

EVALUASI GEOMETRIK JALAN PADA RUAS JALAN RAYA “BALIGE BY PASS” (STA 5+635 s/d STA 9+442) KABUPATEN TOBA SAMOSIR

Semangat Debataraja¹⁾, Yusuf Aulia Lubis²⁾, Martin Luther Laia³⁾.

^{1), 2), 3)}Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik, Universitas Darma Agung
Jl. DR. TD. Pardede, No. 21 Medan

E-mail : semangattuadebataraja@gmail.com¹⁾, cupteh1@gmail.com²⁾, martinlutherlaia5@gmail.com³⁾

ABSTRAK

Ruas jalan Balige By Pass adalah ruas jalan yang berada di Kabupaten Toba Samosir yang merupakan klasifikasi jalan kolektor dengan kondisi medan yang datar. Kecepatan rencana geometrik jalan yaitu 60 km/jam. Perencanaan geometrik yang baik salah satunya meliputi alinemen horizontal yang aman dan nyaman bagi pengemudi sesuai aturan perencanaan agar dapat mengurangi tingkat kecelakaan selama diperjalanan. Tujuan dari penelitian ini adalah mengevaluasi apakah kondisi alinemen horizontal pada ruas jalan tersebut telah memenuhi standar pada pedoman yang ada. Perhitungan evaluasi ini menggunakan Tata Cara Perencanaan Geometrik Jalan Antar Kota No. 038/TBM/1997 yang dikeluarkan oleh Departemen Pekerjaan Umum. Hasil penelitian menunjukkan bahwa alinemen horizontal pada lokasi yang ditinjau pada Ruas jalan Balige By Pass Kabupaten Toba Samosir mempunyai 1 buah tikungan yang berbeda hasil perhitungan perencanaan dengan perhitungan peneliti dimana tikungan tersebut berbeda hasil pada penentuan nilai R min (jari - jari minimum) untuk penggunaan jenis tikungan *Spiral-Circle-Spiral* sesuai kecepatan rencana. Sementara hasil perhitungan peneliti memiliki hasil perhitungantikungan dengan jenis *Spiral-Spiral*, tikungan tersebut terletak pada titik P67.

Kata kunci : Alinemen Horizontal, Tikungan, Geometrik Jalan.

ABSTRACT

The Balige By Pass road section is a road section in Toba Samosir Regency which is a classification of collector roads with flat terrain conditions. The geometric design speed of the road is 60 km/hour. One of the good geometric planning includes horizontal alignment that is safe and comfortable for the driver according to the planning rules in order to reduce the accident rate during the trip. The purpose of this study is to evaluate whether the condition of the horizontal alignment on the road segment has met the standards in the existing guidelines. This evaluation calculation uses the Geometric Planning Procedure for Inter-City Roads No. 038/TBM/1997 issued by the Ministry of Public Works. The results showed that the horizontal alignment at the location reviewed on the Balige By Pass road section, Toba Samosir Regency had 1 different bend from the results of the planner's calculations with the researchers' calculations where the bends differed in the results in determining the value of R min (minimum radius) for the use of this type of *Spiral-Circle-Spiral* bend according to the design speed. While the results of the researchers' calculations have the results of calculating the bend with the *Spiral-Spiral* type, the bend is located at the P67 point.

Keywords: Horizontal Alignment, Bends, Geometric Road.

1. PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Di zaman yang semakin maju ini, transportasi menjadi hal vital dalam kehidupan manusia. Kesuksesan bertransportasi sangatlah dipengaruhi oleh ketersediaan sarana dan prasarana transportasi itu sendiri. Salah satunya adalah jalan raya.

Prasarana jalan merupakan akses terpenting dalam simpul distribusi lalu lintas perekonomian suatu daerah karena perkembangan prasarana jalan berfungsi menunjang kelancaran arus barang, jasa dan penumpang sehingga dapat memperlancar pemerataan hasil pembangunan dalam suatu Negara. Disamping hal ini tersebut pembangunan prasarana jalan juga merupakan upaya dalam memecahkan isolasi bagi daerah-daerah tersebut akan meningkatkan kegiatan perekonomian. Dengan demikian, jalan mempunyai peranan yang sangat penting dalam menunjang kemajuan serta mempercepat proses pembangunan. Kenyamanan, keamanan, kelayakan suatu jalan mempunyai pengaruh yang cukup besar dalam menentukan baik tidaknya suatu jalan.

Jalan merupakan salah satu dari prasarana transportasi yang mempunyai fungsi vital dalam usaha pengembangan kehidupan masyarakat. Dalam hal ini jalan berperan penting untuk pemerataan pembangunan, pertumbuhan ekonomi dan penunjang ketahanan nasional. Sebagai bagian dari sistem transportasi nasional, jalan mempunyai peranan penting terutama dalam mendukung ekonomi, sosial budaya, lingkungan, politik, serta pertahanan keamanan. Jalan juga mempunyai umur yang direncanakan dalam melayani lalu lintas yang melewatinya, sehingga seiring berjalannya waktu jalan akan mengalami penurunan kondisi yang juga akan berpengaruh terhadap menurunnya kemampuan jalan untuk melayani lalu lintas yang melewatinya. Hal ini akan

menghambat kelancaran perjalanan dan otomatis fungsi dari jalan seperti dikemukakan di atas sulit dicapai.

