



# Analisis Tikungan Rawan Kecelakaan Jalan Jatinegara-Slawi

Suprpto Hadi<sup>1\*</sup>, Jati Nugroho<sup>2</sup>, Bramantyo Adji Waskito<sup>3</sup>, Novia Maharani<sup>4</sup>, Arsy Maretta Ella S<sup>5</sup>

*<sup>1,2,3,4,5</sup> Program Studi Rekayasa Sistem Transportasi Jalan, Politeknik Keselamatan Transportasi Jalan, Indonesia*

*\*Email : hadi@pktj.ac.id*

**Abstract:** Traffic accidents on intercity roads are frequently associated with inadequate geometric design, particularly at horizontal curves with limited visibility. The Jatinegara–Slawi road segment represents one of such locations, where several accidents have been reported, indicating the need for a comprehensive geometric evaluation. This study aims to assess the geometric conformity of a horizontal curve along this road segment to improve traffic safety. Field surveys and terrestrial geometric measurements were conducted and supported by digital mapping using AutoCAD. The analysis of horizontal alignment was performed in accordance with the Indonesian Bina Marga Road Geometric Design Guidelines, focusing on curve radius, superelevation, stopping sight distance (SSD), overtaking sight distance (OSD), and lateral clearance requirements. The results reveal that the existing curve does not meet the criteria for a Full-Circle curve due to excessive superelevation; therefore, a Spiral–Spiral curve configuration is recommended. The proposed design produces a curve radius of 30 m, a spiral length of 47 m, a spiral angle of 45°, and a total curve length of 94 m. The calculated SSD is 27 m, while the OSD reaches 155.6 m, with a minimum lateral clearance of 3 m. To enhance visibility and reduce accident risk, the installation of one convex mirror and 16 reflective guideposts is recommended. This study confirms the importance of geometric design evaluation and adjustment at accident-prone curves to improve safety and operational performance on intercity roads.

**Keywords:** Horizontal alignment, Curve radius, Sight distance, Road Safety, Geometric Evaluation

## 1. PENDAHULUAN

Jalan antar kota memiliki peranan penting dalam mendukung mobilitas masyarakat dan distribusi barang antarwilayah. Dalam mendukung fungsi tersebut, kondisi geometrik jalan harus dirancang sesuai standar teknis agar mampu menjamin keselamatan, kenyamanan, dan kelancaran lalu lintas. Salah satu elemen geometrik yang sangat memengaruhi keselamatan pengguna jalan adalah tikungan horizontal, terutama pada ruas jalan dengan kondisi topografi yang kompleks dan keterbatasan jarak pandang. Ketidaksesuaian parameter geometrik seperti jari-jari tikungan, superelevasi, dan daerah bebas samping dapat meningkatkan risiko kecelakaan lalu lintas, khususnya

pada jalan antar kota dengan kecepatan operasional tinggi (Direktorat Jenderal Bina Marga, 2021; Wesli et al., 2022).

Beberapa penelitian sebelumnya telah membahas evaluasi geometrik jalan dan hubungannya terhadap tingkat keselamatan lalu lintas. Penelitian oleh Putri et al. (2021) menitikberatkan pada perencanaan geometrik jalan menggunakan perangkat lunak AutoCAD Civil 3D, sedangkan Meisty et al. (2023) menganalisis pengaruh kondisi geometrik terhadap tingkat kecelakaan lalu lintas pada ruas jalan tertentu. Selain itu, Muti'a Yuzaeva dan Wibisono (2024) melakukan desain geometrik tikungan berdasarkan metode Bina Marga serta kebutuhan perlengkapan keselamatan jalan. Penelitian lain juga lebih banyak berfokus pada evaluasi jari-jari tikungan, kerusakan jalan, atau tingkat pelayanan jalan secara umum (Wesli et al., 2022; Sholihin et al., 2024).

