

Tinjauan Desain Tikungan Ruas Bua – Batas Toraja Utara untuk Peningkatan Layanan Jalan

Abdias Tandy Arrang^{1,*}, Reni O. Tarru², Adytripka Alik³, Hasyim Basri⁴, Gersony Miri⁵

¹⁻⁵ Program Studi Teknik Sipil, Universitas Kristen Indonesia Jl. Nusantara No. 12, Makale 91811, Tana Toraja, Sulawesi Selatan, Indonesia

¹diastandy@gmail.com, ²renioktavianitarru1810@gmail.com, ³franstripika@gmail.com, ⁴hasyim@ukitoraja.ac.id,

⁴gersony.miri@gmail.com

*corresponding author

INFORMASI ARTIKEL

ABSTRAK

Kata Kunci:

Jarak Pandang
Jari-jari Tikungan
Kecepatan Rencana
Superelevasi

Ruas Bua – Batas Toraja Utara adalah bagian dari ruas jalan Bua – Rantepao dan merupakan salah satu jalan alternatif yang menghubungkan wilayah Luwu dan Toraja. Ruas jalan ini masuk dalam status jalan provinsi. Saat ini sedang dilaksanakan pembangunan jalan pada ruas tersebut. Setelah terbangun nanti diharapkan ruas ini dapat melayani lalu lintas dengan waktu tempuh yang relatif lebih singkat dibanding dengan jalan ruas Palopo – Rantepao. Penelitian dilaksanakan dengan cara meninjau kembali gambar desain tikungan pada proyek pembangunan jalan Ruas Bua – Batas Toraja Utara terhadap kesesuaian dengan standar perancangan geometrik yang berlaku. Kecepatan rencana (V_R) dianalisis apakah sesuai dengan kondisi geometrik antara lain jari-jari tikungan (R), superelevasi (e) dan koefisien gesek memanjang (f). Setelah itu dilakukan juga pengecekan terhadap daerah bebas samping pada tikungan (E) dengan jarak pandang (J_h) yang tersedia. Dari 96 tikungan, terdapat 61 tikungan yang didesain dengan V_R hanya sebesar 20 km/jam. Sementara untuk fungsi jalan lokal medan berbukit seharusnya didesain 30 – 50 km/jam. Dari 61 tikungan tersebut 22 tikungan bisa ditingkatkan kecepatan rencananya hingga 30 km/jam tanpa memperbaiki geometrik jalan, 7 tikungan memenuhi syarat geometrik jalan dengan cara menaikkan elevasi maksimum tikungan hingga 10%. Sementara 32 tikungan harus diperbaiki dengan menaikkan jari-jari tikungan (R). Analisis jarak pandang bebas pada tikungan memperlihatkan bahwa ada 12 tikungan yang tidak memenuhi jarak pandang.

Keywords:

Sight Distance
Curve Radius
Design Speed
Superelevation

ABSTRACT

The Bua – North Toraja road is part of the Bua – Rantepao road section and is one of the alternative roads connecting the Luwu and Toraja areas. This road section is included in the status of a provincial road. Currently, road construction is underway on this section. After being built, it is hoped that this section will be able to serve a relatively shorter time span compared to the Palopo – Rantepao road. The research was carried out by reviewing the curve design drawings on the Bua - Batas Toraja Utara road construction project according to the geometric design standards. The design speed (V_R) is analyzed whether it is in accordance with the geometric conditions, including the radius of the curve (R), superelevation (e) and the coefficient of longitudinal friction (f). After that, check the side free area on the curve (E) with the available sight distance (J_h). Of the 96 curves, there are 61 curves designed with V_R only at 20 km/hour. Meanwhile, for the local road function, hilly terrain should be designed at 30-50 km/hour. Of the 61 curves, 22 changes to the speed of the speed up to 30 km / h without improving the road geometry, 7 curves meets the road geometric requirements by increasing the maximum elevation of the bend up to 10%. While 32 bends must be improved by increasing the bend radius (R). Free viewing distance analysis on the exam that there are 12 challenges that can not be faced.

This is an open access article under the [CC-BY-SA](https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/) license.