Untuk perencanaan jalan raya yang baik, bentuk geometriknya harus ditetapkan sedemikian rupa sehingga jalan yang bersangkutan dapat memberikan pelayanan yang optimal kepada lalu lintas sesuai dengan fungsinya, sebab tujuan akhir dari evaluasi geometrik ini adalah membandingkan hasil dari lapangan dengan hasil perhitungan penelitian apakah sesuai dengan syarat peraturan dalam menciptakan geometrik jalan sehingga para pengguna jalan dapat merasa aman, dan nyaman bila melewati tikungan tersebut. Yang menjadi dasar perencanaan geometrik adalah sifat gerakan dan ukuran kendaraan, sifat pengemudi mengendalikan gerak kendaraannya, dan karakteristik arus lalu lintas. Hal-hal tersebut haruslah menjadi bahan pertimbangan perencana sehingga dihasilkan bentuk dan ukuran jalan, serta ruang gerak kendaraan untuk memenuhi tingkat kenyamanan dan keamanan yang diharapkan.

Yang menjadi dasar perencanaan geometrik adalah sifat gerakan dan ukuran kendaraan, sifat pengemudi dalam mengendalikan gerak geraknya, dan karakteristik arus lalu lintas. Hal-hal tersebut haruslah menjadi pertimbangan perencanaan untuk menghasilkan bentuk dan ukuran jalan, serta ruang gerak kendaraan yang memenuhi tingkat kenyamanan dan keamanan yang diharapkan.

B. Tujuan Penelitian

1. Adapun Maksud penelitian ini adalah untuk mengetahui kondisi tikungan jalan dilapangan apakah sudah sesuai dengan teknik perencanaan geometrik, dilihat dari segi keindahan, kenyamanan dan keamanan sipemakai jalan tersebut.
2. Sedangkan tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengevaluasi perhitungan geometrik yang sesuai

dengan yang disyaratkan peraturan dan standar perencanaan sehingga para pengguna jalan dapat merasa aman, dan nyaman bila melewati tikungan tersebut.

3. Membangkingkan analisa perhitungan dengan perencanaan.

C. Batasan Masalah

1. Ruas jalan yang ditinjau adalah Jalan Balige By Pass di (STA 5+635 s/d STA 9+442) Kabupaten Toba Samosir.
2. Mengevaluasi geometrik jalan pada ruas jalan raya Balige By Pass (STA 5+635 s/d STA 9+442).
3. Pekerjaan ini hanya Mengevaluasi Geometrik Jalan.
4. Pekerjaan ini tidak menghitung biaya pelaksanaan pekerjaan (RAB).
5. Pekerjaan ini tidak menghitung ganti rugi dan pembebanan lahan.

2. TINJAUAN PUSTAKA

Geometrik jalan adalah perencanaan dari suatu ruas jalan secara lengkap, meliputi beberapa elemen yang disesuaikan dengan kelengkapan dan data dasar yang ada atau tersedia dari hasil survey lapangan dan telah dianalisis dengan suatu standar perencanaan. Tujuan perencanaan geometrik jalan adalah untuk menghasilkan kondisi geometrik jalan yang mampu memberikan pelayanan lalu lintas secara optimum sesuai dengan fungsi jalan. Disamping itu fungsi dari perencanaan ini adalah berkaitan dengan keamanan dan kenyamanan dalam berlalu lintas bagi pemakai jalan.

A. Kriteria Perencanaan

1. Kendaraan Rencana adalah kendaraan yang dimensi dan radius putarnya dipakai sebagai acuan dalam perencanaan geometri jalan.
2. Kecepatan rencana (V_R), pada suatu ruas jalan adalah kecepatan yang dipilih sebagai dasar perencanaan geometri jalan yang memungkinkan

kendaraan – kendaraan bergerak dengan aman dan nyaman.

B. Jarak Pandang

Jarak Pandang adalah suatu jarak yang diperlukan oleh seorang pengemudi pada saat mengemudi sedemikian sehingga jika pengemudi melihat suatu halangan yang membahayakan, pengemudi dapat melakukan sesuatu untuk menghindari bahaya tersebut dengan aman. Dibedakan dua Jarak Pandang, yaitu Jarak Pandang Henti (Jh) dan Jarak Pandang Mendahului (Jd).