Meskipun demikian, sebagian besar penelitian terdahulu masih terbatas pada analisis geometrik secara umum dan belum secara komprehensif mengintegrasikan evaluasi alinyemen horizontal, jarak pandang henti (JPH), jarak pandang mendahului (JPM), kebutuhan daerah bebas samping, serta rekomendasi fasilitas keselamatan jalan pada lokasi tikungan rawan kecelakaan. Selain itu, kajian pada ruas jalan antar kota dengan karakteristik tikungan tajam dan tingkat risiko kecelakaan tinggi masih relatif terbatas, khususnya pada ruas Jalan Jatinegara–Slawi di Kabupaten Tegal. Padahal, kondisi geometrik eksisting pada ruas tersebut diduga belum sepenuhnya memenuhi ketentuan teknis yang dipersyaratkan dalam Pedoman Desain Geometrik Jalan Bina Marga.

Berdasarkan kondisi tersebut, terdapat research gap berupa belum adanya kajian yang secara terpadu mengevaluasi kesesuaian geometrik tikungan rawan kecelakaan dengan mengombinasikan analisis alinyemen horizontal, parameter jarak pandang, daerah bebas samping, serta kebutuhan perlengkapan keselamatan jalan berdasarkan kondisi lapangan aktual. Kebaruan penelitian ini terletak pada evaluasi geometrik tikungan rawan kecelakaan yang dilakukan secara terpadu melalui analisis alinyemen horizontal, jarak pandang, daerah bebas samping, dan perlengkapan keselamatan jalan berdasarkan kondisi lapangan aktual serta standar Bina Marga. Penelitian ini juga memberikan rekomendasi teknis aplikatif berupa perubahan tipe tikungan dan pemasangan fasilitas keselamatan jalan untuk meningkatkan keselamatan lalu lintas pada ruas jalan antar kota.

Oleh karena itu, penelitian ini dilakukan untuk mengevaluasi kondisi geometrik tikungan pada ruas Jalan Jatinegara–Slawi menggunakan pendekatan teknis berdasarkan standar Bina Marga guna menentukan bentuk tikungan yang sesuai dan merumuskan rekomendasi peningkatan keselamatan lalu lintas yang aplikatif. Hasil penelitian diharapkan dapat menjadi dasar teknis dalam upaya peningkatan keselamatan dan kinerja operasional jalan antar kota, khususnya pada lokasi yang teridentifikasi sebagai daerah rawan kecelakaan.

## 2. METODOLOGI PENELITIAN

### 2.1. Metode Pengumpulan Data

Observasi lapangan dilakukan melalui pengamatan langsung dan pencatatan sistematis untuk mengidentifikasi permasalahan di lokasi studi (Utomo *et al.*, 2024), yang didukung oleh dokumentasi visual seperti foto tikungan jalan. Instrumen yang digunakan meliputi pengukuran lebar jalan, bahu jalan, ruang bebas samping, dan tinggi tebing pada area tanpa hambatan. Data yang digunakan dalam penelitian ini mencakup dua jenis yakni :

#### a. Data Primer

Pada pengambilan secara data lapangan melalui survei lapangan dan mencakup informasi penting seperti kecepatan rata-rata kendaraan, karakteristik geometrik jalan, serta kelengkapan fasilitas penunjang di sepanjang jalur yang diamati (Suawah, 2021).

#### b. Data Sekunder

Pada pengambilan secara data lapangan melalui praktik lapangan dan kegiatan survei *traffic counting* (TC) (Nurochim, 2023), yang dilakukan selama tiga sesi waktu yakni pagi, siang, dan sore dengan tujuan untuk mengumpulkan informasi mengenai rata-rata kecepatan kendaraan berdasarkan hasil pengamatan yang terukur secara sistematis.

### 2.2. Data Geometrik Jalan

Data geometrik yang diamati meliputi jari-jari tikungan, derajat kelengkungan, lebar perkerasan, kemiringan, dan panjang ruas jalan (Meisty *et al.*, 2023), dengan pengukuran menggunakan theodolit, rollmeter, rambu ukur, serta alat tulis (Putra *et al.*, 2024). Pelaksanaan dimulai dari titik awal pemasangan theodolit, dilanjutkan dengan penyetelan dan rotasi alat untuk menjaga keseimbangan, lalu dilakukan pembacaan parameter di titik tetap (BM) dan titik-titik berikutnya dengan rambu di sisi kiri, kanan, dan tengah jalan menggunakan metode poligon terbuka.