I. Pendahuluan

Jalan merupakan salah satu prasarana transportasi yang penting karena menghubungkan satu tempat dengan tempat lainnya sehingga kebutuhan ekonomi, sosial, pendidikan, budaya dan lain sebagainya dapat terpenuhi. Saat ini jalan penghubung utama antara wilayah Luwu Raya dengan Toraja adalah ruas Palopo – Rantepao (Toraja). Namun kondisi geometrik jalan ini cukup berbahaya. pada STA 379+170 hingga STA 383+300 terdapat 75,41 % tikungan yang mempunyai jari-jari lebih kecil dari Rmin, dan 13,11% tikungan tidak menyiapkan jarak pandang yang cukup [1]. Trase ruas jalan sangat curam dan sebagian besar berada di lereng sehingga sangat rawan longsor yang berakibat pada pada tertutupnya jalan. Oleh karena itu dibutuhkan jalan alternatif untuk menghubungkan kedua wilayah tersebut.

Saat ini ada 2 jalan alternatif yaitu Ruas Sa'dan – Sangkaropi – Batu Sitanduk dan Ruas Bua – Rantepao. Dari 2 alternatif tersebut Ruas Bua – Rantepao memiliki trase yang lebih baik sehingga sangat memungkinkan untuk menjadi jalur utama menggantikan Ruas Palopo – Rantepao, Proyek Pembangunan Jalan Ruas Bua – Batas Toraja Utara, merupakan bagian dari Ruas Jalan Bua – Rantepao yang lokasinya masuk dalam wilayah administratif Kabupaten Luwu,

Tujuan dari penelitian ini adalah:

- 1) Meninjau kesesuaian hasil desain tikungan dengan standar/pedoman yang ada bagi keselamatan pengendara terkait gaya sentrifugal dan memberikan saran perbaikan bagi desain tikungan untuk peningkatan pelayanan.
- 2) Meninjau kecukupan jarak pandang bebas pada tikungan.

II. Tinjauan Pustaka

A. Perancangan Geometrik Jalan

Perencanaan geometrik jalan adalah penentuan rute ruas jalan yang dilakukan secara lengkap, di mana komponen jalan yang dirancang tersebut berdasarkan data yang diperoleh dari hasil survey lapangan yang kemudian dianalisis berpedoman pada acuan perencanaan yang sedang berlaku[2]. Pada saat ini pedoman yang berlaku adalah Tata Cara Pedoman Geometrik Jalan antar Kota yang terbit pada Tahun 1997[3].

B. Pengelompokan Jalan

Dalam Undang – Undang Jalan No. 38 Tahun 2004 Pasal 6, menurut peruntukannya jalan dibagi atas jalan umum, yang dibangun untuk kepentingan umum dan jalan khusus, yang dibangun oleh instansi, badan usaha, perseorangan atau kelompok masyarakat untuk kepentingan sendiri. Sementara jalan umum dibagi menurut sistem, fungsi, status dan kelas [4].

Menurut sistem dalam Pasal 7 terbagi atas sistem primer, merupakan sistem jaringan jalan yang melayani distribusi barang dan jasa bagi pengembangan wilayah pada tingkat nasional, dan sistem sekunder, merupakan sistem jaringan jalan dalam perkotaan. Pasal 8, pengelompokan jalan berdasarkan fungsi yaitu : arteri, kolektor, lokal dan lingkungan. Pengelompokan berdasarkan fungsi ini dilihat dari jenis angkutan yang dilayani, jarak perjalanan, kecepatan rata-rata, jumlah jalan masuk dan pusat kegiatan yang dihubungkan. Sementara dalam Pasal 9, jalan dikelompokkan berdasarkan statusnya, yaitu berdasarkan pengelola jalan. Berdasarkan status jalan dibagi atas: jalan nasional, provinsi, kabupaten/kota dan desa. Pasal 10 mengelompokkan jalan berdasarkan kelas yang dilihat dari spesifikasi penyediaan prasarana jalan yaitu : jalan bebas hambatan, jalan raya, jalan sedang dan jalan kecil [4].

C. Kriteria Perancangan

Desain geometrik jalan harus mempertimbangkan beberapa kriteria antara lain : kendaraan rencana, medan rencana dan kecepatan rencana. Kendaraan rencana adalah ukuran dimensi kendaraan yang dijadikan standar dalam desain. TPJAK 1997 membagi kendaraan rencana menjadi : 1) Kendaraan Kecil, yang diwakili oleh mobil penumpang. 2) Kendaraan Sedang, truk 3 as tandem atau bus 2 as. 3) Kendaraan Besar, diwakili oleh truk semi trailer[3].