1. Jarak pandang henti (Jh)

Jh adalah jarak minimum yang diperlukan oleh setiap pengemudi untuk menghentikan kendaraannya dengan aman begitu melihat adanya halangan di depan.

$$Jh = \frac{V_R}{3,6} T + \frac{\left(\frac{V_R}{3,6}\right)^2}{2gf} \dots\dots\dots 1$$

Keterangan :

- Jh = Jarak pandang henti minimum (m)
- V_R = Kecepatan rencana (km/jam)
- T = Waktu tanggap ditetapkan 2,5 detik
- g = Percepatan gravitasi, ditetapkan 9,8 m/det²
- f = Koefisien yang memanjang perkerasan jalan aspal, ditetapkan 0,35-0,55.

2. Jarak pandang mendahului

Jd adalah jarak yang memungkinkan suatu kendaraan mendahului kendaraan lain di depannya dengan aman sampai kendaraan tersebut kembali ke lajur semula.

$$Jd = d1 + d2 + d3 + d4 \dots\dots\dots 2$$

- $d1 = 0,278 T_1 \left(V_R - m + \frac{a.T_1}{2} \right)$
- $d2 = 0,278 V_R T_2$
- $d3 = \text{antara } 30 - 100 \text{ m}$
- $d4 = 2/3 d_2$

C. Alinemen Horizontal

Jenis tikungan :

1. *Full Circle* (FC) yaitu tikungan yang berbentuk busur lingkaran secara penuh. Tikungan ini memiliki satu titik pusat lingkaran dengan jari-jari yang seragam.

Rumus yang digunakan :

$$TC = Rc \tan \frac{1}{2} \Delta \quad \dots\dots\dots 3$$

$$EC = Tc \tan \frac{1}{4} \Delta \quad \dots\dots\dots 4$$

$$LC = \Delta 2\pi Rc / 360^\circ \quad \dots\dots\dots 5$$

2. *Spiral-Circle-Spiral* (SCS) yaitu tikungan yang terdiri atas 1 lengkung circle dan 2 lengkung spiral.

Rumus yang dipakai :

$$\theta_s = \frac{90 \times Ls}{\pi \times Rc} \quad \dots\dots\dots 6$$

$$\Delta c = \Delta PI - (2 \times \theta_s) \quad \dots\dots\dots 7$$

$$Xc = Ls - \left(1 - \frac{Ls^3}{40 \times Rc^2}\right) \quad \dots\dots\dots 8$$

$$Yc = \frac{Ls \times Ls}{6 \times Rc} \quad \dots\dots\dots 9$$

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

$$k = Ls - \frac{Ls^3}{40 \cdot Rc^2} - Rc \cdot \sin \theta_s \quad \dots\dots\dots 11$$

$$Ts = (Rc + p) \tan \frac{1}{2} \Delta + k \quad \dots\dots\dots 12$$

$$Lc = \frac{(\Delta - 2\theta_s)}{180} \times \pi \cdot R \quad \dots\dots\dots 13$$

$$L_{tot} = Lc + (2 \times Ls) \quad \dots\dots\dots 14$$

3. *Spiral-Spiral* (SS) yaitu tikungan yang terdiri atas dua lengkung spiral.

$$Ls = \frac{\theta_s \cdot \pi \cdot Rc}{90} \quad \dots\dots\dots 15$$

$$p = \frac{Ls^2}{6 \cdot Rc} - Rc(1 - \cos \theta_s) \quad \dots\dots\dots 16$$

$$k = Ls - \frac{Ls^3}{40 \cdot Rc^2} - Rc \sin \theta_s \quad \dots\dots\dots 17$$

$$Ts = (Rc + p) \tan \frac{1}{2} \Delta + k \quad \dots\dots\dots 18$$

$$Es = (Rc + p) \sec \frac{1}{2} \Delta - Rc \quad \dots\dots\dots 19$$

$$Lc = 0 \text{ dan } \theta_s = \frac{1}{2} \Delta \quad \dots\dots\dots 20$$

$$\text{Karena } Lc = 0, \text{ maka } L_{tot} = 2Ls \quad \dots\dots\dots 21$$

Xs, Ys, p, k, Ts, dan Es dapat menggunakan rumus 8, 9, 16 sampai 19

D. Alinemen Vertikal

Alinyemen vertical terdiri atas bagian lurus dan bagian lengkung. Ditinjau dari titik awal perencanaan, bagian lurus dapat berupa landai positif (tanjakan), atau landai negative (turunan), atau landai nol (datar).