### 2.3. Analisis Jari-Jari Tikungan (R)

Analisis jari-jari tikungan (R) dalam penelitian ini dilakukan melalui dua pendekatan sumber data, yakni pemanfaatan citra digital dari Google Earth dan pengukuran langsung di lapangan (Wesli *et al.*, 2022). Dalam metode pertama, data peta dari Google Earth diproses menggunakan perangkat lunak AutoCAD dengan skala 1:100, di mana ruas jalan yang menjadi objek kajian dipetakan secara detail menggunakan fitur polyline. Untuk setiap tikungan, ditarik garis lurus yang membentuk sudut ( $\Delta$ ), sementara titik awal dan akhir tikungan digunakan untuk menghitung panjang lengkung ( $L_c$ ) melalui properti panjang polyline. Sudut  $\Delta$  diukur menggunakan tool angular dan  $L_c$  diperoleh dengan skala peta yang sesuai. Sementara itu, analisis secara terestris dilakukan berdasarkan hasil pengukuran lapangan yang diolah dalam Excel dan digambarkan ulang dengan AutoCAD (Santoso, 2024), di mana titik-titik penting

seperti bagian lurus, awal dan akhir tikungan diidentifikasi untuk menentukan panjang jari-jari tikungan dengan menarik garis tegak lurus dari titik awal tikungan yang memotong kedua garis pembentuk tikungan.

### 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

#### 3.1. Analisa Geometrik

Berdasarkan observasi lapangan, tikungan yang diamati memiliki lebar jalan 6 meter tanpa median, terdiri dari dua lajur masing-masing 3 meter. Di sisi dalam tikungan terdapat tebing setinggi 2 meter yang berjarak sekitar 1 meter dari tepi jalan, disertai dengan vegetasi lebat yang mengganggu jarak pandang pengemudi dari arah berlawanan. Tikungan tersebut juga memiliki saluran irigasi berjarak 1 meter dari tepi dalam, dengan dimensi lebar 48 cm dan kedalaman 30 cm. Di sisi luar tikungan, minimnya perangkat keselamatan jalan berpotensi menurunkan visibilitas dan keselamatan pengendara.

#### 3.2. Analisa Alinyemen Horizontal

Dalam perencanaan alinyemen horizontal, acuan yang digunakan mengacu pada ketentuan dari Bina Marga dan pedoman geometrik untuk jalan antar kota. Jenis tikungan yang digunakan dalam perencanaan ini mencakup *Full Circle*, *Spiral-Circle-Spiral*, dan *Spiral-Spiral*. Berdasarkan *Pedoman Dasar-Dasar Perencanaan Geometrik Ruas Jalan* (Kementerian PU, 2021), pemilihan bentuk tikungan dapat disesuaikan dengan standar Bina Marga, dengan mengasumsikan tipe tikungan *Spiral-Circle-Spiral* sebagaimana dijelaskan oleh (Muti'a Yuzaeva & Wibisono, 2024). Proses perhitungan elemen alinyemen horizontal, seperti panjang spiral (LS) dan area bebas hambatan samping, dilakukan menggunakan perangkat lunak AutoCAD dan disesuaikan dengan hasil observasi lapangan oleh penulis.

Jalur Jatinegara-Slawi saat ini tergolong sebagai jalan antar kota. Jalan ini memiliki lebar total 6 meter, sesuai dengan standar untuk jalan yang memiliki tingkat kepadatan lalu lintas cukup tinggi. Di sepanjang jalan, tersedia bahu jalan yang terbagi menjadi dua bagian, yaitu bahu luar selebar 1 meter dan bahu dalam selebar 0,48 meter. Keberadaan bahu jalan sangat penting, tidak hanya sebagai ruang tambahan bagi kendaraan yang melintas, tetapi juga berperan dalam meningkatkan keselamatan. Bahu jalan dapat digunakan untuk berhenti dalam keadaan darurat serta memberikan ruang bagi pejalan kaki guna meminimalisir risiko kecelakaan.