Medan rencana jalan adalah klasifikasi jalan berdasarkan kemiringan memanjang jalan. TPGJAK 1997 membagi medan jalan menjadi : medan datar, bukit gunung. Secara lengkap medan jalan pada Tabel 1.

Tabel 1. Medan Jalan

| No | Jenis Medan | Notasi | Kemiringan |
|----|-------------|--------|------------|
| 1 | Datar | D | < 3 % |
| 2 | Bukit | B | 3 – 25 % |
| 3 | Gunung | G | >25 % |

Kecepatan rencana (V_R) adalah kecepatan yang dijadikan dasar perencanaan suatu geometrik jalan. Desainer jalan harus menjamin pengendara dapat melewati jalan dengan aman sehubungan dengan detail bentuk jalan tersebut. Tata Pedoman Geometrik Jalan Antar Kota 1997 (TPGJAK 1997) yang menjadi acuan desain bentuk jalan di Indonesia menetapkan kecepatan rencana jalan seperti pada Tabel 2. Kecepatan rencana dapat diturunkan hingga 20 Km/jam jika kondisi medan sangat tidak memungkinkan [3].

Tabel 2. Kecepatan Rencana Jalan

| Fungsi | Kecepatan Rencan (V_R) km/jam | | |
|----------|-----------------------------------|---------|---------|
| | Datar | Bukit | Gunung |
| Arter | 70 – 120 | 60 - 80 | 40 – 70 |
| Kolektor | 60 – 90 | 50 – 60 | 30 – 50 |
| Lokal | 40 -70 | 30 - 50 | 20 - 30 |

D. Jarak Pandang

Jarak pandang adalah suatu jarak yang dibutuhkan oleh seorang pengendara atau pengemudi untuk melakukan tindakan supaya dapat menghindari bahaya apabila pengemudi tersebut melihat adanya halangan yang membahayakan.

Ada 2 jarak pandang yaitu : 1) Jarak pandang henti (J_h) dan 2) Jarak pandang mendahului (J_d). Terkait dengan desain tikungan, maka yang dibutuhkan adalah jarak pandang henti. TPGJAK 1997 merumuskan jarak pandang henti seperti pada Persamaan (1).

$$J_h = 0,278 \cdot V_R \cdot T + \frac{V_R^2}{254 \cdot g \cdot f_p} \quad (1)$$

Dimana J_h adalah jarak pandang henti dalam m, V_R adalah kecepatan rencana dalam km/jam, T adalah waktu tanggap ditentukan sebesar 2,5 detik, g adalah gaya gravitasi dalam m/det^2 , dan f_p adalah koefisien gesek memanjang jalan ditentukan sebesar 0,35 – 0,55.

E. Alinyemen Horisontal Jalan

Alinyemen horisontal adalah kumpulan titik-titik yang membentuk garis lurus (tangens) maupun lengkung (tikungan) sebagai proyeksi as jalan pada bidang horisontal [5]. Bagian lengkung dapat berupa busur lingkaran saja (*full circle*), busur peralihan saja (*spiral-spiral*) atau busur lingkaran dan busur peralihan (*spiral-circle-spiral*).

Perancangan geometrik jalan pada bagian lengkung dimaksudkan untuk mengimbangi gaya sentrifugal pada kendaraan dengan kecepatan V agar tetap berada pada jalur sebenarnya. Pada bagian lengkung jalan dibuat miring secara melintang disebut dengan superelvasi (e) dimaksudkan untuk menahan gaya sentrifugal yang terjadi. Koefisien gesek melintang antar ban kendaraan dan perkerasan (f) juga berkontribusi menahan gaya sentrifugal.

Sebuah tikungan akan memberikan keamanan bagi pengemudi yang melewatinya dalam kecepatan tertentu jika didesain dengan mempertimbangkan jari-jari tikungan minimum (R_{min}), superelvasi dan koefisien gesek. Dalam TPGJAK 1997 jari-jari minimum sebuah tikungan harus sebesar Persamaan (2).

$$R_{min} = \frac{V_R^2}{127 (e_{maks} + f_{maks})} \quad (2)$$

Dimana R_{min} adalah jari-jari minimum tikungan dalam m, V_R adalah kecepatan rencana dalam km/jam, e_{maks} adalah superelvasi maksimum dalam % untuk jalan luar kota dapat sampai 12% dan disarankan maksimum 10%, f_{maks} adalah koefisien gesek melintang jalan untuk jalan aspal diambil sebesar 0,14 – 0,24.

