko				Rekomendasi Pengendalian risiko	Penyelenggara & Penanggung Jawab
				LL	S	RR	Risk		
	pada kurva luar tikungan serta tidak adanya alat pengaman jalan dan penerangan jalan pada STA 12.000 s/d STA 12.100	<ul style="list-style-type: none"> <li>tikungan, yang tidak adanya alat pengaman dan penerangan jalan sehingga kurang menjamin keselamatan pada pengguna jalan</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>saat melewati tikungan dengan kondisi penerangan kurang dan tidak ada tanda pembatas tikungan</li> </ul>				H	pengaman jalan	<ul style="list-style-type: none"> <li>Kabupaten Jombang</li> <li>Pemerintah Kabupaten Jombang</li> </ul>
		<ul style="list-style-type: none"> <li>Pengguna jalan tidak mengetahui batasan tikungan saat malam hari</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Pengguna jalan dapat terjatuh ke jurang atau menabrak pohon yang ada disisi jalan tersebut</li> </ul>	5	4	20	H	Pemasangan patok lalu lintas yang dilengkapi pada kurva luar tikungan jalan	<ul style="list-style-type: none"> <li>Dinas Perhubungan Kabupaten Jombang</li> <li>Pemerintah Kabupaten Jombang</li> </ul>
2.	Terdapat tebing setinggi 2 meter serta banyak tumbuhan tinggi pada kurva dalam tikungan di STA 12.000 s/d STA 12.100	<ul style="list-style-type: none"> <li>Jarak tebing dengan badan jalan yang terlalu dekat</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Apabila tebing mengalami longsor dapat menghalangi/mem bahayakan pengguna jalan</li> </ul>	5	5	25	H	Penambahan jarak antara tebing dengan badan jalan	<ul style="list-style-type: none"> <li>Dinas Pekerjaan Umum dan Penataan Ruang Kabupaten Jombang</li> <li>Pemerintah Kabupaten Jombang</li> </ul>
		<ul style="list-style-type: none"> <li>Jarak pandang pengguna jalan kurang dikarenakan tingginya tebing dan jarak antara tebing dengan jalan yang terlalu dekat</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Dengan kurangnya jarak pandang dapat memicu pengereman mendadak dan dapat bertabrakan dengan pengemudi dari arah lawan</li> </ul>	5	5	25	H	Penambahan jarak antara tebing dengan badan jalan. Serta pemasangan kaca cembung pada bagian kurva luar tikungan untuk menambah jarak pandang	<ul style="list-style-type: none"> <li>Dinas Pekerjaan Umum dan Penataan Ruang Kabupaten Jombang</li> <li>Dinas Perhubungan Kabupaten Jombang</li> <li>Pemerintah Kabupaten Jombang</li> </ul>

No	Kegiatan: Peningkatan tikungan jalan mengacu PM Nomor 82 Tahun 2018 dan disempunakan oleh PM Nomor 14 Tahun 2021	Potensi Bahaya	Risiko	Peringkat risiko				Rekomendasi Pengendalian risiko	Penyelenggara & Penanggung Jawab
				LL	S	RR	Risk		
Kebutuhan Sarana Prasarana Tikungan Jalan		Identifikasi Pengendalian Resiko Tikungan Jalan Pada STA 11.800 s/d STA 12.200 Ruas Jalan Bareng – Wonosalam Pasar Kabupaten Jombang		No : 1 Tanggal : 27 Juni 2023				Lokasi kasus Ruas Jalan Bareng – Wonosalam Pasar Kabupaten Jombang	
Penilaian Resiko oleh: Prathita Muti'a Yuzaeva									
		•Tumbuhan yang tinggi	• Dengan tingginya tumbuhan pada tebing dapat memicu patah ranting atau pohon dan jatuh ke badan jalan	4	4	16	H	Perawatan pada pohon tinggi dengan memotong pohon tinggi yang terdapat pada tebing	Dinas Pekerjaan Umum dan Penataan Ruang Kabupaten Jombang  Pemerintah Kabupaten Jombang

Keterangan:

LL = Kemungkinan

S = Dampak

Dari hasil analisa manajemen resiko diatas, didapatkan bahwa tikungan membutuhkan suatu desain perencanaan dengan perhitungan kecepatan kendaraan maksimal 30 km/jam dan perhitungan jarak antara tebing dengan badan jalan yang sesuai. Serta dilengkapi dengan adanya pemasangan alat pengaman keselamatan pengguna jalan berupa patok lalu lintas dan kaca cembung

### 3.9 Perhitungan Kebutuhan Alat Pengaman Keselamatan Jalan

#### ➤ Cermin cembung

Pada tikungan tersebut hanya memerlukan 1 cermin cembung saja dikarenakan terdapat pada lokasi tikungan tanpa adanya persimpangan jalan

#### ➤ Patok Lalu Lintas

$L_t = 94,2$  m

Dikarenakan jarak pemasangan patok lalu lintas untuk kurva luar sebesar 6 m maka:

$$\begin{aligned}
 n &= \frac{L_t}{6} \\
 &= \frac{94,2}{6} \\
 &= 16 \\
 &\text{buah}
 \end{aligned}$$

Dari hasil perhitungan tersebut, untuk panjang tikungan sebesar 94,2 meter membutuhkan 1 buah cermin cembung dan 16 patok lalu lintas yang dilengkapi lampu reflektor dengan jarak pemasangan 6 meter.

