

EVALUASI GEOMETRIK JALAN PADA TIKUNGAN RAWAN KECELAKAAN LALU LINTAS

(Studi Kasus: Jalan. Simpang Kuala Pembuang, Desa Sungai Bakau, Kabupaten Seruyan)

M. Deri Rahmadan¹⁾ Budi Tjahjono, ST., MT²⁾ Donny
Dwy Judianto Leihitu, S.T., MT³⁾

1) Mahasiswa Teknologi Rekayasa Kontruksi Jalan dan Jembatan, Politeknik Seruyan, Indonesia

2) Dosen Teknologi Rekayasa Kontruksi Jalan dan Jembatan, Politeknik Seruyan, Indonesia Email : budi@poltes.ac.id

3) Dosen Teknologi Rekayasa Kontruksi Jalan dan Jembatan, Politeknik Seruyan, Indonesia

Email: donnydwyjudiantoleihitu@gmail.com

Abstract

Kabupaten Seruyan merupakan salah satu kabupaten yang ada di Provinsi Kalimantan Tengah. Jalan Simpang Kuala Pembuang, yang dikenal sebagai salah satu titik rawan kecelakaan lalu lintas di wilayah tersebut. Berdasarkan Informasi dari pengguna jalan dan masyarakat mendukung bahwa tikungan tersebut sering menimbulkan kecelakaan lalu lintas. Simpang Kuala Pembuang merupakan jalan raya yang menghubungkan jalan Kota Kuala Pembuang menuju Kotawaringin Timur arah Desa Sungai Bakau. Tujuan penelitian ini adalah melakukan evaluasi geometrik tikungan tersebut sehingga pengguna jalan dapat melintas dengan nyaman. Metode yang dilakukan ialah melakukan survei lokasi, pengumpulan data dan pengolahan data sehingga mendapatkan analisis yang relevan. Hasil penelitian yang telah didapat yaitu jenis tikungan Full Circle (FC), dengan kecepatan kendaraan ialah (VR) = 61 km/jam dan superelevasi 2,34 %. Berdasarkan standar Bina Marga tentang Pedoman Desain Geometrik Jalan tahun 2021 dengan jenis jalan alteri dan medan datar $V = 61$ km/jam dibawah dari rentang standar yang berlaku yaitu 70-120 km/jam dengan superelevasi 2,34% dibawah maksimum yaitu 10% maka kecepatan kendaraan dan superelevasi sesuai standar Bina Marga tahun 2021 yaitu Pedoman Desain Geometrik Jalan Antar Kota. Maka dapat disimpulkan bahwa geometrik jalan bukan faktor penyebab rawan kecelakaan lalu lintas pada Jalan Simpang Kuala Pembuang.

Kata Kunci : Geometrik Jalan, Tikungan, Metode Bina Marga 2021.

I. PENDAHULUAN

kecelakaan merupakan Peristiwa yang tidak terduga dan tidak diinginkan yang seringkali berdampak buruk pada setiap orang yang terlibat. Kamus Besar Bahasa Indonesia menyebutkan, "kecelakaan" didefinisikan sebagai peristiwa yang menyebabkan orang celaka, dan istilah ini menggambarkan berbagai tantangan, kecelakaan, dan kesulitan (Undang-Undang Lalu Lintas dan Angkutan Jalan). Diantara permasalahan utama yang sering terjadi pada sistem transportasi jalan di Indonesia adalah kecelakaan lalu lintas. Kecelakaan selalu menyebabkan korban, baik korban jiwa maupun luka-luka.

Ditambah lagi, penelitian oleh (M.Azmin Maulana, Komala Erwan, dan Eti Sulandari, 2016) menjelaskan bahwa dengan memastikan jalan memenuhi standar kualitas dan kenyamanan sesuai dengan klasifikasi yang ditetapkan oleh Direktorat Jenderal Bina Marga, perlu dilakukan evaluasi terhadap aspek geometriknnya. Evaluasi ini penting sebagai dasar perencanaan untuk menentukan kecepatan yang aman dan sesuai. Daerah Kabupaten Seruyan, salah satu kabupaten di Provinsi Kalimantan Tengah, kondisi jalan menunjukkan tingkat kerawanan kecelakaan lalu lintas yang tinggi, terutama pada tikungan tajam. Kecelakaan tersebut berdampak pada kerugian bagi pengguna jalan.

Penelitian ini akan berfokus pada studi kasus ruas Jalan Simpang Kuala Pembuang, lintas Kuala Pembuang - Sampit yang dianggap sebagai salah satu lokasi dengan risiko tinggi kecelakaan lalu lintas di wilayah tersebut. Tikungan di jalan ini ditandai dengan peringatan rawan kecelakaan lalu lintas, yang menandakan tingkat risiko yang tinggi. Informasi dari pengguna jalan dan masyarakat mendukung bahwa tikungan tersebut sering menimbulkan kecelakaan di jalan raya, yang menambah urgensi dari hasil analisis yang komprehensif dalam kondisi geometrik jalan ini.

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengevaluasi geometri jalan pada tikungan dengan menggunakan standar geometrik jalan sesuai Pedoman Desain Geometrik Jalan Bina Marga tahun 2021, sebagaimana telah diuraikan dalam rumusan masalah sebelumnya.

II. LANDASAN TEORI

Kecelakaan Lalu Lintas

Ruang lingkup kecelakaan lalu lintas mencakup berbagai aspek yang mendasari terjadinya kecelakaan tersebut. Menurut undang-undang lalu lintas dan angkutan jalan, Kecelakaan merupakan rangkaian kejadian di mana, sebelum kecelakaan terjadi, pemakai jalan gagal dalam mengantisipasi situasi di sekelilingnya serta kondisi dirinya sendiri. Kecelakaan ini mengakibatkan korban dan kerugian material (Haryono, 2013). Rentang ini mencakup faktor lingkungan, perilaku pengguna di jalan, dan aspek fisik jalan yang dapat memengaruhi kemungkinan terjadinya kecelakaan. Dalam keadaan ini, jalan yang dibangun dengan buruk termasuk tikungannya dapat meningkatkan kemungkinan terjadinya kecelakaan.

Pengertian Jalan

Jalan didefinisikan sebagai prasarana transportasi yang meliputi semua ruas jalan, tidak termasuk jalan rel, jalan truk, dan jalan kabel, serta bangunan dan perlengkapan terkait untuk lalu lintas yang berada di atas tanah, di bawah tanah, di udara, atau di permukaan udara. Jalan memegang peranan penting dalam pencapaian tujuan pembangunan nasional, terutama dalam mendorong pemerataan hasil pembangunan, pemerataan pembangunan daerah, serta mendukung ketahanan dan pertahanan negara.