Rumus yang digunakan :

$$g = \frac{\text{elevasi akhir} - \text{elevasi awal}}{\text{sta akhir} - \text{sta awal}} \times 100\% \quad \dots\dots\dots 22$$

$$A = g_2 - g_1 \quad \dots\dots\dots 23$$

$$Ev = \frac{A \cdot Ev}{800} \quad \dots\dots\dots 24$$

$$y = \frac{A \times X^2}{200 \times Lv} \quad \dots\dots\dots 25$$

$$x = \frac{1}{4} Lv \quad \dots\dots\dots 26$$

Panjang lengkung vertical

1. Lengkung vertical berdasarkan syarat keluwesan

$$Lv = 0,6 \times Vr \quad \dots\dots\dots 27$$

2. Berdasarkan syarat drainase

$$Lv = 40 \times A \quad \dots\dots\dots 28$$

3. Berdasarkan syarat kenyamanan

$$Lv = Vr \times t \quad \dots\dots\dots 29$$

4. Berdasarkan syarat guncangan

$$Lv = \frac{Vr^2 \times A}{360} \dots\dots\dots 30$$

5. Jika jarak pandang henti lebih kecil dari panjang lengkung vertical cembung, panjangnya ditetapkan dengan rumus :

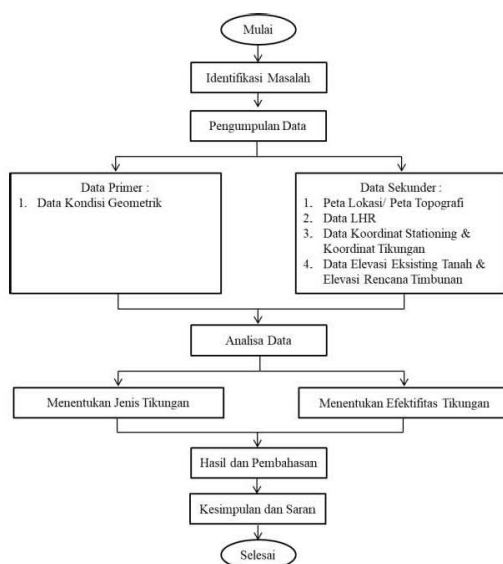
$$Lv = \frac{A \times J_h^2}{405} \dots\dots\dots 31$$

6. Jika jarak pandang henti lebih besar dari panjang lengkung vertical cekung, panjangnya ditetapkan dengan rumus :

$$Lv = 2 Jh - \frac{405}{A} \dots\dots\dots 32$$

3. METODOLOGI PENELITIAN

Penelitian yang dilakukan dengan menggunakan metode Bina Marga dengan mengacu pada Tata Cara Perencanaan Geometrik Jalan Antar Kota Departemen Pekerjaan Umum Direktorat Jenderal Bina Marga 1997.



Gambar 1. Bagan Alur Perencanaan

Sumber : (Analisis 2021)

4. ANALISA DAN PEMBAHASAN

A. Menentukan Jarak Pandang Henti (Jh)

Jarak pandang henti adalah jarak minimum yang diperlukan pengemudi untuk dapat menghentikan kendaraannya dengan aman begitu melihat halangan di depannya.

Diketahui :

$V_r = 60$ km/jam

$g =$ Percepatan gravitasi $= 9,8$ m/s²

$f =$ Koefisien gesekan $= 0,35 - 0,55$

$T =$ Waktu tanggap

$=$ Ditetapkan 2,5 detik

$$J_h = \left[\frac{V_r}{3,6} \right] T + \left[\frac{V_r}{3,6} \right]^2 \frac{1}{2gf}$$

$$= \frac{60}{3,6} \times 2,5 + \frac{\left(\frac{60}{3,6} \right)^2}{2 \cdot (9,8) \cdot 0,4}$$

$$= 41,67 + 35,43$$

$$= 77,10$$

Berdasarkan table 3,6 J_h minimum untuk $V_R = 60$ km/jam adalah 75 meter, karena $77,10 > 75$ maka diambil J_h yaitu 77,10 meter.

B. Jarak Pandang Mendahului

Jarak pandang mendahului adalah jarak pandang yang dibutuhkan pengemudi untuk dapat melakukan gerakan menyiap dengan aman dan dapat melihat jelas kendaraan dari arah yang berlawanan.

J_d , dalam satuan meter ditentukan sebagai berikut :

$$J_d = d_1 + d_2 + d_3 + d_4$$

$$d_1 = 0,278 T_1 (V_r - m + a \cdot T_1/2)$$

$$d_2 = 0,278 V_r T_2$$

$$d_3 = \text{antara } 30 - 100 \text{ m}$$

$$d_4 = 2/3 d_2$$

$$T_1 = 2,12 + 0,026 V_r$$

$$T_2 = 6,56 + 0,048 V_r$$

$$a = 2,052 + 0,0036 V_r$$

$$m = \{\text{antara } 10 - 15 \text{ km/jam}\}$$

Berdasarkan data-data di atas maka jarak pandang menyiapnya adalah :