Selain itu, terdapat penghalang setinggi 2 meter yang dipasang sebagai elemen keselamatan, bertujuan untuk mencegah kecelakaan yang disebabkan oleh kendaraan yang hilang kendali. Pada jalur ini, kecepatan rencana (design speed) ditetapkan sebesar 30 km/jam dengan mempertimbangkan kondisi geometrik jalan, volume kendaraan, serta potensi risiko yang mungkin terjadi.

Dari sisi geometrik, kemiringan melintang maksimum ( $e_{max}$ ) ditentukan sebesar 10%, sedangkan kemiringan normal ( $e_{normal}$ ) adalah 2%. Parameter ini sangat penting dalam menjaga stabilitas kendaraan, khususnya saat melalui tikungan atau perubahan arah. Kemiringan yang terlalu ekstrem dapat menyebabkan kendaraan tergelincir, sedangkan kemiringan yang sesuai justru mendukung keselamatan dan kenyamanan berkendara.

Secara keseluruhan, kondisi fisik jalan pada ruas Jatinegara–Slawi dapat dikatakan layak untuk mendukung fungsi transportasi antar kota. Namun demikian, perawatan dan pengawasan rutin tetap diperlukan guna menjamin kondisi jalan tetap dalam keadaan aman dan optimal bagi seluruh pengguna.

#### A. Perhitungan Tikungan Awal (*Full-Circle*)

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

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

Berdasarkan Tata Cara Pada Dasar-dasar Desain Geometrik Jalan No. 20/SE/Db/2021 untuk jalan pegunungan dengan status jalan antar kota, menggunakan kecepatan rencana 20-30 km/jam. Untuk perhitungan  $R_{min}$  seperti rumus di bawah ini:

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

Untuk melakukan desain perencanaan maka diperlukannya  $R_c > R_{min}$

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

Perhitungan superelevasi desain, lengkung peralihan dan mengecek nilai  $p$  guna untuk memastikan jenis tikungan yang akan direncanakan.

$$\begin{aligned} D_{max} &= \frac{181.913,53 (e_{maks} + f_{maks})}{VR^2} = \frac{181.913,53 (0,1 + 0,1725)}{VR^2} \\ &= 55,08^\circ \\ D_d &= \frac{1431,39}{R_c} = \frac{1431,39}{30} \\ &= 47,75^\circ \\ e_d &= \frac{-e_{maks} \times D_d^2}{D_{max}^2} + \frac{2 \times e_{maks} + D_d}{D_{max}} = \frac{-0,1 \times 47,75^2}{55,08^2} + \frac{2 \times 0,1 + 47,75}{55,08} \\ &= 0,1 = 10\% \end{aligned}$$

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*.

B. Perhitungan Lengkung Peralihan

Berdasarkan waktu tempuh maksimum di lengkung peralihan

$$L_s = \frac{Vr \cdot T}{3,6} = \frac{30 \times 3}{3,6}$$

$$= 25 \text{ m}$$

Rumus perhitungan gaya sentrifugal:

$$L_s = \frac{0,022 Vr^3}{Rc \cdot C} - \frac{2,727.Vr.e}{C} = \frac{0,022 \times 30^3}{30 \times 0,4} - \frac{2,727 \times 30 \times 0,1}{0,4}$$

$$= 29 \text{ m}$$

Rumus perhitungan perubahan kelandaian:

$$L_s = \frac{(e_{maks} - e)}{n} Vr$$

$$= \frac{(0,1 - 0,02)30}{3,6 \times 0,035}$$

$$= 19\text{m}$$

Rumus hasil  $L_s$  tersebut, maka yang dipakai ialah nilai  $L_s$  terbesar yaitu 29 m dan  $Rc = 30$  meter dan  $e = 10\%$