Jalan raya adalah rute darat yang dibangun untuk memperlancar pergerakan manusia, hewan, dan kendaraan yang mengangkut barang dari satu lokasi ke lokasi lain. Jalan raya bervariasi dalam bentuk, ukuran, dan metode konstruksi. Tujuan utama perencanaan geometrik adalah menciptakan infrastruktur yang menjamin keselamatan, arus lalu lintas yang efisien, dan rasio biaya-manfaat yang optimal sekaligus memberikan rasa aman dan nyaman bagi pengguna jalan. Perencanaan jalan raya yang efektif melibatkan pemilihan desain jalan geometris yang memungkinkan jalan tersebut memberikan layanan lalu lintas yang optimal sesuai dengan fungsinya (Oglesby C.H., dan iHicks R.G., 1990).

Geometrik Jalan

Geometri jalan meliputi penampang melintang jalan, profil memanjang, dan fitur fisik lainnya. Standar desain adalah pedoman yang memberikan batasan dan metode perhitungan untuk memastikan bahwa infrastruktur jalan memenuhi spesifikasi yang disyaratkan.

Di Indonesia, perencanaan geometrik ruas jalan biasanya berpedoman pada peraturan resmi dari Direktorat Jenderal Bina Marga. Acuan utama yang digunakan adalah "Pedoman Desain Geometrik Jalan" yang diterbitkan oleh Direktorat Jenderal Bina Marga berdasarkan publikasi resmi No.20/BM/Db/2021.

Alinyemen Horizontal

Garis jalan yang menunjukkan proyeksi peta sumbu tegak lurus jalan disebut alinyemen horizontal. Sering dikenal sebagai rencana jalan yang menunjukkan rute jalan atau penggambaran kondisi jalan saat ini. Tikungan dibuat dengan menghubungkan segmen garis lurus dengan kurva untuk membentuk alinyemen. Prosedur perhitungan perencanaan untuk perencanaan alinyemen horizontal perlu mempertimbangkan sejumlah elemen penting, termasuk yang berikut ini. (Nain Dhaniarti Raharjo, 2022).

Nama lain untuk alinyemen horizontal adalah "kondisi jalan" atau "jejak jalan." Dalam alinyemen horizontal, lengkung transisi, lengkung lingkaran saja, atau lengkung lingkaran + lengkung transisi membentuk garis lengkung yang menghubungkan garis lurus. (Sukirman S., 1999).

Panjang Bagian Lurus

Bagian lurus dan bagian melengkung, yang terkadang dikenal sebagai tikungan, adalah dua jenis

utama bagian jalan yang membentuk alinyemen horizontal. Bagian tikungan dari alinyemen horizontal adalah yang paling penting karena mengandung gaya sentrifugal, yang mendorong kendaraan ke depan. Mobil dipaksa keluar dari jalur dalam arah radial karena gaya sentrifugal ini.

Untuk menjamin keselamatan pengguna jalan, Bina Marga menetapkan panjang maksimum ruas jalan lurus kurang dari 2,5 menit waktu tempuh, berdasarkan Kecepatan Rencana (V_R). Desain ruas jalan lurus harus memperhitungkan:

- Silau lampu depan dari kendaraan yang melaju di malam hari, yang dapat mengganggu jika jaraknya kurang dari 3.000 meter.
- Pada jarak lebih dari 2,500 meter, pengemudi mungkin kesulitan mengukur kecepatan kendaraan yang melaju tanpa petunjuk visual dari pinggir jalan, seperti yang tersedia pada tikungan.
- Silau dari matahari pagi dan sore di jalan yang berarah timur-barat dapat mengganggu penglihatan pengemudi.

Perhitungan radius minimum untuk alinyemen horizontal dalam perencanaan tikungan dipengaruhi oleh faktor e dan f, beserta kecepatan desain yang ditentukan. Hal ini menunjukkan bahwa baik koefisien gesekan melintang maksimum maupun nilai superelevasi maksimum memberlakukan persyaratan radius minimum yang harus dipatuhi. Rumus berikut dapat digunakan untuk mencari nilai jari-jari tikungan minimum:

$$R_{min} = \frac{V_R^2}{127(e_{max}+f)} \quad (2.1)$$

Keterangan:

- R_{min} = Jari-jari tikungan minimum (m)
- V_R^2 = Kecepatan kendaraan (km/jam)
- e_{max} = Super elevasi maksimum (%)
- f = Koefisien gesekan, untuk perkerasan aspal ($f= 0,14-0,24$)

Untuk $V_R < 80$ km/jam, $f_{max} = -0,00065 \times V_R + 0,192$

Untuk $V_R > 80$ km/jam, $f_{max} = -0,00125 \times V_R + 0,240$

Menurut Pedoman Survei Lalu Lintas dan Perhitungan Waktu Tempuh yang dikeluarkan oleh Bina Marga (No.001/T/BNKT/1990), disarankan untuk mengukur kecepatan minimal 5 kendaraan untuk mendapatkan akurasi. Untuk arah perjalanan yang berbeda, lembar survei lapangan harus digunakan secara terpisah. Kecepatan total semua kendaraan dapat ditentukan menggunakan kolom total. Pengukuran kecepatan kendaraan harus dilakukan dalam kondisi udara cerah dan situasi lalu lintas normal.

Lengkung Peralihan L_s

Untuk mengakomodasi peralihan dari jalan lurus (dengan radius tak terbatas) ke bagian melengkung dengan radius tetap (R), kurva transisi diperkenalkan di

antara bagian-bagian ini. Kurva ini memastikan bahwa gaya sentrifugal yang dialami oleh kendaraan berubah secara bertahap saat memasuki atau keluar dari kurva. Kurva transisi sangat penting untuk memungkinkan pengemudi menyesuaikan pergerakan kendaraan mereka dengan lancar saat beralih dari penyalarsan lurus ke lengkung, atau sebaliknya. Bentuk optimal untuk kurva transisi, yang memfasilitasi manuver kendaraan yang aman dan nyaman, merupakan bentuk spiral atau klotoid-dimana radius pada setiap titik berbanding terbalik dengan panjang kurva. Tujuan dari kurva transisi dalam penyalarsan horizontal adalah untuk:

- Memastikan bahwa gaya sentrifugal yang bekerja pada kendaraan berubah secara bertahap.
- Berfungsi sebagai lokasi tempat superelevasi jalan menyesuaikan diri untuk melawan gaya sentrifugal.
- Menandai area tempat lebar perkerasan mulai menyesuaikan diri untuk mengakomodasi radius putar kendaraan.
- Memfasilitasi kemampuan pengemudi untuk mempertahankan lajunya saat melewati tikungan.

Untuk menentukan panjang ruas jalan lurus yang tepat, rumus berikut dapat digunakan.

