

Analisis Geometrik Pada Ruas Jalan Gadihu Indah – Ahuru Kota Ambon

Fransiskus Idonggoleng¹, Julius Buyang², Penina .T. Istia³

¹Politeknik Negeri Ambon, Maluku, Indonesia

^{2,3}Politeknik Negeri Ambon, Maluku, Indonesia
idonggoleng@gmail.com

Abstract: *This research location is on the Gadihu Indah – Ahuru road Ambon City 1.300 km long with the coordinates of the starting point of the research location ($n 1^{\circ}19'43,7'' e 124^{\circ}54'13,3''$) and the final point of the research location ($n 1^{\circ}20'44,5'' e 124^{\circ}53'53,9''$). Which is located in Batu Merah Kebun Cengkeh Village to Ahuru Village, Sirimau Ambon Distrik, Maluku Province. The road is located on a plateau which has several bends and incline and the turning radius at intersections does not comply with Road Geometric Planning Standards, so accidents often occur. The aim of this research is to analyze more deeply in the form of a review of vertical and horizontal alignments, namely inclines, descents and bends. So that you get appropriate results in planning the road. The analysis method uses the AutoCAD Civil 3D Software program, which is determined based on Road Geometric Planning Guidelines No.20/SE/Db/2021. The data type consists of primary data and secondary data. For primary data, road condition data and topographic data (measurements) and for secondary data, planned speed data. The analysis results show that the horizontal alignment has 17 types of Full Circle (FC) bends, namely at corners 1 to 6 and continued at corners 8 to 18. Spiral Circle Spiral (SCS) bends have 1 type of band at corner 7. Then in the alignment the vertical has 20 vertical curves, with 11 convex verticals and 9 concave verticals.*

Keywords: *Geometrik, Civil3D, Horizontal Alignment, Vertical.*

Abstrak: Lokasi penelitian ini berada pada ruas jalan Gadihu Indah – Ahuru Kota Ambon sepanjang 1.300 km dengan koordinat titik awal lokasi penelitian ($n 1^{\circ}19'43,7'' e 124^{\circ}54'13,3''$) dan titik akhir lokasi penelitian ($n 1^{\circ}20'44,5'' e 124^{\circ}53'53,9''$). Yang terletak di Desa Batu Merah Kebun Cengkeh sampai dengan Desa Ahuru, Kecamatan Sirimau Ambon Provinsi Maluku. Jalan tersebut berada pada dataran tinggi yang memiliki beberapa tikungan dan tanjakan serta radius belokan pada persimpangan yang tidak sesuai dengan standar perencanaan geometrik jalan, sehingga sering terjadi kecelakaan. Tujuan penelitian ini kita dapat menganalisis lebih dalam berupa tinjauan alinyemen vertikal maupun horizontal yaitu pada tanjakan, turunan dan tikungan, sehingga mendapatkan hasil yang sesuai dalam perencanaan jalan tersebut. Metode Analisis dengan menggunakan program Software AutoCAD Civil 3D, yang ditentukan berdasarkan Pedoman Perencanaan Geometrik Jalan No.20/SE/Db/2021. Jenis data terdiri dari data primer dan data sekunder . Untuk data primer data kondisi jalan dan data topografi (pengukuran) dan untuk data sekunder data kecepatan rencana. Hasil analisis menunjukan pada alinyemen horizontal memiliki 17 jenis tikungan Full Circle (FC) yaitu pada tikungan 1 sampai tikungan 6 dan di lanjutkan pada tikungan 8 sampai tikungan 18. Tikungan Spiral Circle Spiral (SCS) memiliki 1 jenis pada tikungan ke 7. Kemudian pada alinyemen vertika memiliki 20 lengkung vertikal, dengan 11 vertikal cembung dan 9 vertikal cekung.

Kata Kunci : Geometrik, Civil3D, Alinyemen Horisontl, Vertikal.

Pendahuluan

Jalan raya adalah infrastruktur transportasi darat yang mencakup seluruh elemen seperti jalan, bangunan pendukung, dan peralatannya, yang di rancang untuk lalu lintas di permukaan tanah, di atas tanah, di atas air, dan di bawah air, menurut UU No. 38 Tahun 2004. Geometrik jalan mengacu pada perencanaan bentuk fisik jalan untuk memastikan infrastruktur yang aman. Alinyemen Horizontal adalah proyeksi sumbu jalan pada bidang horizontal yang terdiri dari bagian lurus yang dihubungkan dengan bagian lengkung (disebut juga tikungan), yang dimaksudkan

untuk mengimbangi gaya sentrifugal yang diterima oleh kendaraan saat berjalan pada kecepatan rencana. Alinyemen Vertikal adalah perpotongan bidang vertikal dengan bidang permukaan perkerasan jalan. (Sumber: Tata Cara Perencanaan Geometrik Jalan Antar Kota, 1997).