Diketahui :

$$T_1 = 2,12 + 0,026 \times V_r$$

$$= 2,12 + 0,026 \times 60$$

$$= 3,68 \text{ detik}$$

$$T_2 = 6,56 + 0,048 V_r$$

$$= 6,56 + 0,048 \times 60$$

$$\begin{aligned}
 &= 9,44 \text{ detik} \\
 A &= 2,052 + 0,0036 \times V_r \\
 &= 2,052 + 0,0036 \times 60 \\
 &= 2,241 \text{ km/jam/detik} \\
 d1 &= 0,278 T1 (V_r - m + (a \times T1)/2) \\
 &= 0,278 \times 3,68 (60 - 10 + (2,241 \times 3,68)/2) \\
 &= 55,4 \text{ m} \\
 d2 &= 0,278 \times V_r T2 \\
 &= 0,278 \times 60 \times 98,44 \\
 &= 157,46 \text{ m} \\
 d3 &= \text{antara } 30\text{-}100 \text{ m, diambil } 100 \text{ m} \\
 d4 &= 2/3 d2 \\
 &= 2/3 \times 157,46 \\
 &= 104,97 \text{ m} \\
 Jd &= d1 + d2 + d3 + d4 \\
 &= 55,37 + 157,46 + 100 + 104,97 \\
 &= 417,80 \text{ m} \\
 Jd &\text{ minimum untuk } V_r = 60 \text{ km/jam} \\
 &\text{adalah sebesar } 350 \text{ m berdasarkan} \\
 &\text{TPGJAK, dan } 417,80 > 350, \text{ maka } Jd = \\
 &\mathbf{417,80 \text{ m.}}
 \end{aligned}$$

C. Alinemen Horizontal

Data :
 Klasifikasi medan = Datar
 Tipe jalan = Kolektor kelas III
 Lalu Lintas Harian Rata-Rata (LHR) = > 25000
 Kecepatan rencana = 60 km/jam
 Lebar perkerasan = 4 x 3.50 m
 Lebar bahu jalan = 2 m
 Lereng normal melintang perkerasan = 2%
 Miring tikungan maksimum (e) = 10%
 Perhitungan jari-jari minimum (Rmin) :

$$f_{maks} = 0,192 - 0,00065 V_r$$

$$= 0,192 - 0,00065 (60)$$

$$= 0,153$$

$$\begin{aligned}
 R_{min} &= \frac{V_R^2}{127 (e_{maks} + f_{maks})} \\
 &= \frac{60^2}{127 (0,1 + 0,153)} \\
 &= 112 \text{ m}
 \end{aligned}$$

R_r = Panjang jari-jari minimum dari table 10 adalah 110. Panjang jari-jari minimum yang dipakai 112.

$$\begin{aligned}
 D_{max} &= \frac{181913,53 (e_{maks} + f_{maks})}{V_R^2} \\
 &= \frac{181913,53 (0,1 + 0,153)}{60^2}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 &= 12,78^\circ \\
 1. \text{ Tikungan P4} \\
 \text{Diketahui :} \\
 \Delta 4 &= 17,966^\circ & T &= 3 \text{ detik} \\
 V_R &= 60 \text{ km/jam} & C &= 0,4 \text{ m/det}^3 \\
 e_{max} &= 10\% \\
 e_{normal} &= 2\% \\
 r_{e_{max}} &= 0,035 \text{ m/m/det} \\
 f_{max} &= -0,00065 V_R + 0,192 \\
 &= -0,00065 (60) + 0,192 \\
 &= 0,153 \\
 R_{min} &= \frac{V_R^2}{127 (e_{max} + f_{max})} \\
 &= \frac{60^2}{127 (0,1 + 0,153)} \\
 &= 112,04 \text{ m} \\
 R_c &= 700 \text{ m} \\
 R_c &> R_{min} \\
 700 &> 112,04 \text{ m}
 \end{aligned}$$

a. Perhitungan superelevasi desain

$$\begin{aligned}
 D_{max} &= \frac{181913,53 (e_{max} + f_{max})}{V_R^2} \\
 &= \frac{181913,53 (0,1 + 0,153)}{60^2} \\
 &= 12,784^\circ \\
 D_d &= \frac{1432,39}{R_c} \\
 &= \frac{1432,39}{700} \\
 &= 2,046^\circ \\
 e_d &= \frac{-e_{max} \times D_d^2}{D_{max}^2} + \frac{2 \times e_{max} \times D_d}{D_{max}} \\
 &= \frac{-0,1 \times 2,046^2}{12,784^2} + \frac{2 \times 0,1 \times 2,046}{12,784} \\
 &= 0,029 = 2,9\%
 \end{aligned}$$

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

Karena $e = 2,9\% < 3\%$ memenuhi syarat tikungan jenis Full Circle. Maka jenis tikungan yang digunakan adalah Full Circle.