- Waktu tempuh maksimum di lengkung peralihan.

$$L_s = \frac{V_R}{3.6} T \quad (2.2)$$

Keterangan:

T = waktu tempuh pada lengkung peralihan, ditetapkan 3 detik.

V_R = kecepatan rencana (km/jam)

- Berdasarkan antisipasi gaya sentrifugal.

$$L_s = 0,002 \frac{V_R^3}{R_c C} - 2,727 \frac{V_R e}{C} \quad (2.3)$$

- Berdasarkan tingkat pencapaian perubahan kelandaian.

$$L_s = \frac{(e_m - e_n) V_R}{3.6 r_e} \quad (2.4)$$

Keterangan:

V_R = kecepatan rencana (km/jam)

e_m = super elevasi maksimum

e_n = super elevasi normal

r_e = tingkat pencapaian perubahan kemiringan melintang jalan (m/m/detik)

Berdasarkan short.

$$L_{s_{min}} = \frac{0,0214 V_D^3}{R_c C} \quad (2.5)$$

Keterangan:

V_D = kecepatan desain (km/jam)

C = laju maksimum perubahan akselerasi lateral (1.20 m/detik.³)

Untuk $V_R < 70$ km/jam, $r_{e-max} = 0,035$ m/m/detik

Untuk $V_R > 80$ km/jam, $r_{e-max} = 0,025$ m/m/detik

Untuk memastikan desain yang tepat, panjang kurva transisi harus melebihi panjang minimum yang diperlukan L_s min, Panjang minimum ini ditentukan

menggunakan rumus berikut:

$$L_{S_{min}} = \sqrt[2]{24 (P_{min}) R_c} \quad (2.5)$$

Dimana:

L_{smin} = Panjang minimum lengkung paralihan (m)

C = Jarak offset lateral minimum antara bagian lurus dan busur lingkaran (0,20 m)

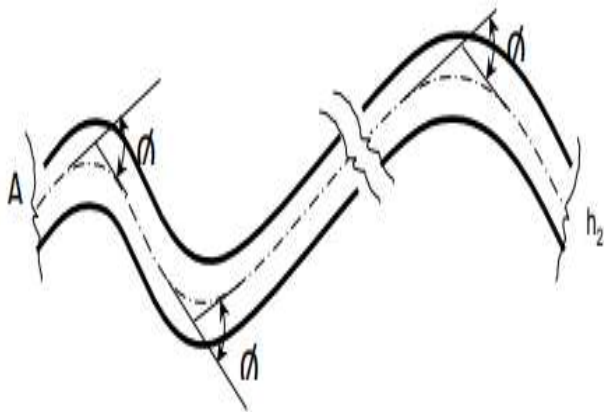
R_c = Radius busur lingkaran (m)

Jenis-jenis Tikungan

Menurut Peraturan Desain Geometri Jalan 2021, bentuk geometris untuk lengkung horizontal yang digunakan dalam perencanaan teknis meliputi:

1. Lengkung Lingkaran/Lingkaran Penuh (FC): Jenis ini melibatkan lengkung sederhana dengan radius konstan yang membentuk lingkaran penuh atau sebagian darinya.
2. Kombinasi Spiral-Lingkaran-Spiral (S-C-S): Desain ini mengintegrasikan lengkung spiral yang bertransisi menjadi lengkung melingkar, lalu kembali menjadi spiral, yang menghasilkan perubahan lengkung secara bertahap.

Perencanaan jalan raya menggunakan dua jenis utama penampang lengkung horizontal: lengkung transisi dan lengkung penuh. Metode untuk memilih bentuk lengkung-Lingkaran penuh dan Spiral-lingkaran-spiral meliputi jarak bebas sisi, panjang penampang lurus, dan nilai sudut perpotongan horizontal (θ). Berikut ini diilustrasikan bentuk jenis lengkung dan bagian-bagiannya:

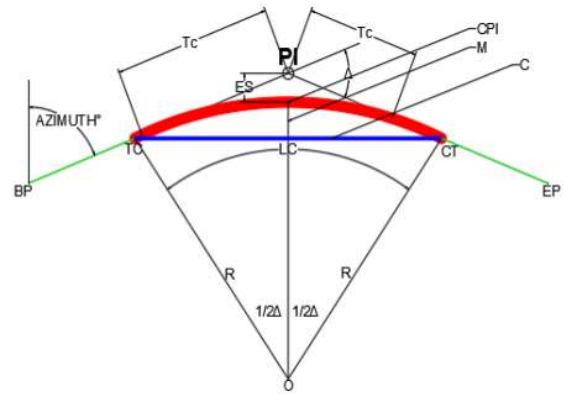


Gambar 1. Sudut Perpotongan Horizontal

(Sumber: Shirley L. Hendarsin, Penuntun Praktis Perencanaan Teknik Jalan Raya)

a. Full Circle (FC)

Lingkaran Penuh (FC) adalah tikungan yang membentuk busur lingkaran penuh. Lengkungan ini memiliki satu titik pusat dengan radius konstan di seluruh lengkung. Karena superelevasi tinggi yang diperlukan untuk lengkung tajam, tikungan FC biasanya hanya digunakan untuk radius besar (R). Lengkungan ini digunakan dalam situasi di mana superelevasi signifikan dapat diatasi, sehingga menghindari potensi masalah struktural. Jenis lengkung ini secara khusus cocok untuk bentuk seperti busur lingkaran dan tidak memerlukan kurva transisi.



Gambar 2. Komponen Tikungan Full Circle (FC)
(Sumber: Nain Dhaniarti Raharjo, 2022)

Keterangan:

R = jari – jari kelengkungan busur

T_C, C_T = titik singgung, perubahan dari garis lurus ke garis lengkung

PI = titik perpotongan antara tergent I dan II (Point of Intersection)

O = titik pusat lingkaran

Δ = sudut defleksi

A = sudut jurusan / Azimuth

Untuk menghitung komponen utama kurva Lingkaran Penuh (FC), di mana α_1 adalah azimuth tangen di awal kurva dan α_2 adalah azimuth tangen di akhir, dan di mana $\Delta = \alpha_2 - \alpha_1$ (lihat sket) dengan $\Delta > 0$.