Jalan Gadihu Indah yang berada di Desa Batu Merah Kebun Cengkeh sampai dengan Desa Ahuru, Kecamatan Sirimau, Ambon Provinsi Maluku. Pada tanggal 15 september 2019 telah terjadi kecelakaan sebuah angkutan jurusan Kebun Cengkeh bernomor polisi DE 1814 MU, Karena kendaraan tidak mampu menaiki tanjakan yang berada di jalan Desa Ahuru, sehingga mesin kendaraan tersebut mati, yang mengakibatkan mobil bergerak mundur lalu terguling dua kali dan menewaskan seorang penumpang serta beberapa lainnya luka – luka (amq.kompas.com), Terjadinya kecelakaan karena tanjakan yang tidak sesuai dengan Standar Nasional Indonesia.

Dari permasalahan yang terjadi sehingga dilakukan evaluasi bentuk geometrik jalan dengan menggunakan software AutoCAD Civil 3D ,memungkinkan perencanaan jalan yang lebih efisien dan akurat dengan simulasi 3D, memperhatikan alinyemen vertikal dan horizontal seperti pada tanjakan, turunan, dan tikungan.

Metode

Penelitian ini dilakukan pada ruas jalan Gadihu Indah yang berada di Desa Batu Merah Kebun Cengkeh sampai dengan Desa Ahuru, Kecamatan Sirimau, Ambon Provinsi Maluku. Dengan awal titik (STA 0+000) berada di depan Lomez Barbershop dan titik akhir (STA 1+300) sesudah Masjid Jami Al-Huda Ahuru. Setelah itu di programkan menggunakan software AutoCAD Civil 3D 2018. Data primer adalah data yang diperoleh secara langsung dari lokasi penelitian, sedangkan data sekunder adalah data yang diperoleh dari sumber yang relevan.

Peralatan yang digunakan :

- Theodolit
- Kompas
- Meter Roll
- Bak Ukur
- Alat Tulis
- HT.

Cara kerja :

- Menentukan titik awal untuk memasang alat Theodolit
- Menyetel alat : stabilkan kedudukan alat agar kedudukannya tidak bergerak, seimbangkan nivo melalui sekrup penyetel.
- Awal pengukuran atau pembacaan dilakukan pada titik tetap (BM)

- Lakukan pembacaan BA, BT, dengan BB, sudut Azimuth, sudut vertikal dan mencatatnya dalam form yang telah disediakan.
- Lakukan pembacaan se perti di atas pada titik ke dua (rambu berada pada tepi kiri, kanan, dan tengah jalan).
- Lanjutkan pembacaan sama seperti diatas pada titik ketiga, keempat, dan seterusnya.
- Dalam pengukuran ini menggunakan sistem poligon terbuka.

Hasil dan Pembahasan

A. Gambaran Umum Lokasi Penelitian

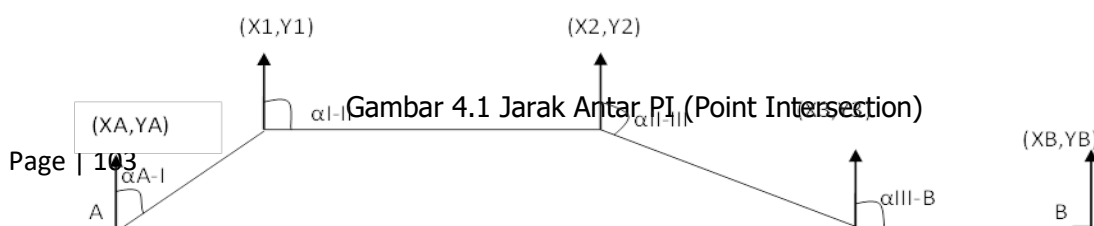
Lokasi penelitian ini berada pada ruas jalan Gadihu Indah – Ahuru Kota Ambon sepanjang 1.300 km dengan koordinat titik awal lokasi penelitian ($n 1^{\circ}19'43,7''$ e $124^{\circ}54'13,3''$) dan titik akhir lokasi penelitian ($n 1^{\circ}20'44,5''$ e $124^{\circ}53'53,9''$). Yang terletak di Desa Batu Merah Kebun Cengkeh sampai dengan Desa Ahuru, Kecamatan Sirimau Ambon Provinsi Maluku. Kondisi tata guna lahan sebagian besar adalah lahan pemukiman. Titik awal (sta 0+000) berada di persimpangan yang berhadapan dengan Lomes Barbershop, kemudian titik akhir (sta 1+300) setelah Mesjid Jami Al-Huda Ahuru.