Dalam Hendarsin (2000) mengacu pada AASHTO nilai f_{maks} dapat ditentukan dengan menggunakan Persamaan (3) untuk $V_R < 80$ Km/jam dan untuk $V_R > 80$ Km/jam digunakan Persamaan (4).

$$f_{maks} = -0,00065V_R + 0,192 \quad (3)$$

$$f_{maks} = 0,00125V_R + 0,24 \quad (4)$$

F. Daerah bebas Samping Tikungan (E)

Jarak pandang pengemudi yang bergerak pada lajur dalam tikungan acapkali terhalang oleh bangunan, pagar, pepohonan, semak, tebing tanah atau batuan. Untuk keamanan pengemudi maka jarak pandang henti minimum harus terpenuhi pada setiap tikungan. Pada tikungan dengan jarak pandang henti lebih kecil dari

pada total lengkung ($J_h < L_t$) maka daerah bebas samping pada tikungan (E) minimal sebesar Persamaan (5)[6].

$$E = R^I \left(1 - \cos \frac{28,65 J_h}{R^I} \right) \quad (5)$$

Untuk $L_t < J_h$ maka E minimal sebesar Persamaan (6).

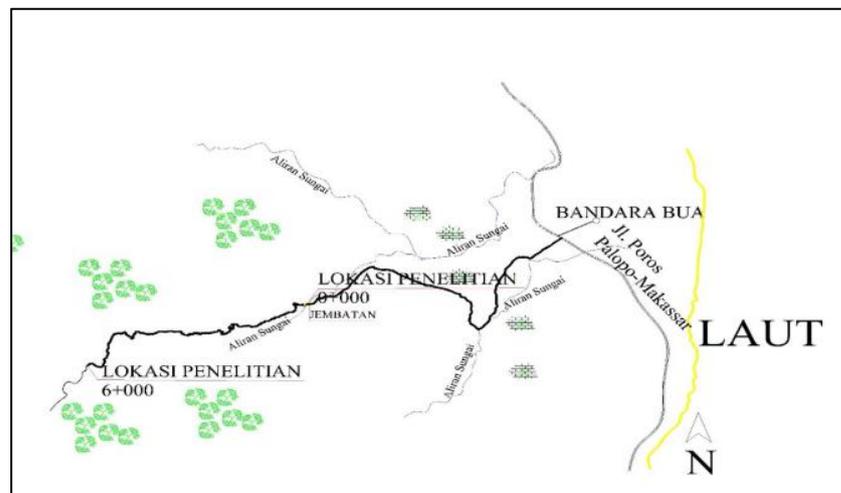
$$E = R^I \left(1 - \cos \frac{28,65 J_h}{R^I} \right) + \left(\frac{J_h - L_t}{2} \sin \frac{28,65 J_h}{R^I} \right) \quad (6)$$

Dimana E adalah jarak bebas samping pada tikungan dalam m, R^I adalah jari-jari sumbu lajur dalam dalam m, J_h adalah jarak pandang henti dalam m, L_t adalah total panjang tikungan dalam m.

III. Metodologi Penelitian

A. Lokasi Penelitian

Sta 0+000 berjarak 8 Km dari Bandara Bua ke arah Toraja Utara sejauh 6 Km. Kondisi eksisting adalah jalan tanah. Pada ruas jalan yang diteliti terdapat 96 tikungan. Lokasi selengkapnya dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1 . Lokasi Penelitian

B. Metode Penelitian

Penelitian dilakukan dengan cara meninjau kesesuaian gambar desain geometrik jalan yang dibuat oleh konsultan perencanaan dengan pedoman yang berlaku. Urutan penelitian adalah : 1) Menentukan medan rencana. 2) Menentukan kecepatan rencana (V_R). 3) Menganalisis R_{min} tikungan. 4) Menganalisis superelavasi tikungan. 5) Menganalisis jarak bebas samping pada tikungan.