Perhitungan komponen utama pada lengkung tipe Full-Circle dapat menggunakan rumus sebagai berikut :

$$T_c = R_c \tan \frac{1}{2} \Delta$$

$$E_c = T_c \tan \frac{1}{4} \Delta$$

$$L_c = \frac{\Delta \cdot 2 \cdot \pi \cdot R_c}{360^\circ}$$

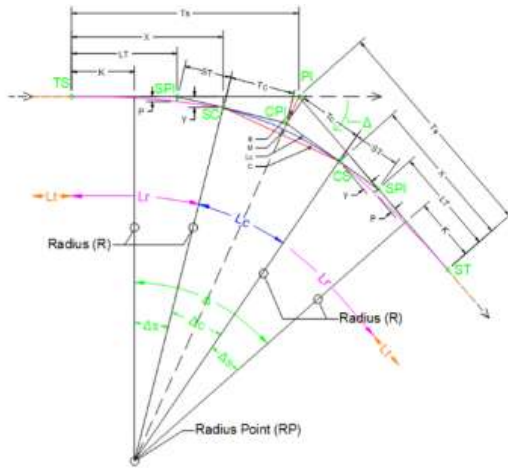
$$p = \frac{L_s^2}{24 \times R_e}$$

Pada kurva Lingkaran Penuh (FC), superelevasi diterapkan baik pada bagian lurus maupun segmen lengkung. Area tempat superelevasi diperkenalkan secara bertahap disebut sebagai "transisi palsu" karena tidak memiliki kurva transisi yang sebenarnya. Menurut Bina Marga, $\frac{3}{4}$ dari panjang transisi palsu ini (L_s) diterapkan pada bagian lurus, sementara $\frac{1}{4}$ darinya dialokasikan pada segmen lengkung.

b. Spiral – Circle – Spiral (S-C-S)

Konfigurasi Spiral-Lingkaran-Spiral (SCS) mencakup segmen melingkar yang diapit oleh dua spiral atau kurva transisi. Desain ini digunakan saat kurva Lingkaran Penuh (FC) tidak praktis karena ruang terbatas atau sedang untuk manuver kendaraan. Pengaturan SCS menggabungkan kurva transisi di pintu

masuk dan keluar busur melingkar, dengan segmen melingkar diposisikan di antara bagian transisi ini.



Gambar 3. Bentuk geometrik Lengkung S-C-S
(Sumber: Nain Dhaniarti Raharjo, 2022)

Kurva TS-SC memiliki transisi spiral yang menghubungkan segmen lurus ke bagian dengan radius tak terhingga di awal spiral (kiri TS) dan menghubungkan bagian melingkar dengan radius = R_c di ujung spiral (kanan SC). Di sini, titik TS menunjukkan transisi dari segmen lurus ke bagian spiral, sedangkan titik SC menandai pergeseran dari segmen spiral ke bagian melingkar. Untuk menentukan komponen tikungan Spiral-Lingkaran-Spiral, Anda dapat menggunakan rumus berikut:

$$X_s = L_s \times \left(1 - \frac{L_s^2}{40 \times R_c^2}\right)$$

$$Y_s = \frac{L_s^2}{6 \times R_c}$$

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

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

$$K = L_s - \frac{R_c^3}{40 \times R_c^2} - R_c \times \sin \theta_s$$

$$T_s = (R_c + P) \tan \alpha + K$$

$$E_s = (R_c + P) \sec \alpha + R_c$$

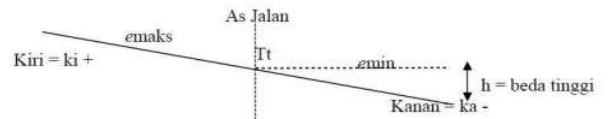
$$L_c = \frac{\Delta - 2 \times \theta_s}{180} \times \pi \times R_c$$

$$L_t = L_s + 2(L_s)$$

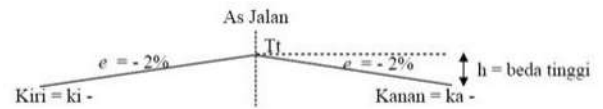
Jika panjang yang dihitung $L_c < 25$ m, maka sebaiknya tidak digunakan lengkung SCS tetapi digunakan lengkung SS, yaitu lengkung yang terdiri dari dua lengkung spiral.

Superelevasi (kemiringan)

Kemiringan lateral jalan pada tikungan disebut superelevasi. Sebaliknya, kemiringan normal, atau kemiringan melintang normal, adalah gradien lateral ruas jalan lurus dan harus minimal 2% di kedua sisi garis tengah jalan. Tanda positif (+) menunjukkan peningkatan elevasi (e) yang menaikkan permukaan jalan relatif terhadap garis tengah, sedangkan tanda negatif (-) menunjukkan penurunan elevasi yang menurunkan permukaan jalan relatif terhadap garis tengah.



Gambar 4 Kemiringan Normal Pada Bagian Jalan Lurus
(Sumber: Nain Dhaniarti Raharjo, Dasar Perencanaan Geometrik Jalan)



Gambar 5. Kemiringan Normal Pada Bagian Jalan Kiri
(Sumber: Nain Dhaniarti Raharjo, Dasar Perencanaan Geometrik Jalan Raya)

Diagram superelevasi adalah alat visual yang digunakan untuk menunjukkan bagaimana superelevasi diterapkan pada jalan. Diagram ini membantu dalam menentukan bentuk penampang melintang pada setiap titik tertentu sepanjang kurva horizontal yang direncanakan dengan menggambarkan bagaimana superelevasi bertransisi dari kemiringan normal ke superelevasi penuh. Secara umum:

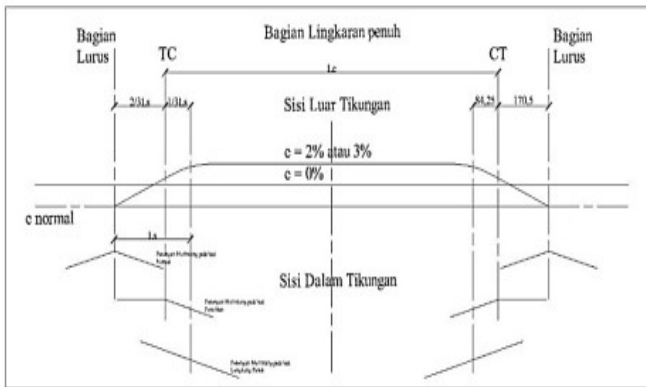
1. Elevasi garis sumbu dianggap nol.
2. Elevasi tepi perkerasan:
 - a. Untuk belok kanan:
 - Tepi kiri ditunjukkan dengan elevasi positif.
 - Tepi kanan ditunjukkan dengan elevasi negatif.
 - b. Untuk belok kiri:
 - Tepi kiri ditunjukkan dengan elevasi negatif.
 - Tepi kanan ditunjukkan dengan elevasi positif.
3. Tanda positif (+) menunjukkan bahwa elevasi berada di atas level sumbu yang direncanakan, sedangkan tanda negatif (-) menunjukkan bahwa elevasi berada di bawah.
4. Menurut Bina Marga, superelevasi dicapai dengan memutarkannya relatif terhadap sumbu jalan.

Diagram superelevasi membantu memvisualisasikan perubahan sudut lereng di setiap titik sepanjang tikungan jalan.