b. Perhitungan besaran-besaran tikungan

$$\begin{aligned}
 T_c &= R_c \tan \frac{1}{2} \Delta \\
 &= 700 \times \tan \frac{1}{2} 17,966^\circ \\
 &= 109,751 \text{ m} \\
 E_c &= T_c \tan \frac{1}{4} \Delta
 \end{aligned}$$

$$= 109,751 \times \tan \frac{1}{4} 17,966^\circ$$

$$= 8,604 \text{ m}$$

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

$$= \frac{17,966^\circ \times 2(3,14) \times 700}{360^\circ}$$

$$= 219,385 \text{ m}$$

2. Perhitungan Jarak Pandang
Jarak Pandang di Tikungan P4
Data yang harus diketahui
sebelumnya :

$$V_R = 60 \text{ km/jam}$$

$$f_p = \text{dipakai } 0,35$$

$$m = \text{dipakai } 15 \text{ km/jam}$$

- a. Jarak pandang henti

$$J_h = 0,694 V_R + 0,004 \frac{V_R^2}{f_p}$$

$$= 0,694 (60) + 0,004 \frac{60^2}{0,35}$$

$$= 82,783 \text{ m}$$

- b. Jarak pandang mendahului

$$J_d = d_1 + d_2 + d_3 + d_4$$

$$a = 2,052 + 0,0036 V_R$$

$$= 2,052 + 0,0036 (60)$$

$$= 2,268 \text{ m/det}^2$$

$$T_1 = 2,12 + 0,026 V_R$$

$$= 2,12 + 0,026 (60)$$

$$= 3,680 \text{ m/det}^2$$

$$T_2 = 6,56 + 0,048 V_R$$

$$= 6,56 + 0,048 (60)$$

$$= 9,440 \text{ m/det}^2$$

$$d_1 = 0,278 T_1 (V_R - m + \frac{a \cdot T_1}{2})$$

$$= 0,278 (3,680) (60 - 15 + \frac{2,268 \cdot (3,680)}{2})$$

$$= 50,306 \text{ m}$$

$$d_2 = 0,278 V_R \cdot T_2$$

$$= 0,278 (60) \cdot (9,440)$$

$$= 157,459 \text{ m}$$

$$d_3 = \text{dipakai } 30 \text{ m}$$

$$d_4 = \frac{2}{3} d_2$$

$$= \frac{2}{3} (157,459)$$

$$= 104,973 \text{ m}$$

$$J_d = d_1 + d_2 + d_3 + d_4$$

$$= 50,306 + 157,459 + 30 + 104,973$$

$$= 342,738 \text{ m}$$

Maka jarak pandang henti yang diperlukan adalah sebesar 82,783 m dan jarak pandang mendahului yang diperlukan adalah sebesar 342,738 m.

3. Perhitungan Daerah Bebas Samping
Daerah bebas samping di Tikungan P4

Data-data yang diketahui :

$$R_c = 700 \text{ m}$$

$$\text{Lebar Jalan (W)} = 7,5 \text{ m}$$

$$L_c = 26,803 \text{ m}$$

$$J_h = 82,783 \text{ m}$$

$$R' = R_c - \frac{1}{2} W$$

$$= 700 - \frac{1}{2} (7,5)$$

$$= 696,25 \text{ m}$$

Disimpulkan bahwa :

$$J_h > L_c$$

Maka :

$$E = R' \left\{ 1 - \cos \left(\frac{90^\circ J_h}{\pi R^F} \right) \right\} + \frac{1}{2} \left(J - L \right) \sin \left(\frac{90^\circ J_h}{\pi R^F} \right)$$

$$= 696,25 \left\{ 1 - \cos \left(\frac{90^\circ (82,783)}{(3,14) \cdot (696,25)} \right) \right\}$$

$$+ \frac{1}{2} (82,783 - 26,803)$$

$$\sin \left(\frac{90^\circ (82,783)}{(3,14) \cdot (696,25)} \right)$$

$$= 2,895 \text{ m}$$

Daerah bebas samping berdasarkan jarak pandang henti adalah sebesar 2,895 m.

Table 1. Rekapitulasi Perhitungan Jarak Pandang

		T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	T10
a. Jarak pandang henti	V_R	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60
	f_p	0,35	0,35	0,35	0,35	0,35	0,35	0,35	0,35	0,35	0,35
	m	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15
	J_h (m)	82,783	82,783	82,783	82,783	82,783	82,783	82,783	82,783	82,783	82,783
b. Jarak pandang mendahului	J_d (m)	342,738	342,738	342,738	342,738	342,738	342,738	342,738	342,738	342,738	342,738
	a (m/det ²)	2,268	2,268	2,268	2,268	2,268	2,268	2,268	2,268	2,268	2,268
	T_1 (m/det ²)	3,680	3,680	3,680	3,680	3,680	3,680	3,680	3,680	3,680	3,680
	T_2 (m/det ²)	9,440	9,440	9,440	9,440	9,440	9,440	9,440	9,440	9,440	9,440
	d_1 (m)	50,306	50,306	50,306	50,306	50,306	50,306	50,306	50,306	50,306	50,306
	d_2 (m)	157,459	157,459	157,459	157,459	157,459	157,459	157,459	157,459	157,459	157,459
	d_3 (m)	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30
	d_4 (m)	104,973	104,973	104,973	104,973	104,973	104,973	104,973	104,973	104,973	104,973