IV. Hasil dan Pembahasan

A. Klasifikasi Medan Jalan

Analisis medan jalan dilakukan berdasarkan ketinggian masing-masing STA pada gambar desain. Kondisi medan jalan dengan kemiringan jalan 0 – 3% terdapat 1,25 km, sedangkan kemiringan 3 – 25% terdapat 4,75 km. dengan demikian mengacu pada Tabel 1 mayoritas medan jalan di lokasi penelitian adalah bukit (B).

B. Kecepatan Rencana (V_R)

Informasi dari pihak instansi terkait Ruas jalan Bua – Batas Toraja Utara (Rantepao) masuk dalam fungsi jalan lokal dan berdasarkan analisis medan dapat diketahui medan adalah bukit. Sehingga dengan mengacu pada Tabel 2 dapat diketahui bahwa kecepatan rencana (V_R) jalan berkisar antara 30 – 50 km/jam.

C. Analisis Jari-jari Minimum (R_{min})

Dalam analisis pertama digunakan V_R dan nilai superelavasi (e_{max}) sesuai dengan gambar desain. Nilai f_{maks} dihitung dengan menggunakan Persamaan (3). Diperoleh :

$$f_{maks} = -0,00065V_R + 0,192$$

$$f_{maks} = (-0,00065 \cdot 30) + 0,192$$

$$f_{\text{maks}} = 0,17$$

Perhitungan berikut adalah R_{min} untuk tikungan 1 (PI 1).

Diketahui : $V_R = 30$ Km/Jam; $e_{\text{max}} = 0,044$; $f_{\text{max}} = 0,17$

$$R_{\text{min}} = \frac{V_R^2}{127 (e_{\text{max}} + f_{\text{max}})}$$

$$R_{\text{min}} = \frac{30^2}{127 (0,044 + 0,17)}$$

$$R_{\text{min}} = 32,73 \text{ m}$$

Analisis terhadap 96 tikungan yang ada, terlihat bahwa R desain lebih besar dari pada R_{min} . Hal ini mengisyaratkan bahwa gambar desain tikungan memenuhi syarat keamanan bagi pengendara terhadap gaya sentrifugal yang timbul saat melewati tikungan dengan V_R yang ada.

Hanya saja dalam gambar desain terlihat bahwa sebagian besar, yaitu 61 tikungan, didesain dengan V_R rendah, sebesar 20 Km/jam. Tikungan tersebut adalah : PI 3, PI 4, PI 5, PI 7, PI 12, PI 15, PI 16, PI 17, PI 18, PI 22, PI 23, PI 24, PI 25, PI 26, PI 27, PI 29, PI 30, PI 32, PI 33, PI 34, PI 35, PI 36, PI 37, PI 40, PI 42, PI 43, PI 44, PI 45, PI 51, PI 52, PI 53, PI 54, PI 55, PI 56, PI 57, PI 58, PI 59, PI 60, PI 61, PI 62, PI 63, PI 64, PI 65, PI 75, PI 77, PI 78, PI 79, PI 80, PI 81, PI 83, PI 87, PI 88, PI 89, PI 90, PI 91, PI 92, PI 93, PI 94 dan PI 96. Jika mempertahankan desain ini, maka waktu tempuh jalan tersebut akan lama. Untuk meningkatkan pelayanan jalan sehubungan dengan kecepatan maka selanjutnya 61 tikungan tersebut dianalisis dengan V_R sebesar 30 Km/jam.

Dengan mempertahankan nilai e_{maks} sesuai gambar desain, V_R ditingkatkan menjadi 30 Km/jam dan $f_{\text{maks}} = 0,17$ (sesuai dengan Persamaan (3)), 61 tikungan tersebut dianalisis kembali dengan Persamaan (2). Perhitungan berikut adalah contoh perhitungan untuk tikungan PI 3.