B. Analisis Data

Data jalan di yang digunakan untuk menentukan hasil penelitian. Data jalan yang didapat dari lokasi studi antara lain :

1. Lokasi : Desa Kebun Cengke – Desa Ahuru Kota Ambon
2. Ruas : Jl. Gadihu Indah
3. Stasioner (STA) : 0 + 000 KM – 1 + 300 KM
4. Panjang Ruas : 1 + 300 KM
5. Kecepatan Rencana
 - a. Rata-Rata : 30 Km/Jam
 - b. Cembung : 10 km/jam
 - c. Cekung : 40 km/jam
6. Status Jalan : Lingkungan Sekunder

1. Perhitungan Jarak Antar PI (Point Intersection)



Sumber : civil 3D 2018

2. Penentuan Jenis Medan

Penentuan Jenis Medan untuk Potongan Memanjang pada ruas jalan Gadihu Indah – Ahuru Kota Ambon dimana orientasi medan (hasil pengukuran) sehingga dapat ditentukan klasifikasi medan datar maupun berbukit per stationing (STA)

Tabel 4.3 Klasifikasi medan jalan

Jenis Medan	Kemiringan Melintang Rata - Rata
Datar	0 – 9,9%
Perukitan	10 – 24,9%
Pegunungan	> 25%

Sumber : Pedoman Desain Geometrik Jalan bina marga tahun 2021

$$\text{Total} = \frac{\sum \% \text{Potongan}}{\text{Jumlah Potongan}} = \dots \% \text{ (Perbukit)}$$

$$\text{Total} = \frac{553.77}{52} = 10,65 \% \text{ (Perbukitan)}$$

3. Alinyemen Horisontal

1. Tikungan Full Circle (FC)

Ditentukan data-data sebagai berikut:

$$VD = 30 \text{ km/jam}$$

$$\Delta = 24.000^\circ$$

$$R = 25 \text{ m (Menyesuaikan kondisi existing trase jalan)}$$

$$e_{\max} = 0,28 \text{ m/m (e maks} = \sqrt{2} \text{ jalan rata-rata} / 127R)$$

$$e = 4 \%$$

$$f = 0,17 \text{ (berdasarkan pedoman desain geometrik jalan 2021 BM)}$$

$$R_{\min} = 35 \text{ m (berdasarkan pedoman desain geometrik jalan 2021 BM)}$$

Menghitung nilai Tc

$$\begin{aligned} Tc &= R \tan \Delta/2 \\ &= 24 \tan 24/2 \\ &= 5.314 \text{ m} \end{aligned}$$

Menghitung nilai Lc

$$\begin{aligned} Lc &= (\Delta/360) \times 2\pi R \\ &= (24 / 360) \times 2 \times 3.14 \times 25 \\ &= 10.87 \text{ m} \end{aligned}$$

Menghitung Ec

$$\begin{aligned} E_c &= (R / \cos \Delta/2) - R \\ &= (25 / \cos 24/ 2) - 25 \\ &= 0,559 \text{ m} \end{aligned}$$

Dengan demikian, data untuk lengkung full circle (FC) di atas yaitu :

$$\begin{aligned} V_D &= 30 \text{ km/jam} \\ \Delta &= 24^\circ \\ R &= 25 \text{ m} \\ E_c &= 0.56 \text{ m} \\ T_c &= 5.31 \text{ m} \\ L_c &= 10.47 \text{ m} \\ d &= A - PI_1 \\ &= 23.827 \\ \text{Cek} &= \text{OK} \\ d &= PI_1 - PI_2 \\ &= 14.88 \\ \text{Cek} &= \text{OK} \end{aligned}$$

2. Tikungan 7 Spiral-Circle-Spiral (S-C-S)

$$\text{Diketahui : } R = 60 \text{ m}$$

$$V_D = 20 \text{ km / jam}$$

Jenis kelas jalan ;

$$\Delta = 76^\circ$$

$$\begin{aligned} c &= 0,4 \text{ s/d } 0,8 \text{ ..(koefisien peralihan kecepatan)} \\ &= 0.4 \end{aligned}$$

direncanakan menggunakan jenis tikungan Spirasl-Circle-Spiral (S-C-S)