Penghitungan nilai P:

$$p = \frac{L_s^2}{24 \times Rc}$$

$$= \frac{29^2}{24 \times 30}$$

$$= 1,16\text{m}$$

C. Perhitungan Tikungan Jenis *Spiral-Circle-Spiral*

Besarnya sudut spiral pada titik SC:

$$\theta_s = \frac{90 L_s}{\pi Rc}$$

$$\theta_s = \frac{90 \times 29 \text{ m}}{3,14 \times 30}$$

$$\theta_s = 28^\circ$$

Pusat bentuk lingkaran bersudut =  $\theta_c$ , dan sudut spiral =  $\theta_s$ . Jika besarnya sudut perpotongan kedua tangen adalah  $\square$ , maka :

$$\theta_s = \beta - 2\theta_s$$

$$\theta_s = 90 - 2(28)$$

$$\theta_s = 34^\circ$$

Lalu untuk panjang busur lingkaran dapat dihitung dengan rumus:

$$L_c = \frac{\theta}{180} \pi R_c$$

$$L_c = \frac{34}{180} 3.14 \times 30$$

$$L_c = 18 \text{ m}$$

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.

#### D. Menghitung Tikungan Jenis *Spiral-Spiral*

Lengkung horizontal bentuk spiral - spiral adalah lengkung tanpa busur lingkaran, sehingga titik SC berimpit dengan titik CS (Putri *et al.*, 2021), sehingga panjang busur lingkaran nilainya 0. Maka pada perhitungan jenis tersebut berlaku :

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

Besar sudut spiral:

$$\theta_s = \frac{1}{2} \square$$

$$\theta_s = \frac{1}{2} \times 90^\circ$$

$$\theta_s = 45^\circ$$

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

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

$$= \frac{45 \times 3,14 \times 30}{90}$$

$$= 47 \text{ m}$$

Setelah bagian tersebut terdapat pergeseran tangen terhadap spiral, dapat disimbolkan dengan p dan rumus sebagai berikut :

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

$$= \frac{47,1^2}{6 \times 30} - 30 (1 - \cos(45))$$

$$= 3,62 \text{ m}$$

Setelah p dihitung, maka selanjutnya dapat mencari nilai k. dimana nilai k tersebut sebagai jarak horizontal titik dari P garis *tan* spiral. K dapat dicari menggunakan rumus sebagai berikut:

$$K = L_s - \frac{L_s^2}{40 R_c^2} - R_c \sin \theta_s$$

$$= 47,1 - \frac{47,1^2}{40 \times 30^2} - 30 \sin 45$$

$$= 23 \text{ meter}$$

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

$$T_s = (R_c + p) \tan \frac{1}{2} \square + k$$

$$\begin{aligned}
 &= (30 + 3,62)\tan \frac{1}{2} 90 + 23 \\
 &= 57 \text{ meter}
 \end{aligned}$$

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

$$\begin{aligned}
 Es &= (Rc + p)\sec \frac{1}{2} \square - Rc \\
 &= (30 + 3,62)\sec \frac{1}{2} 90 - 30 \\
 &= (33,62) \sec 45 - 30 \\
 &= 17 \text{ meter}
 \end{aligned}$$

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

$$\begin{aligned}
 L_{total} &= 2 Ls \\
 &= 2 \times 47 \\
 &= 94 \text{ meter}
 \end{aligned}$$

Menjadi jenis tikungan *Spiral-Spiral* adalah  $Ts > Ls$ . Jika diperoleh  $Ts > Ls$ , maka dapat digunakan tikungan jenis *Spiral-Spiral*. Dikarenakan dalam hasil perhitungan menghasilkan  $Ts = 56,61$  m dan  $Ls = 47$  m yang menandakan bahwa  $Ts > Ls$ ,maka tikungan tersebut dapat berlaku jenis spiral-spiral.