Diketahui : $V_R = 30$ Km/Jam; $e_{\text{max}} = 0,053$; $f_{\text{max}} = 0,17$

$$R_{\text{min}} = \frac{V_R^2}{127 (e_{\text{max}} + f_{\text{max}})}$$

$$R_{\text{min}} = \frac{30^2}{127 (0,053 + 0,17)}$$

$$R_{\text{min}} = 31,43 \text{ m}$$

$$\text{Sementara } R_{\text{desain}} = 20 \text{ m.}$$

Terlihat bahwa tikungan PI 3 tidak aman terhadap gaya sentrifugal jika mempertahankan R dan e sesuai dengan gambar desain. Dari perhitungan yang sama terhadap 61 tikungan, diperoleh bahwa 22 tikungan "aman" dan 39 tikungan "tidak aman." Tikungan yang tidak aman tersebut adalah : PI 3, PI 4, PI 5, PI 6, PI 7, PI 12, PI 16, PI 17, PI 25, PI 26, PI 27, PI 29, PI 30, PI 31, PI 32, PI 35, PI 36, PI 37, PI 40, PI 42, PI 43, PI 45, PI 52, PI 54, PI 58, PI 59, PI 61, PI 62, PI 64, PI 75, PI 80, PI 83, PI 88, PI 89 dan PI 90.

Selanjutnya 39 tikungan yang "tidak aman" tersebut, dilakukan perbaikan dengan meningkatkan nilai superelevasi (e_{maks}). Dalam TPGJAK 1997 superelevasi maksimum sebesar 12% namun disarankan untuk jalan luar kota maksimum sebesar 10%. Oleh karena itu 39 tikungan tersebut dianalisis dengan e_{maks} sebesar 10% (0,1). Contoh berikut adalah perhitungan pada tikungan PI 3 yang ditingkatkan superelevasinya.

Diketahui : $V_R = 30$ Km/Jam; $e_{\text{max}} = 0,1$; $f_{\text{max}} = 0,17$

$$R_{\text{min}} = \frac{V_R^2}{127 (e_{\text{max}} + f_{\text{max}})}$$

$$R_{\text{min}} = \frac{30^2}{127 (0,1 + 0,17)}$$

$$R_{\text{min}} = 26,25 \text{ m}$$

$$\text{Sementara } R_{\text{desain}} = 20 \text{ m.}$$

Setelah nilai superelevasi dinaikkan menjadi 10% terlihat bahwa nilai R_{min} masih lebih besar dari pada R_{Desain} . Setelah melakukan analisis yang sama terhadap 39 tikungan, diperoleh bahwa hanya 7 tikungan yang "aman" sementara 32 tikungan lainnya masih "tidak aman." Tikungan yang tidak aman tersebut adalah : PI 3, PI 4, PI 5, PI 6, PI 12, PI 25, PI 26, PI 27, PI 29, PI 30, PI 31, PI 32, PI 35, PI 36, PI 37, PI 40, PI 42, PI 43, PI 45, PI 52, PI 54, PI 59, PI 61, PI 62, PI 64, PI 65, PI 75, PI 80, PI 88, PI 89, PI 90 dan PI 93. Untuk

meningkatkan pelayanan jalan sehubungan waktu tempuh maka 32 tikungan tersebut harus didesain ulang dengan $V_R = 30$ Km/jam. Rmin disarankan sebesar 30 m.

D. Analisis Jarak Pandang Bebas pada Tikungan (E)

Sebelum menganalisis jarak pandang bebas pada tikungan terlebih dahulu dihitung jarak pandang henti (J_h) sesuai dengan V_R pada masing-masing tikungan menggunakan Persamaan (1).

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

Sebagai contoh tikungan PI 1, diketahui $V_R = 30$ Km/jam; $T = 2,5$ detik; $g = 9,8$ m/det²; $f_p = 0,45$.

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

$$J_h = 0,278 \cdot 30 \cdot 2,5 + \frac{30^2}{254 \cdot 9,8 \cdot 0,45}$$

$$J_h = 28,71 \text{ m}$$

Dari gambar desain diperoleh panjang total tikungan (L_t) PI 1 = 64,523 m. Jadi $J_h < L_t$ sehingga untuk perhitungan jarak pandang bebas pada tikungan (E) dihitung dengan menggunakan Persamaan (5).

Diketahui : $R' = 103,25$ m; $J_h = 28,71$ m

$$E = R' \left(1 - \cos \frac{28,65 J_h}{R'} \right)$$

$$E = 103,25 \left(1 - \cos \frac{28,65 \cdot 28,71}{103,25} \right)$$

$$E = 0,996 \approx 1 \text{ m}$$

Jadi untuk keamanan pengemudi terhadap jarak pandang di tikungan PI 1 diperlukan daerah bebas samping (E) sebesar 1 m. Pengukuran langsung di lapangan menunjukkan bahwa jarak pandang bebas yang tersedia sebesar 3 m, dengan demikian tersedia jarak pandang yang cukup bagi pengemudi. Tikungan PI 1 dikategorikan aman dari segi jarak pandang bebas (E).