A. Diagram Superelevasi Lengkung Full Cicile (FC)

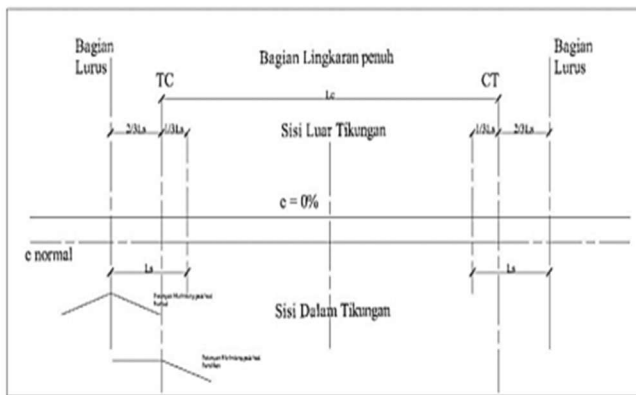
Terdapat 3 kondisi pada tikungan FC seperti pada gambar dibawah ini:

1. Jika $e > 1\%$ dan $< +2\%$ atau $+3\%$ (RC) nilai e dibulatkan menjadi $+2\%$ atau $+3\%$



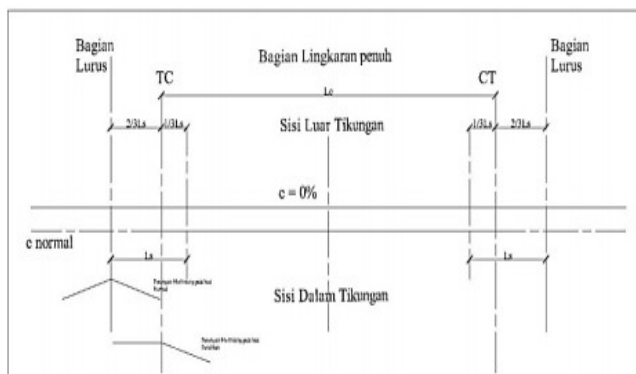
Gambar 6. Metode Pencapaian Superelevasi Pada Tikungan Tipe Full Circle (FC) (Sumber: Bina Marga, 2021)

2. Jika $e < 1\%$ dan $> -2\%$ atau -3% (NC) e dibulatkan menjadi -2% atau -3%



Gambar 7. Metode Pencapaian Superelevasi Pada Tikungan Tipe Full Circle (FC) (Sumber: Bina Marga, 2021)

3. Jika $e > e_{normal}$ dan $< e_{max}$, nilai e menjadi e penuh.

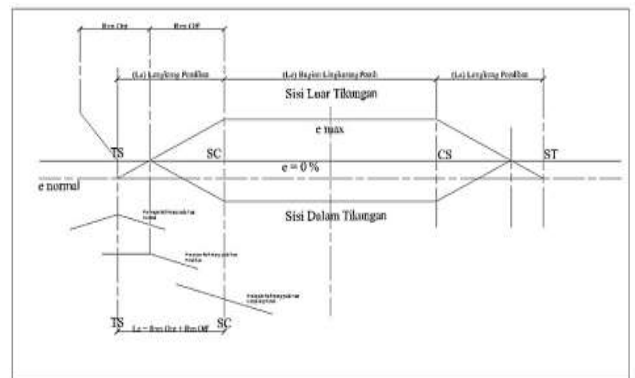


Gambar 8. Metode Pencapaian Superelevasi Pada Tikungan Tipe Full Circle (FC) (Sumber: Bina Marga, 2021)

B. Diagram Superelevasi Lengkung Spiral-Cicle-Spiral (SCS)

Dua jenis diagram superelevasi digunakan, termasuk yang berikut ini:

1. Tipe perubahan superelevasi berada seluruhnya dalam lengkung peralihan.

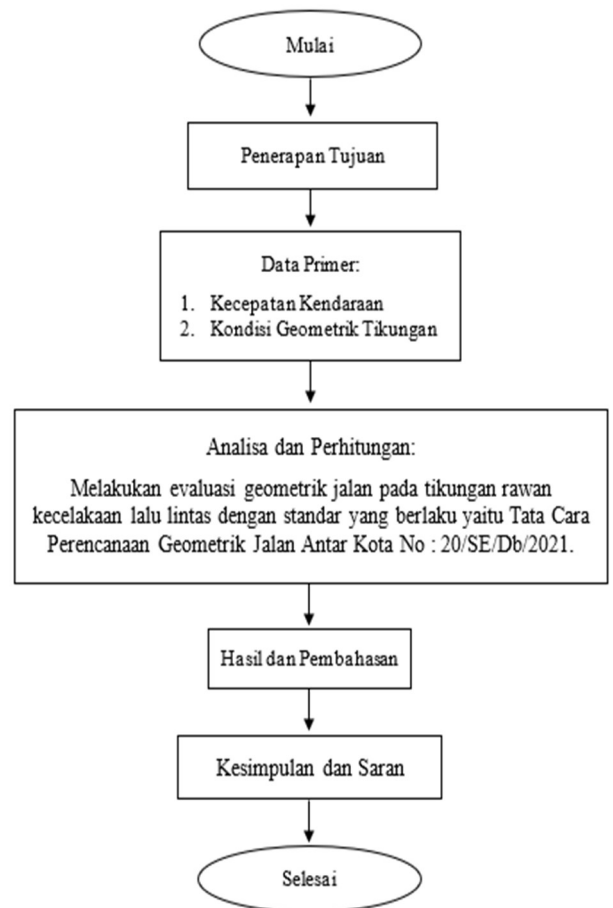


Gambar 9. Diagram Superelevasi untuk Spiral-Cicle-Spiral (Sumber: Bina Marga, 2021)

III. METODE PENELITIAN

Proses Penelitiann

Proses penelitian ini ditampilkan dalam sebuah diagram alir metodologi yang dapat dilihat pada diagram alir:



Gambar 10. Diagram Alir Penelitian

Pengumpulan Data

Pengumpulan data primer diperlukan untuk mendapatkan informasi relevan langsung dari objek kajian, yang selanjutnya akan digunakan untuk analisis. Strategi utama pengumpulan data untuk survei adalah observasi lapangan. Pengamatan lingkungan fisik, pengumpulan data kecepatan kendaraan saat melewati

tikungan, elevasi tikungan yang ada, dan dimensi jalan merupakan bagian dari pelaksanaan survei geometri jalan. Survei ini memberikan informasi yang diperlukan sebagai bahan perhitungan dalam mengevaluasi geometri jalan pada tikungan yang rawan kecelakaan lalu lintas.

Tahapan Penelitian

Prosedur penelitian terdiri dari beberapa tahap utama yang penting untuk melakukan penelitian secara efektif. Secara umum, tahap-tahap tersebut meliputi:

1. Mengembangkan ide atau konsep awal, yang kemudian dijabarkan menjadi latar belakang,

masalah, tujuan, dan ruang lingkup penelitian yang komprehensif.