### 3.3. Jarak Pandang Henti

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

#### A. Jarak Pandang Henti (JPH)

$$\begin{aligned}
 JPH &= 0,278 \times V_R \times T + \frac{V_R^2}{254 \times fp} \\
 &= 0,278 \times 30 \times 2,5 + \frac{30^2}{254 \times 0,55} \\
 &= 27 \text{ meter}
 \end{aligned}$$

#### B. Jarak Pandang Mendahului (JPM)

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

$$\begin{aligned}
 d_2 &= 0,278 \times V_R \times t_2 = 0,278 \times 30 \times 8 \\
 &= 66,7 \text{ meter} \\
 d_3 &= 30 \text{ meter} \\
 d_4 &= \frac{2}{3} d_2 = \frac{2}{3} \times 66,7 \\
 &= 44,5 \text{ meter} \\
 \text{JPM} &= d_1 + d_2 + d_3 + d_4 \\
 &= 14,4 + 66,7 + 30 + 44,5 \\
 &= 155,6 \text{ meter}
 \end{aligned}$$

Berdasarkan hasil perhitungan, diperlukan jarak pandang minimal sebesar 27 meter agar pengemudi dapat menghentikan kendaraan secara aman, serta jarak sekitar 155,6 meter guna mendukung manuver mendahului secara efisien dan tanpa risiko untuk menjamin kedua kondisi tersebut, perlu disediakan ruang bebas di sisi jalan yang memadai agar visibilitas tidak terhalang oleh objek di sekitar.

### 3.4. Daerah Bebas Samping

Diketahui Pernyataan

$$\begin{aligned}
 R_c &: 30 \text{ meter} \\
 \text{Lebar Jalan (W)} &: 6 \text{ meter} \\
 L_{\text{total}} (L_t) &: 94 \text{ meter} \\
 J_h &: 27 \text{ meter} \\
 R' &: R_c - \frac{1}{2} W \\
 &: 30 - \frac{1}{2} (6) \\
 &: 27 \text{ meter}
 \end{aligned}$$

Dapat diketahui bahwasanya  $J_h < L_t$ . Maka menggunakan rumus berikut sebagai perhitungan untuk daerah bebas samping:

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

Dari hasil analisis tersebut, disimpulkan bahwa tikungan memerlukan perencanaan geometrik yang mempertimbangkan batas kecepatan kendaraan hingga 30 km/jam, serta pengaturan jarak yang tepat antara tebing dan badan jalan guna menjamin keamanan; untuk memperkuat aspek keselamatan, perencanaan tersebut juga dilengkapi dengan pemasangan sarana pelindung seperti patok lalu lintas dan kaca cembung sebagai alat bantu visual bagi pengguna jalan.

### 3.5. Perhitungan Kebutuhan Alat Pengaman Keselamatan Jalan

#### A. Cermin Cembung

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

#### B. Patok Lalu Lintas

$$L_t = 94 \text{ m}$$

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

$$n = \frac{Lt}{6} = \frac{94,2}{6} = 16 \text{ buah}$$

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.

### 3.6 Hasil Analisis

Berdasarkan hasil survei lapangan dan analisis geometrik, diketahui bahwa kondisi tikungan pada ruas Jalan Jatinegara–Slawi memiliki karakteristik geometrik yang berpotensi menurunkan tingkat keselamatan lalu lintas. Hasil evaluasi menunjukkan bahwa tikungan eksisting tidak memenuhi kriteria tikungan tipe *Full-Circle* berdasarkan Pedoman Desain Geometrik Jalan Bina Marga karena nilai superelevasi yang dibutuhkan melebihi batas maksimum yang diizinkan. Kondisi tersebut mengindikasikan bahwa kendaraan yang melintas pada kecepatan operasional tertentu memiliki risiko lebih tinggi mengalami gaya sentrifugal berlebih, sehingga berpotensi menyebabkan kendaraan kehilangan kestabilan saat memasuki tikungan, terutama pada kondisi permukaan jalan basah atau ketika kendaraan melaju dengan kecepatan tinggi.