Gambar 2. Pengukuran Jarak Pandang Bebas di Lapangan ($E_{Lapangan}$)

Secara berulang analisis yang sama dilakukan terhadap seluruh tikungan yang ada, dengan ketentuan jika $J_h < L_t$, perhitungan E menggunakan Persamaan (5) dan jika $J_h > L_t$ menggunakan Persamaan (6). Kecepatan rencana (V_R) yang digunakan sesuai dengan gambar desain. Selengkapnya hasil analisis untuk tikungan dengan $J_h < L_t$ dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3. Daerah Bebas Samping (E) untuk $J_h < L_t$

| No. PI | E_{Hitung} (m) | $E_{Lapangan}$ (m) | No. PI | E_{Hitung} (m) | $E_{Lapangan}$ (m) |
|--------|------------------|--------------------|--------|------------------|--------------------|
| 1 | 1.00 | 3 | 53 | 1.01 | 0.2 |
| 2 | 1.46 | 3.1 | 55 | 1.13 | 1.3 |

| | | | | | |
|----|-------------|----------|----|------|----------|
| 5 | 1.61 | 3.5 | 56 | 0.89 | 2 |
| 6 | 2.41 | 5.2 | 57 | 1.07 | 2.3 |
| 7 | 1.48 | 3.9 | 58 | 1.43 | 2.2 |
| 8 | 1.70 | 3.1 | 59 | 1.84 | 1.5 |
| 9 | 1.67 | 3.1 | 60 | 1.04 | 2.3 |
| 10 | 0.63 | 2.6 | 63 | 0.74 | 2 |
| 16 | 1.54 | ∞ | 66 | 1.44 | 2.4 |
| 17 | 1.54 | ∞ | 67 | 1.08 | 2.5 |
| 18 | 1.04 | 2 | 68 | 1.56 | 3 |
| 19 | 2.28 | ∞ | 71 | 2.53 | 2.6 |
| 20 | 1.46 | 3 | 72 | 2.42 | 2.9 |
| 21 | 1.14 | 2.2 | 74 | 1.35 | 2.8 |
| 22 | 0.83 | ∞ | 75 | 3.79 | 3.7 |
| 23 | 1.13 | 2.6 | 76 | 1.35 | 1.45 |
| 24 | 1.04 | ∞ | 78 | 1.20 | 1.23 |
| 27 | 1.61 | 2.1 | 79 | 1.04 | 1.4 |
| 28 | 1.46 | ∞ | 81 | 0.89 | 3 |
| 29 | 1.93 | ∞ | 82 | 1.40 | 3.4 |
| 33 | 1.16 | 1.7 | 83 | 1.38 | 2.45 |
| 36 | 2.96 | 2.9 | 84 | 1.96 | 2.4 |
| 37 | 2.27 | 1.1 | 85 | 1.82 | ∞ |
| 39 | 1.74 | 4.4 | 86 | 1.73 | ∞ |
| 44 | 0.81 | ∞ | 87 | 1.20 | ∞ |
| 46 | 1.31 | ∞ | 89 | 1.61 | ∞ |
| 47 | 1.05 | 4.4 | 90 | 1.84 | ∞ |
| 48 | 1.16 | ∞ | 91 | 1.24 | 2.3 |
| 49 | 2.01 | 3.4 | 92 | 0.72 | 1.9 |
| 50 | 1.28 | ∞ | 93 | 1.61 | 1.7 |
| 51 | 1.07 | 3.3 | 94 | 0.71 | 3 |

Pada Tabel 2 terlihat bahwa tikungan PI 36 dan PI 37 E_{Hitung} lebih besar dari $E_{Lapangan}$. Hal tersebut menunjukkan bahwa kedua tikungan tersebut tidak aman untuk jarak pandang. Selanjutnya hasil analisis tikungan pada kondisi $J_h > L_t$ dengan V_R sesuai gambar desain dapat dilihat pada Tabel 4.