2. Melakukan tinjauan menyeluruh atau studi pustaka terkait topik penelitian dan rumus yang akan digunakan, untuk memastikan pemahaman dan konteks penelitian yang lengkap.
3. Survei lapangan untuk mengumpulkan informasi tentang seberapa cepat mobil melaju di tikungan. Hal ini dilakukan dengan mengukur kecepatan kendaraan menggunakan stopwatch untuk semua jenis kendaraan yang lewat dari titik awal tikungan, seperti yang diamati oleh satu kelompok, hingga titik akhir tikungan. Kecepatan kendaraan lokal harus dikendarai dalam cuaca yang sangat baik dan dalam kondisi lalu lintas yang normal. Setiap kendaraan diperlakukan sama berdasarkan karakteristik kecepatannya. Survei lapangan dilakukan pada hari Sabtu tanggal 10 Agustus 2024 pukul 13:00-15:00 sekurang-kurangnya 5 sample sesuai dengan Panduan Survei dan Perhitungan Waktu Perjalanan Lalu Lintas No. 001/T/BNKT/1990.
4. Untuk mendapatkan data superelevasi tikungan, lakukan survei lapangan. Survei dilakukan dengan mengukur ketinggian menggunakan alat Waterpass yang diposisikan di sisi jalan dan disejajarkan dari perbedaan ketinggian terendah hingga tertinggi dengan rambu pengukur. Survei lapangan pada hari Jumat, 16 Agustus 2024 pukul 14:00 – 17:20 WIB dengan menggunakan alat Waterpass dan meteran.
5. Penentuan Sudut Tikungan Tahap ini meliputi pembuatan peta topografi menggunakan tiga alat bantu, yaitu Google Earth Pro, AutoCAD, dan aplikasi lain, kemudian menghitung sudut tikungan.
6. Perhitungan Tahap ini meliputi perhitungan kecepatan kendaraan, sudut tikungan, jenis tikungan, radius tikungan minimum, kurva transisi, dan superelevasi.
7. Kesesuaian Geometris Data yang dikumpulkan dari lapangan dinilai untuk memastikan desain geometri tikungan memenuhi standar teknis yang relevan.
8. Evaluasi Melakukan penilaian berdasarkan kesesuaian data lapangan dengan standar yang berlaku, khususnya Pedoman Desain Geometris Bina Marga untuk Jalan Antar Kota No.: 20/SE/Db/2021.

9. Analisis dan Rekomendasi Hasil analisis digunakan untuk menarik kesimpulan dan merumuskan rekomendasi terkait penelitian.

Tahapan Analisis Data

Setelah data yang diperlukan terkumpul, dilakukan penilaian geometri jalan pada tikungan rawan kecelakaan. Prosesnya meliputi langkah-langkah berikut:

1. Identifikasi Jenis Tikungan: Tentukan jenis tikungan tertentu yang ada di lapangan.
2. Ukur Kecepatan Kendaraan: Hitung kecepatan kendaraan saat melaju.
3. Tentukan Radius Tikungan Minimum: Hitung radius minimum yang diperlukan untuk tikungan.
4. Hitung Kurva Transisi: Perkirakan panjang kurva transisi yang diperlukan.
5. Hitung Superelevasi: Tentukan superelevasi yang sesuai untuk tikungan.
6. Evaluasi terhadap Standar: Bandingkan data lapangan dengan Pedoman Bina Marga untuk Desain Geometris Jalan Antarkota (No.: 20/SE/Db/2021).
7. Buat Kesimpulan: Rumuskan kesimpulan berdasarkan evaluasi geometri tikungan.
8. Berikan Rekomendasi: Berikan saran berdasarkan temuan penelitian.

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

Data Kecepatan Kendaraan

Berdasarkan pedoman tersebut, disarankan untuk mengukur kecepatan minimal 5 kendaraan agar diperoleh data yang akurat. Namun, penelitian Hendri Rahmat (2016) menunjukkan bahwa jumlah sampel minimal 100 kendaraan dengan pengukuran interval kurang lebih 50 meter akan memberikan hasil yang lebih akurat.

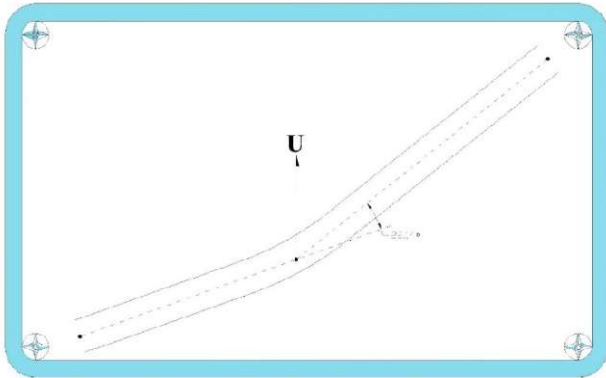
Dari survei yang melibatkan 100 sampel, kecepatan rata-rata kendaraan dapat dihitung sebagai berikut:

$$\begin{aligned} U_s &= 3,6 \left[\frac{j}{\frac{1}{n} \sum w} \right] \\ &= 3,6 \left[\frac{177}{\frac{1}{100} \times (1012)} \right] \\ &= 62,96 \text{ Km/jam} \approx 63 \text{ Km/jam} \end{aligned}$$

Dengan demikian, kecepatan kendaraan (V) eksisting adalah 63 km/jam, berdasarkan standar jalan tol yaitu Pedoman Desain Geometrik Jalan Antar Kota No.20/SE/Db/2021. Kecepatan rencana dengan fungsi jalan arteri 70-120 km/jam, kecepatan kendaraan yang diperoleh berada di bawah rentang tersebut, sehingga kecepatannya sesuai dengan ketentuan yang berlaku.

Sudut Tikungan

Untuk mengetahui sudut tikungan, dibuat peta topografi dengan menggunakan tiga aplikasi, yaitu Google Earth Pro, Global Mapper, dan Autocad. Tikungan Jalan Simpang Kuala Pembuang dapat dilihat pada Gambar di bawah ini.