Untuk mengatasi permasalahan tersebut, dilakukan perencanaan ulang menggunakan tipe tikungan *Spiral–Spiral* yang dinilai lebih sesuai terhadap kondisi geometrik dan karakteristik medan pada lokasi penelitian. Penggunaan tikungan tipe *Spiral–Spiral* memberikan transisi perubahan arah kendaraan yang lebih bertahap dibandingkan tikungan *Full-Circle*, sehingga pengemudi dapat menyesuaikan arah kemudi dan kecepatan kendaraan secara lebih aman dan nyaman. Hasil perencanaan menghasilkan jari-jari tikungan sebesar 30 m, panjang spiral 47 m, sudut spiral 45°, dan panjang tikungan total 94 m. Parameter tersebut menunjukkan bahwa desain geometrik yang diusulkan telah mempertimbangkan keseimbangan antara kondisi medan, kenyamanan berkendara, dan aspek keselamatan lalu lintas.

Hasil analisis jarak pandang menunjukkan bahwa nilai jarak pandang henti (JPH) sebesar 27 m dan jarak pandang mendahului (JPM) sebesar 155,6 m masih memerlukan perhatian khusus, terutama terkait keterbatasan visibilitas pengemudi pada area tikungan. Keterbatasan jarak pandang dapat mengurangi waktu reaksi pengemudi dalam mengantisipasi kendaraan dari arah berlawanan maupun hambatan di depan kendaraan. Kondisi ini menjadi salah satu faktor yang berkontribusi terhadap tingginya potensi kecelakaan pada lokasi penelitian. Oleh karena itu, kebutuhan daerah bebas samping minimum sejauh 3 m menjadi penting untuk memastikan ruang pandang pengemudi tetap terbuka dan tidak terhalang oleh vegetasi, lereng, maupun bangunan di sekitar tikungan.

Temuan penelitian ini sejalan dengan penelitian Wesli et al. (2022) yang menyatakan bahwa ketidaksesuaian jari-jari tikungan dan keterbatasan jarak pandang memiliki hubungan erat terhadap peningkatan risiko kecelakaan lalu lintas pada jalan antar

kota. Selain itu, Meisty *et al.* (2023) juga menjelaskan bahwa kondisi geometrik jalan yang tidak memenuhi standar dapat memengaruhi kenyamanan dan keselamatan pengemudi secara signifikan. Penelitian ini memperkuat hasil penelitian sebelumnya dengan menunjukkan bahwa evaluasi geometrik tidak hanya perlu dilakukan pada aspek alinyemen horizontal, tetapi juga harus mempertimbangkan integrasi antara parameter jarak pandang dan perlengkapan keselamatan jalan.

Sebagai bentuk mitigasi risiko kecelakaan, penelitian ini merekomendasikan pemasangan satu unit cermin cembung dan 16 patok lalu lintas reflektif pada area tikungan. Pemasangan cermin cembung bertujuan meningkatkan visibilitas pengemudi terhadap kendaraan dari arah berlawanan, sedangkan patok reflektif berfungsi memberikan panduan visual terutama pada malam hari atau saat kondisi cuaca buruk. Rekomendasi tersebut dinilai penting karena kondisi geometrik eksisting menunjukkan keterbatasan visibilitas yang dapat memengaruhi kemampuan pengemudi dalam mengambil keputusan secara cepat dan tepat.

#### 4. KESIMPULAN

Hasil penelitian menunjukkan bahwa evaluasi geometrik jalan pada lokasi rawan kecelakaan perlu dilakukan secara komprehensif dengan mempertimbangkan hubungan antara desain geometrik, kondisi lapangan, dan perilaku operasional kendaraan. Penyesuaian tipe tikungan serta penambahan fasilitas keselamatan jalan yang direkomendasikan dalam penelitian ini diharapkan mampu meningkatkan keselamatan pengguna jalan dan mengurangi potensi kecelakaan pada ruas Jalan Jatinegara–Slawi.

#### REFERENSI

Apriliyaningsih, S., Saepudin, E. A., Putri, R. A., Karmelia, A., & Sandi, M. R. (2025). Kebijakan pembangunan infrastruktur jalan tol: Evaluasi dampak terhadap konektivitas dan pertumbuhan ekonomi regional. *Ekopedia: Jurnal Ilmiah Ekonomi*, 1(2), 44–53.