Sumber : analisis 2021

Table 2. Rekapitulasi Perhitungan Daerah Bebas Samping

Disimpulkan bahwa : $J_h < L_c$

$$\text{Maka, } E = R' \left\{ 1 - \cos \left(\frac{90^\circ J_h}{\pi R^F} \right) \right\}$$

	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	T10
Rc(m)	-	-	700	700	-	-	-	-	700	-
W(m)	-	-	7,5	7,5	-	-	-	-	7,5	-
Lc(m)	-	-	330,884	118,46	-	-	-	-	90,643	-
La(m)	-	-	-	-	-	-	87,242	193,83	-	-
Jh(m)	-	-	82,783	82,783	-	-	82,783	82,783	82,783	-
R'(m)	-	-	696,25	696,25	-	-	696,25	696,25	696,25	-
HASIL										
E(m)	-	-	1,231	1,231	-	-	1,231	1,231	1,231	-

Sumber : analisis 2021

Disimpulkan bahwa : $Jh > Lc$
Maka, $E = R' \left\{ 1 - \cos \left(\frac{90^\circ Jh}{\pi R'} \right) \right\} + \frac{1}{2} Jh - Lc \sin \left(\frac{90^\circ Jh}{\pi R'} \right)$

	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	T10
Rc(m)	700	700	-	-	700	700	-	-	700	-
W(m)	7,5	7,5	-	-	7,5	7,5	-	-	7,5	-
Lc(m)	26,803	23,958	-	-	24,911	20,881	-	-	30,198	-
Jh(m)	82,783	82,783	-	-	82,783	82,783	-	-	82,783	-
R'(m)	696,25	696,25	-	-	696,25	696,25	-	-	696,25	-
HASIL										
E(m)	2,895	2,98	-	-	2,951	3,071	-	-	2,794	-

Sumber : analisis 2021

Table 3. Rekapitulasi Perhitungan Tikungan

N o.	Perhitun gan	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	T10
1	Δ (°)										
2	V_R (km/jam)	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60
3	f_{maks}	0,153	0,153	0,153	0,153	0,153	0,153	0,153	0,153	0,153	0,153
4	f_{maks}	0,035	0,035	0,035	0,035	0,035	0,035	0,035	0,035	0,035	0,035
5	R_{min} (m)	112,0	112,0	112,0	112,0	112,0	112,0	112,0	112,0	112,0	112,0
6	R_c (m)	700	700	700	700	700	700	115	115	700	700
7	D_{maks} (°)	12,78	12,78	12,78	12,78	12,78	12,78	12,78	12,78	12,78	12,78
COBA FC CARA 1											
8	a). D_d (°)	2,046	2,046	2,046	2,046	2,046	12,45	12,45	2,046	2,046	2,046
	b). e_t (%)	2,9	2,9	2,9	2,9	2,9	10	10	2,9	2,9	2,9
	Cek Jenis Tikungan FC	OK	OK	OK	OK	OK	Buka n FC	Buka n FC	OK	OK	OK
COBA FC CARA 2											
9	a). LS1 (m)	-	-	-	-	-	50	50	-	-	-
	b). LS2 (m)	-	-	-	-	-	62,39	62,39	-	-	-
	c). LS3 (m)	-	-	-	-	-	38,09	38,09	-	-	-
	d). LS Terpakai (m)	-	-	-	-	-	62,39	62,39	-	-	-
10	P Check	-	-	-	-	-	1,411	1,411	-	-	-
JIKA BUKAN FC											
11	a). θ_s (°)	-	-	-	-	-	15,55	15,55	-	-	-
	b). L_c (m)	26,80	23,95	330,8	118,4	24,91	20,88	18,78	67,03	90,64	30,19
	Jenis Tikungan	FC	FC	FC	FC	FC	S-S	S-C-S	FC	FC	FC
13	a). X_c (m)	-	-	-	-	-	42,77	61,85	-	-	-
	b). Y_c (m)	-	-	-	-	-	2,738	5,643	-	-	-
	c). p (m)	-	-	-	-	-	0,694	1,433	-	-	-

Sumber : analisis 2021

5. KESIMPULAN DAN SARAN

A. Kesimpulan

Dari pembahasan yang disajikan, maka diperoleh kesimpulan sebagai berikut :