Gambar 11. Sketsa Tikungan Jalan. Simpang Kuala Pembuang.

$$R_d = 22,14^\circ$$

Dari hasil survei dilapangan kondisi geometri jalan di tikungan, diperoleh hasil sebagai berikut:

Jenis medan	= Datar
Kelas jalan	= Arteri
Panjang Maksimum	= 3000 meter
Lebari jalan	= 5 meter
Bahu Jalan	= 2 meter

Jari-jari Tikungan Minimum

Berdasarkan standar Bina Marga 2021, nilai gesekan maksimum (f_{max}) dapat ditentukan sebagai berikut:

$$\begin{aligned} f_{max} &= -0,00065 \times VR + 0,192 \\ &= -0,00065 \times 70 + 0,192 \\ &= 0,1465 \end{aligned}$$

Maka:

$$\begin{aligned} R_{min} &= \frac{V_R^2}{127(e_{max} + f_{max})} \\ &= \frac{70^2}{127(0,1 + 0,1465)} \\ &= 156,52 \approx 157 \text{ m} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Dengan } R_c &= R_{min} \text{ dengan peralihan} \\ &= 157 \text{ m} + 70 \text{ m} \\ &= 227 \text{ m} \end{aligned}$$

Menurut standar Bina Marga, kecepatan kendaraan (VR) 70 Km/Jam sesuai dengan radius tikungan minimum R_{min} yaitu 157 meter.

Jari-jari Tikungan Minimum

Dalam melakukan perhitungan lengkung transisi pada tikungan menurut standar Bina Marga, ada tiga metode yang digunakan, yaitu:

Berdasarkan rumus modifikasi shortt

$$\begin{aligned} L_s &= 0,022 \frac{V_R^3}{R \times C} - 2,727 \frac{V_R^3 \times e n}{C} \\ &= 0,022 \frac{70^3}{125 \times 0,4} - 2,727 \frac{70 \times 0,02}{0,4} \\ &= 141,38 \text{ m} \\ &= 227 \text{ m} \end{aligned}$$

Dari ketiga metode perhitungan tersebut, standar Bina Marga menetapkan dipilih nilai lengkung transisi (L_s) yang terbesar, yakni 141,38 meter, dibulatkan menjadi 141 meter.

Untuk menentukan jenis tikungan merupakan tikungan Lingkaran Penuh (FC) sesuai standar Bina Marga, dapat digunakan kriteria sebagai berikut:

Full Circle (FC)

$$\begin{aligned} D &= \frac{25}{2\pi R_c} \times 360^\circ \\ &= \frac{25}{2\pi \times 227} \times 360^\circ \\ &= 6,31^\circ \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} R &= \frac{v^2}{127(e+f)} \\ &= \frac{70^2}{127(0,1+0,151)} \\ &= 153,71 \approx 152 \text{ m} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} T_c &= R_c \tan \frac{1}{2} \Delta \\ &= 227 \tan \frac{1}{2} 22,14^\circ \\ &= 47,91 \text{ m} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} E_c &= T_c \tan \frac{1}{4} \Delta \\ &= 47,91 \tan 1/4 22,14^\circ \\ &= 4,73 \text{ m} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} LC &= \frac{\pi}{180^\circ} \Delta \times R_c \\ &= \frac{\pi}{180^\circ} \times 22,14^\circ \times 227 \\ &= 87,72 \text{ m} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} Tlb \text{ TC-CT} &= 2 R_c \times \sin 0,5 \Delta \\ &= 2 \times 227 \times \sin 0,5 \times 22,14^\circ \\ &= 84,10 \text{ m} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} p &= \frac{L_s^2}{24 \times R_c} \\ &= \frac{141^2}{24 \times 227} \\ &= 3,65 \text{ m} \end{aligned}$$

Syarat:

L_c	< 25	
87.72	< 25	TIDAK OK
P	< 0.25	
3.65	< 0.25	TIDAK OK

Berdasarkan penilaian, tikungan tersebut tidak tergolong tipe Lingkaran Penuh (FC).

Spiral-Circle-spiral (S-C-S)

$$\theta_s = \frac{90}{\pi} \times \frac{L_s}{R_c} = \frac{90}{\pi} \times \frac{141}{227} = 17.79^\circ$$

$$L_c = \frac{(\Delta \cdot 2\theta_s)}{180^\circ} \times \pi \times R_c = \frac{(22.14 \times 2 \times 17.79^\circ)}{180^\circ} \times \pi \times 227 = 54.47 \text{ m}$$

$$p = \frac{L_s^2}{6 \times R_c} - R_c (1 - \cos \theta_s) = \frac{141^2}{6 \times 227} - 227 (1 - \cos 17.79^\circ) = 3.74 \text{ m}$$

Syarat:
 LC > 25
 54.47 > 25 OK
 P > 0,25
 3.74 > 0,25 OK

$$L_c = \frac{(\Delta \cdot 2\theta_s)}{180^\circ} \times \pi \times R_c = \frac{(22.14 \times 2 \times 17.79^\circ)}{180^\circ} \times \pi \times 227 = 54.47 \text{ m}$$

$$L_{tot} = L_s + 2(L_c) = 141 + 2(54.47) = 284 \text{ m}$$

Syarat:
 L_c < 2T_s
 54.47 < 299.7 OK

Berdasarkan hasil evaluasi, tikungan tersebut termasuk jenis S-C-S (Spiral-Circle-Spiral).

Dari hasil evaluasi, tikungan tersebut tergolong tipe S-C-S.

Untuk ruas jalan simpang Kuala Pembuang, hasil perhitungan dan verifikasi menunjukkan bahwa tikungan tersebut sangat sesuai dengan tipe S-C-S, dengan radius (Rd) 22,14° dan panjang tikungan transisi (Ls) 141 m. Berikut ini adalah perhitungan S-C-S secara rinci:

$$X_s = L_s \times \left(1 - \frac{L_s^2}{40 \times R_c^2}\right) = L_s \times \left(1 - \frac{141^2}{40 \times 227^2}\right) = 139.64 \text{ m}$$

$$Y_s = \frac{L_s^2}{6 \times R_c} = \frac{141^2}{6 \times 227} = 14.60 \text{ m}$$

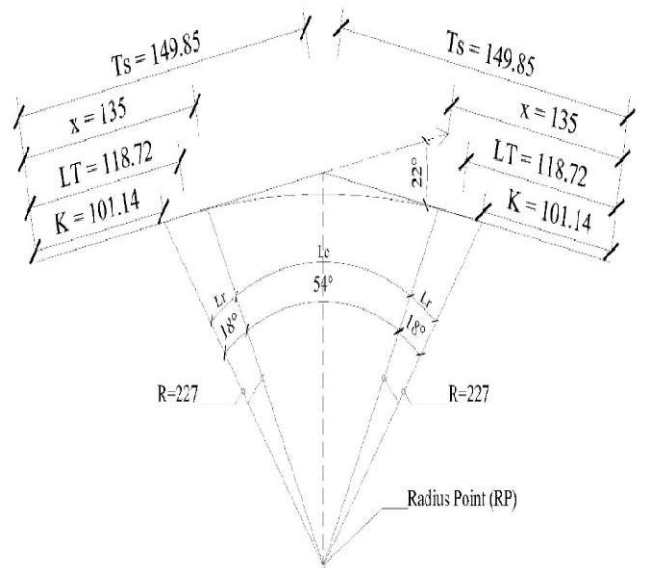
$$\theta_s = \frac{90}{\pi} \times \frac{L_s}{R_c} = \frac{90}{\pi} \times \frac{141}{227} = 17.79^\circ$$

$$p = \frac{L_s^2}{6 \times R_c} - R_c (1 - \cos \theta_s) = \frac{141^2}{6 \times 227} - 227 (1 - \cos 17.79^\circ) = 3.74 \text{ m}$$

$$K = L_s - \frac{L_s^2}{40 \times R_c^2} \times R_c \times \sin \theta_s = 141 - \frac{141^2}{40 \times 227^2} \times 227 \times \sin 17.79^\circ = 101.14 \text{ m}$$

$$T_s = (R_c + P) \tan x (0,5) \Delta + K = (227 + 3.74) \tan x 0.5 = 149,85 \text{ m}$$