#### 4. Kesimpulan

Berdasarkan dari hasil pembahasan, dapat diperoleh kesimpulan sebagai berikut; Dari hasil perhitungan berdasarkan data sekunder yang didapatkan penulis dan dilengkapi hasil observasi penulis dilapangan yang dibantu dengan software autocad, didapatkan desain tikungan dengan perhitungan jenis tikungan spiral – spiral sebagai berikut: Besarnya sudut spiral:  $\theta_s = 45^\circ$  ; lengkung spiral :  $L_s = 47,1$  m ; Pergeseran tangen terhadap spiral :  $p = 3,62$  m ; Absis dari p pada garis tangen spiral :  $k = 22,99$ m ; Panjang tangen dari titik PH(Point of Horizontal) ke Titik Ts atau ke titik St :  $T_s = 56,61$  m ; Jarak dari PH ke busur lingkaran :  $E_s = 17$  m ; Panjang lengkung total :  $L_t = 94,2$  m ; Jarak Pandang henti :  $J_h = 27$ m ; Jarak Pandang mendahului :  $J_d = 155,6$ m ; Jarak daerah bebas samping pada tikungan :  $E = 3$  m.

Hasil dari analisa manajemen resiko berdasarkan pedoman Peraturan Menteri Perhubungan Republik Indonesia Nomor PM 82 Tahun 2018 Tentang Alat Pengendali dan Pengaman Pengguna Jalan dan dilengkapi Permenhub No 14 Tahun 2021, menghasilkan :

- Kaca cembung : 1 buah di bagian lengkung kurva luar tikungan
- Patok lalu lintas : 16 buah dengan jarak pemasangan 6 m di pasang di bagian kurva bagian luar tikungan dikarenakan sebagai batas dan terdapat jurang

Berdasarkan hasil evaluasi perhitungan penulis yang telah dilakukan di ruas Bareng - Wonosalam Pasar tepatnya pada STA 11.800 s/d STA 12.200 di Desa Jarak, dengan ini penulis memberikan saran diperlukannya peninjauan secara detail dengan menggunakan alat lebih lengkap guna menambah keakuratan perhitungan pada tikungan tersebut serta kajian ulang terhadap peningkatan pemasangan alat pengaman jalan untuk memaksimalkan tingkat kenyamanan dan keamanan bagi para pengguna jalan dikarenakan wilayah tersebut banyak lokasi wisata yang pastinya banyak para pendatang

#### 5. Ucapan Terima Kasih

Penulis menyampaikan terima kasih pada beberapa pihak yang ikut mendukung proses penelitian ini hingga selesai, yaitu: Prof. Dr. Nurhasan, M.Kes selaku rektor Universitas Negeri Surabaya ; Bapak Suprpto, S.Pd.,M.T., selaku Dekan Fakultas Vokasi ; Ibu Dr. Anita Susanti, S.Pd., M.T., selaku Ketua Program Studi D4 Transportasi Program Vokasi Universitas Negeri Surabaya yang telah memberikan dukungan beserta motivasi selama penyusunan penelitian proyek akhir ; Bapak R. Endro Wibisono, S.Pd.,M.T., selaku dosen pembimbing yang selalu memberikan waktu,dukungan beserta bimbingan selama penyusunan penelitian proyek akhir ; Bapak Dr. Ir. H. Dadang Supriyatno, M.T., IPU., ASEAN.Eng., selaku dosen penguji 1 yang selalu memberikan masukan beserta saran untuk kelengkapan proyek akhir ini ; Ibu Dr. Ari Widayanti, S.T., M.T., selaku dosen penguji 2 yang selalu memberikan masukan beserta saran untuk kelengkapan proyek akhir ini ; Seluruh Bapak/Ibu dosen di Program Studi D4 Transportasi Universitas Negeri Surabaya yang telah memebrikan ilmu keteknik sipilan kepada penulis ; Orang tua penulis dan kakak sebagai pendukung utama selama kegiatan yang penulis lakukan ; Farid Nur Zahrudin selaku saudara sepupu yang turut serta membantu dalam penelitian penulis ; Teman – teman seperjuangan D4 Transportasi 2019 yang selalu menjadi motivator penulis untuk tetap semangat dalam menyusun proyek akhir.