1. Alinemen horizontal (tikungan) pada ruas jalan Balige By Pass Kabupaten Toba Samosir (Sta 5+635 s/d Sta 9+442), dibuat oleh pihak instansi menggunakan metode Bina Marga tetapi dari hasil evaluasi yang dilakukan oleh peneliti telah didapat bahwa ada perbedaan perhitungan tikungan lama atau pihak perencana dengan peneliti.
2. Dari 10 tikungan terdapat 1 tikungan mempunyai perbedaan hasil perhitungan pada pemilihan jenis tikungan, perencana mendapatkan hasil perhitungan adalah jenis tikungan *Spiral-Circel-Spiral*, setelah dilakukan perhitungan ulang oleh peneliti dengan jari-jari yang sama, maka didapat jenis tikungan tersebut adalah jenis tikungan *Spira-Spiral*. Tikungan tersebut terletak pada titik P67, hasil perhitungan yang menjadi perbedaan antara pihak perencana dengan peneliti yaitu : pihak perencana mendapatkan hasil perhitungan ($R_c = 100$ m), ($L_s = 60$ m), ($\theta_s = 17,19^\circ$), ($p = 1,50$ m), ($k = 29,910$ m), ($T_s = 65,61$ m), ($E_s = 0,078$ m) sedangkan evaluasi hasil perhitungan oleh peneliti mendapatkan hasil yaitu : ($R_c = 115$ m), ($L_s = 62,399$ m), ($\theta_s = 15,552^\circ$), ($p = 0,694$ m), ($k = 21,773$ m), ($T_s = 43,728$ m), ($E_s = 2,809$ m).
3. Faktor-faktor yang mempengaruhi perbedaan hasil perhitungan perencana dengan peneliti menentukan jenis tikungan dalam desain geometrik jalan yaitu topografi, penentuan data koordinat (perencana mendapatkan data koordinat secara langsung di lapangan sementara peneliti mendapatkan data koordinat hanya

melalui aplikasi autocad import data ke aplikasi excel), pemilihan kecepatan rencana (V_R), jari-jari lengkung rencana (R_C), jari-jari lengkung rencana minimum (R_{min}), superelevasi rencana (e), panjang tangen (T_s) dan panjang busur lingkaran (L_C) yang didapat dari perhitungan.

B. Saran

Hasil evaluasi perhitungan yang telah dilakukan pada ruas jalan Balige By Pass Kabupaten Toba Samosir (Sta 5+635 s/d Sta 9+442), pada tikungan yang ditinjau masih ada yang berbeda hasil perhitungan antara perencana dengan peneliti, untuk itu perlu disarankan bagi pengambil kebijakan dan instansi terkait mengenai masalah di daerah tinjauan ini perlu diperbaiki atau bila tidak memungkinkan untuk diperbaiki maka perlu dipasang rambu dan marka jalan yang sesuai dengan spesifikasi dan acuan standar yang ada agar dapat memaksimalkan tingkat keamanan dan kenyamanan bagi pengguna jalan serta dapat meminimalisir tingkat kecelakaan yang terjadi.

6. DAFTAR PUSTAKA

- [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.
- Debataraja, T.M.S; 2012; Uji Triaksial Tidak Terkonsolidasi- Tidak Terdrainase dan Uji Tekan Bebas pada Tanah di Lokasi PDAM Tirtanadi Medan Marelan dan Prediksi Balik dengan Metode Elemen Hingga ; Tesis Magister Teknik Sipil, Universitas Sumatera Utara.
- Sukirman, Silvia. 1999. Dasar-Dasar Perencanaan Geometrik Jalan. Bandung: Nova
- Saodang, IR. Hamirhan. 2004. Konstruksi Jalan Raya Buku 1 Geometrik Jalan. Bandung: Nova
- Hendarsin, Shirley L. 2000, Perencanaan Teknik Jalan Raya, Jurusan Teknik Sipil Politeknik Negeri Bandung: Bandung.
- Widyastuti Sri. 2010. Perencanaan Geometrik, Tebal Perkerasan Dan Rencana Anggaran Biaya (Ruas Jalan Blumbang Kidul - Bulakrejo) Kabupaten Karanganyar. Skripsi. Teknik Sipil Transportasi Fakultas Teknik Universitas Sebelas Maret: Surakarta
- Pau, D. I., & Aron, S. 2018. Analisis Desain Geometrik Jalan Pada Lengkung Horizontal (Tikungan) Dengan Metode Bina Marga Dan Aashto (Studi Kasus Ruas Jalan Km 180-Waerunu Sta. 207+500 s/d Sta. 207+700). Jurnal Siartek, 4, 29-35.
- Qomaruddin, M., Sudarno, & Saputro, Y. A. 2016. Analisis Alinyemen Horizontal Pada Tikungan Depan Gardu Pln Ngabul Di Kabupaten Jepara. Jurnal Disprotek, 7(2), 36-42.
- Tribhuwana, Awliya. 2018. Analisis Kelayakan Alinyemen Horizontal Ruas Jalan Munjul - Jatigede. Logika XXII (1): 1-9.
- Asyrof, Al. 2016. Perencanaan Geometrik Jalan. Skripsi. Teknik Sipil Politeknik Negeri Sriwijaya: Palembang.
- Unknown, 2013, Azimuth dan Back Azimuth. Diakses pada 18 November 2019 melalui <http://argopura.blogspot.com/2013/10/azimuth-dan-back-azimuth.html>
- Unknown, 2015, Sudut Jurusan (Azimuth). Diakses pada 18 November 2019 melalui <http://sipilberkarya.blogspot.com/2015/09/sudut-jurusan-azimut.html>