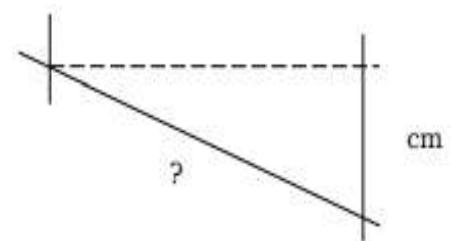
$$E_s = (R_c + P) \sec x (0,5) \Delta - R_c = (227 + 3.74) \sec x (0,5) \times (22.14^\circ) + 227$$



Gambar 12. Bentuk Tikungan Jalan Simpang Kuala Pembuang Hasil Perhitungan Standar Bina Marga.

Superelevasi

Perhitungan superelevasi dilakukan langsung di lapangan, seperti yang ditunjukkan dalam perhitungan yang diberikan di bawah ini

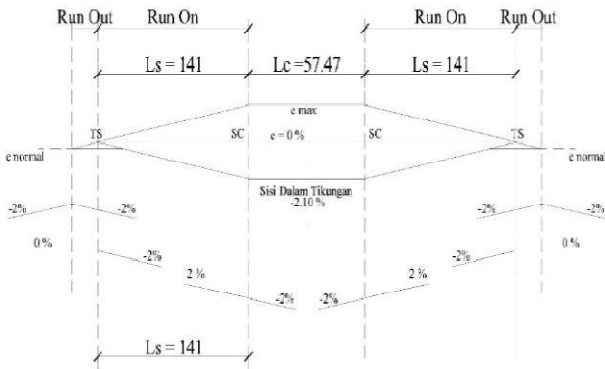


Gambar 13. Arah dari Kuala Pembuang – Sampit

Nilai rata-rata perhitungan superelevasi dilakukan langsung pada lapangan.

$$K = \frac{4.7+0.5+3.33+0.38+1.06+5.5+2.25+1.67+0.25+1.38}{10} = 2.10 \%$$

Berdasarkan data kemiringan atau superelevasi yang dihitung, diagram superelevasi diilustrasikan dalam Gambar



Gambar 14.. Diagram Superelevasi Existing pada Tikungan Jalan Simpang Kuala Pembuang.

Berdasarkan standar Bina Marga yang tercantum dalam Pedoman Desain Geometris Jalan Antar Kota No. 20/SE/Db/2021, superelevasi maksimum yang diizinkan adalah 10%, dengan superelevasi normal dasar sebesar 2%. Hasil survei dan diagram superelevasi tikungan yang diperiksa menunjukkan bahwa superelevasinya memenuhi standar tersebut. Oleh karena itu, kecil kemungkinan superelevasi tersebut menjadi alasan di balik seringnya Kecelakaan lalu lintas di tikungan ini.

V. KESIMPULAN

Berdasarkan standar Bina Marga dengan kecepatan kendaraan (V_d) = 63 km/jam dan superelevasi 2,10%. Dengan kondisi medan datar V_d = 61 km/jam di bawah kisaran Standar yang relevan menentukan rentang kecepatan 70 hingga 120 km/jam dan superelevasi 2,10% masih berada di bawah batas 10%, berdasarkan standar Bina Marga 2021 maka kecepatan kendaraan dan superelevasi sesuai standar Bina Marga Pedoman Desain Geometrik Jalan tahun 2021.

Geometri tikungan jalan tersebut telah sesuai dengan standar Bina Marga, khususnya Pedoman Desain Geometri Jalan Tahun 2021. Hal ini memastikan bahwa desain tikungan tersebut tidak menimbulkan kecelakaan lalu lintas di tikungan jalan Simpang Kuala Pembuang di Desa Sungai Bakau, Kabupaten Seruyan.

DAFTAR PUSTAKA

- Bina Marga. 2021. Pedoman Desain Geometrik Jalan Antar Kota No : 20/SE/Db/2021. Departemen Pekerjaan Umum Direktorat Jendral Bina Marga. Jakarta.
- Direktorat Jendral Bina Marga, 1990. Panduan Survei dan Perhitungan Waktu Perjalanan Lalu Lintas. Departemen Pekerjaan Umum. Jakarta.
- PPRI No 34. 2006. Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 34 tahun 2006 Tentang Jalan. Nusa Media Jakarta. Jakarta
- Oglesby C.H., dan Hicks R.G., 1990, Teknik Jalan Raya,

Erlangga, Jakarta. Sukirman S., 1999, Dasar – Dasar Perencanaan Geometrik Jalan Edisi Ketiga, Nova. Bandung.

Rahmat, Hendri dan Lubis, Fadrizal. 2016. Evaluasi Tikungan pada STA 40+100 di Ruas Jalan Simpang Lago - Sekijang Mati. Jurnal Teknik Sipil Siklus, Universitas Lancang Kuning. Pekanbaru.

Hadisnefil. Lubis, Fadrizal dan Saleh, Alfian. 2021. Evaluasi Geometrik Tikungan STA 3 + 641 Pada Ruas Jalan Simpang Beringin – Meredan dengan Metode Bina Marga. Jurnal Teknik Sipil Siklus, Universitas Lancang Kuning. Pekanbaru.

Manggala, Ryan. J Angga, Jeffry. Purwanto, Djoko dan I Kusuma, Amelia. 2015. Studi Kasus Faktor Penyebab Kecelakaan Lalu Lintas pada Tikungan Tajam. Jurnal Karya Teknik Sipil, Universitas Diponegoro. Semarang.

Robby. Riani, Desi dan Widiyatmiko, Rachmatdani. 2017. Analisis Geometrik Jalan Raya pada Daerah Rawan Kecelakaan (Studi Kasus Ruas Jalan Kasongan – Pundu KM 86,00 – KM 87,200). Jurnal Teknik, Universitas Palangka Raya. Palangka Raya.