#### Referensi

[DPU]. Departemen Pekerjaan Umum. 1997. Tata Cara Perencanaan Geometrik Jalan Antar Kota No. 038/TBM/1997. Jakarta (ID) : *Departemen Pekerjaan Umum Direktorat Jenderal Bina Marga.*

- Ade.I. 2020. Evaluasi Geometrik Jalan Pada Lengkung Horizontal (Tikungan) Dengan Metode Bina Marga (Studi Kasus Ruas Jalan Kisaran-Air Joman-Watas Tanjungbalai Section I). *Tugas Akhir. Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.*
- Alando N. 2022. Evaluasi Geometrik Tikungan Dengan Metode Bina Marga Pada Ruas Jalan Tulongrejo Kecamatan Bumiaji Kota Batu. (Studi Kasus: St 0+000-Sta 1+000). *Laporan Skripsi. Universitas Tribhuwana Tunggaladewi Malang.*
- Bpsdm.pu.go.id. 2018. Persyaratan Teknis Perlengkapan Jalan Manajemen Rekayasa Lalu Lintas. Diakses pada 23 November 2022, dari [https://bpsdm.pu.go.id/center/pelatihan/uploads/edok/2018/01/62598\\_06.\\_Persyaratan\\_teknis\\_perlengkapan\\_jalan\\_manajemen\\_rekayasa\\_LL.pdf](https://bpsdm.pu.go.id/center/pelatihan/uploads/edok/2018/01/62598_06._Persyaratan_teknis_perlengkapan_jalan_manajemen_rekayasa_LL.pdf)
- Direktorat Jenderal Bina Marga, 1997, Manual Kapasitas Jalan Indonesia (MKJI), *Departemen Pekerjaan Umum, Jakarta*
- Hadianefil, dkk. "Evaluasi Geometrik Tikungan STA 3 + 641 Pada Ruas Jalan Simpang Beringin - Meredan dengan Metode Bina Marga." *Jurnal Teknik Sipil Vol 7, no. 2 (2021): 187-196*
- Hendarsin, Shirley L. 2000, *Perencanaan Teknik Jalan Raya, Jurusan Teknik Sipil Politeknik Negeri Bandung: Bandung.*
- Jatim.bpk.go.id. 2010. Kabupaten Jombang . Diakses pada 22 Januari 2023. Dari <https://jatim.bpk.go.id/kabupaten-jombang/>
- Kartika, dkk. " Perencanaan Fasilitas Perlengkapan Jalan Terhadap Geometrik Jalan (Studi Kasus : Desa Jake Kabupaten Kuantan Sengingi)." *Jurnal FTEKNIK Vol 5, no. 2 (2018): 1-11*
- Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat, 2017, Modul Dasar -Dasar Perencanaan Geometrik Ruas Jalan, *Departemen Pekerjaan Umum, Jakarta*
- Mayuni dkk. (2017). Evaluasi Keselamatan Infrastruktur Jalan (Studi Kasus Jalan Trans Kalimantan). *Prosiding Konferensi Nasional Teknik Sipil dan Perencanaan. Pekanbaru, 9 Februari 2017. Hal. 187-195*
- Pane, dkk. " Studi Kebutuhan Fasilitas Keselamatan Jalan Dikawasan Kota Kisaran Kabupaten Asahan" *Jurnal Buletin Utama Teknik Vol 16, no. 3 (2021): 224 - 234*
- Peraturan Pemerintah Republik Indonesia, 1993, PP No.43 Tahun 1993 Tentang Prasarana dan Lalu lintas Jalan,
- Peraturan Pemerintah Republik Indonesia, 2004, PP No. 38 Tahun 2004 Tentang Jalan, Jakarta
- Peraturan Pemerintah Republik Indonesia, 2006, PP No. 34 Tahun 2006 Tentang Jalan, Jakarta
- Peraturan Pemerintah Republik Indonesia, 2017, PP No. 37 Tahun 2017 Keselamatan Lalu Lintas dan Angkutan Jalan, Jakarta
- Rochmanto, dkk. " Evaluasi Geometrik Jalan Ditinjau Dari Aspek Alinyemen Horisontal Terhadap Pelebaran Tikungan Jalan Bangsri - Kelet" *Jurnal Untidar Vol 03, no. 2 (2019): 29-35*
- Singgih dkk. " Analisis Geometrik Tikungan Pada Jalan Ya'm Sabran Tangjung Hulu Kecamatan Pontianak Timur." *Jurnal PWK,Laut, Sipil, Tambang 06, no. 2 (2019): 1*
- Sukirman, Silvia. 1994. *Dasar-Dasar Perencanaan Geometrik Jalan. Bandung: Nova*
- Syifaurrehman, dkk. " Evaluasi Geometri dan Perlengkapan Jalan Lingkar Leuwiliang Bogor." *Jurnal Teknik Sipil dan Lingkungan Vol 4, no. 2 (2019): 149-168*