Tabel 4. Daerah Bebas Samping (E) untuk $J_h > L_t$

| No. PI | E_{Hitung} (m) | $E_{Lapangan}$ (m) | No. PI | E_{Hitung} (m) | $E_{Lapangan}$ (m) |
|--------|------------------|--------------------|--------|------------------|--------------------|
| 3 | 2.40 | 2.5 | 42 | 2.48 | 2.5 |
| 4 | 3.45 | 4.0 | 43 | 3.21 | 2.9 |
| 11 | 2.20 | 2.4 | 45 | 4.70 | 3.0 |
| 12 | 3.74 | 2.6 | 52 | 4.34 | 3.0 |
| 13 | 1.84 | 2.5 | 54 | 7.19 | 5.0 |
| 14 | 2.34 | 2.4 | 61 | 3.14 | ∞ |
| 15 | 1.36 | 2.9 | 62 | 2.77 | 2.8 |
| 25 | 3.75 | 2.9 | 64 | 2.67 | 2.7 |
| 26 | 3.62 | 3.0 | 65 | 3.47 | 3.5 |
| 30 | 4.73 | 4.5 | 69 | 1.86 | 2.1 |
| 31 | 4.97 | 4.7 | 70 | 2.08 | 2.1 |
| 32 | 4.03 | 4.0 | 73 | 3.00 | 4.5 |
| 34 | 1.38 | 2.0 | 77 | 1.58 | ∞ |
| 35 | 3.10 | 3.4 | 80 | 4.05 | ∞ |
| 38 | 3.60 | 3.5 | 88 | 3.44 | ∞ |
| 40 | 2.06 | 2.1 | 95 | 2.30 | ∞ |
| 41 | 2.56 | 2.6 | 96 | 1.75 | 1.2 |

Pada Tabel 3 terlihat ada 10 tikungan yang tidak aman terhadap jarak pandang yaitu : PI 12, PI 25, PI 26, PI 30, PI 31, PI 32, PI 43, PI 45, PI 52 dan PI 54.

Demi keamanan pengemudi terkait dengan jarak pandang henti agar tersedia waktu yang cukup untukantisipasi bahaya di tikungan maka ke 12 tikungan di mana $E_{Hitung} > E_{Lapangan}$, maka harus dilakukan galian pada tebing, pembersihan semak dan lain-lain sesuai dengan kondisi lapangan.

V. Kesimpulan

Pada pekerjaan jalan Ruas Bua – Batas Toraja Utara terdapat 96 tikungan, di mana 61 tikungan didesain dengan $V_R=20$ Km/jam. Untuk meningkatkan pelayanan V_R dinaikkan menjadi 30 Km/jam. Ada 22 tikungan tidak memerlukan perbaikan geometrik, 7 tikungan harus dinaikkan kemiringan superelevasinya (e_{maks}) hingga maksimum 10% sementara 32 tikungan harus diperbaiki dengan menambah panjang jari-jari tikungan. Terdapat 12 tikungan yang jarak pandang bebas di lapangan ($E_{Lapangan}$) lebih kecil dari E_{Hitung} . Untuk itu diperlukan perluasan jarak pandang pada tikungan baik berupa galian tanah, pembersihan dan lain-lain tergantung kondisi lapangan.

Daftar Pustaka

- [1] A. T. Arrang, "Tinjauan Keselamatan Terhadap Geometrik Jalan Ruas Toraja – Palopo (Studi Kasus STA 379+170 – 383+300)," *Pena Tek.*, vol. 1, no. No. 2, 2016, [Online]. Available: <http://www.ojs.unanda.ac.id/index.php/jiit/search/authors/view?firstName=AbdiasTandy&middleName=&lastName=Arrang&affiliation=Dosen Program Studi Teknik Sipil Universitas Andi Djemma Palopo&country=ID>.
- [2] H. Saodang, *Konstruksi Jalan Raya, Buku 1: Geometrik Jalan*. Jakarta: Nova, 2004.
- [3] Direktorat Jenderal Bina Marga, "Tata Cara Perencanaan Geometrik Jalan Antar Kota." Departemen Pekerjaan Umum, Jakarta, 1997.
- [4] Pemerintah Republik Indonesia, "Undang-Undang No. 38 Tahun 2004 tentang Jalan." Jakarta, 2004.
- [5] Suwardo and Iman Haryanto, *Perancangan Geometrik Jalan*. Yogyakarta: UGM Press, 2019.
- [6] S. L. Hendarsin, *Penuntun Praktis Perencanaan Teknik Jalan Raya*. Bandung: Politeknik Negeri Bandung, 2000.