Direktorat Jenderal Bina Marga. (2021). *Pedoman desain geometrik jalan* (SE No. 20/SE/Db/2021). Kementerian PUPR.

Fatimah, G. T. N., & Pamadi, M. (2024). Evaluation of the impact of road pavement damage on traffic safety (Case study: Jl. Tonjong–Cicenang, Majalengka). *Civil Engineering and Architecture Journal*, 2(4), 3026–3622. <https://doi.org/10.37253/leader.v2i4.10201>

Hadi, S., Fatah, M. I., Hutasoit, R. B., Fahmi, S. A., & Rivaldy, M. R. (2024). Analisa derajat kejenuhan, perlengkapan jalan, dan nilai kerataan pada Jalan Raya Kepandean. *Jurnal Ilmiah Universitas Batanghari Jambi*, 24(3), 2506. <https://doi.org/10.33087/jiubj.v24i3.5550>

Hadi, S., Wahyudi, S. I., Wibowo, K., Oktopianto, Y., Fahmadi, A. E., & Anggraeni, I. W. (2025). Analisis lokasi rawan kecelakaan pada jalan dengan medan datar dan bukit. *Jurnal Keselamatan Transportasi Jalan*, 12(1), 36–46. <https://doi.org/10.46447/ktj.v12i1.686>

Meisty, N. N. A., Purwono, A. S., & Wiyanti, D. (2023). Analisis geometrik jalan terhadap tingkat kecelakaan lalu lintas (Studi kasus Jalan Raya Susukan). *Teodolita*, 24(2).

Muti'a Yuzaeva, P., & Wibisono, R. E. (2024). Desain perencanaan geometrik tikungan dengan metode Bina Marga dan kebutuhan alat pengaman jalan. *Jurnal Media Publikasi Terapan Transportasi*, 1(1), 49–63. <https://doi.org/10.26740/mitrans.v1n1.p49-63>

Nurochim, A. (2023). Analisis tingkat pelayanan prasarana sepeda pada koridor jalan perkotaan. *Jurnal Teknik Indonesia*, 2(4), 159–178. <https://doi.org/10.58860/jti.v2i4.256>

Putra, A. W. S., Kristanto, L., Nugroho, A., Asnah, N., & Arifianto. (2024). Analisis perbandingan pengukuran jarak menggunakan theodolite dan waterpass pada medan miring. *Jurnal Teknik Sipil Pertahanan*, 11(1), 30–35. <https://doi.org/10.63824/jptsp.v11i1.155>

Putri, E. E., Nanda, M. L. S., & Aminsyah, M. (2021). Perencanaan geometrik jalan menggunakan AutoCAD Civil 3D (Studi kasus Jalan Duku–Sicincin). *Jurnal Rekayasa Sipil (JRS-Unand)*, 17(2), 140–152. <https://doi.org/10.25077/jrs.17.2.140-152.2021>

Santoso, A. B. (2024). Analisis pengukuran volume timbunan menggunakan metode fotogrametri dan terestris. *Journal of Innovation Research and Knowledge*, 4(2).

Sholihin, C., Kausarian, H., & Elizar. (2024). Kajian kerusakan jalan menggunakan metode IRI berdasarkan kecepatan kendaraan. *Jurnal Ilmu & Rekayasa Sipil*, 1(1).

Sabilillah, M., Shadrina, N., & Ginting, J. (2025). Peran infrastruktur dalam meningkatkan pertumbuhan ekonomi di daerah tertinggal. *JIMBE*, 3(1).

Tarru, R. O., Alik, A., Basri, H., & Miri, G. (2022). Tinjauan desain tikungan ruas Bua–Batas Toraja Utara. *Journal Dynamic SainT*, 7(1). <https://doi.org/10.47178/dynamicsaint.v5xx.xxxx>

Wesli, W., Akbar, S. J., & Lubis, A. (2022). Evaluasi jari-jari tikungan jalan (Studi kasus Simpang Dama). *Teras Jurnal: Jurnal Teknik Sipil*, 12(2), 449–460. <https://doi.org/10.29103/tj.v12i2.805>