1.) Menghitung kecepatan tikungan

$$V_t = \sqrt{(127.R.(e + f_m))}$$

$$\text{Untuk } V_D = 60 \text{ km/jam , maka } f_m = 0,179$$

Maka :

$$\begin{aligned} V_t &= \sqrt{(127 . 60 .(0,100 +0,179))} \\ &= 46.11 \text{ km/jam} \end{aligned}$$

2.) Menghitung superelevasi tikungan

$$e = \frac{(V_r)^2}{(127 \cdot R)} - f_m = \frac{(20)^2}{(127 \cdot 60)} - 0,179$$

$$= -0,127 \approx -12,7\%$$

$$L_{smin} = 0,022 \cdot \frac{(V_r)^3}{(R \cdot c)} - 2,727 \cdot (V_r \cdot e)/c$$

$$= 0,022 \cdot \frac{(20)^3}{(60 \cdot 0,5)} - 2,727 \cdot (20 \cdot -0,046)/0,5$$

$$= 19,666 \text{ m}$$

Ls diperoleh dari tabel, dipengaruhi Vr dan e ...Ls = 22 m

Syarat aman : $L_{smin} < L_s$

$$19,666 < 22 \text{ Aman...!!}$$

$$\theta_s = \frac{(90^\circ \cdot L_s)}{(p \cdot R)} = \frac{(90^\circ \cdot 22)}{(p \cdot 60)} = 10,50^\circ$$

$$\Delta_c = \Delta - 2\theta_s$$

$$= 76 - 2 \cdot 10,50$$

$$= 54,992^\circ$$

$$L_c = \frac{\Delta_c}{(360^\circ)} \cdot 2pR = \frac{54,992}{(360^\circ)} \cdot 2p \cdot 60 = 57,587^\circ$$

$$L = L_c + 2L_s = 57,587 + 2 \cdot 22 = 101,587 \text{ m}$$

Dari Tabel pedoman desain geometrik jalan diperoleh p* dan k*

$$p^* = 0,0549549$$

$$k^* = 0,4934084$$

$$p = p^* \cdot L_s \qquad k = k^* \cdot L_s$$

$$= 0,0549549 \cdot 22,00 \qquad = 0,4934084 \cdot 22,0$$

$$= 1,209 \qquad = 10,855$$

$$T_s = (R \cdot p) \cdot \text{Tg } \frac{1}{2} \Delta + k$$

$$= (60 + 1,209) \cdot \text{Tg } (\frac{1}{2} \cdot 76) + 10,855$$

$$= 58,677 \text{ m}$$

$$E_s = \frac{(R + p)}{(\cos \frac{1}{2} \Delta)} - R$$

$$= \frac{(60 + 1,209)}{0,7880} - 60 = 17,675 \text{ m}$$

$$D = \frac{1432,4}{R} = \frac{1432,4}{60} = 23,873$$

Kesimpulan :

Karena ..Lc < 20 yaitu 57,587 < 20

$$L < 2T_s \qquad 101,587 < 48,6524$$

$$D_c > 0 \qquad 54,992 > 0$$

Maka : tikungan memenuhi untuk tipe spiral-circle-spiral

4. Alinyemen Vertikal

1.) Lengkung vertikal cembung

Menghitung alinyemen vertikal cembung 1 pada sta. 0 +113

$$\begin{aligned} \text{Dik : } g_1 &= -5.81 \% \\ g_2 &= -8.28 \% \\ V_r &= 30 \text{ km/jam} \end{aligned}$$

Titik PPV

- Elevasi PPV = 31.92 m
- Jarak PPV = 0 + 113.16 m
- Perbedaan aljabar landai (A) = $g_1 - g_2 = -5.81 + -8.28 = 2.47 \%$
- Perencanaan geometrik dengan mengetahui A dan V_r diperoleh $L_v = 60\text{m}$
- Pergeseran vertikal dari titik PPV ke bagian lengkung = L_v
- $E_v = (A \cdot L_v) / 800 = (2,474 \times 60) / 800 = 0.186 \text{ m}$

Titik PPV'

- Elevasi PPV' = $PPV - E_v$
= $114.99 - 0.186 = 114.81 \text{ m}$
- Jarak PPV' = 0 + 075 m

Jarak PLV

- Elevasi PLV = $PPV - (g_1 \% \cdot \frac{1}{2} \cdot L_v)$
= $114.99 - (-5.81 \% \cdot \frac{1}{2} \cdot 60) = 116.73 \text{ m}$
- Jarak PLV = $PPV - \frac{1}{2} \cdot L_v$
= $0 + 075 + \frac{1}{2} \cdot 60 = 0 + 45 \text{ m}$

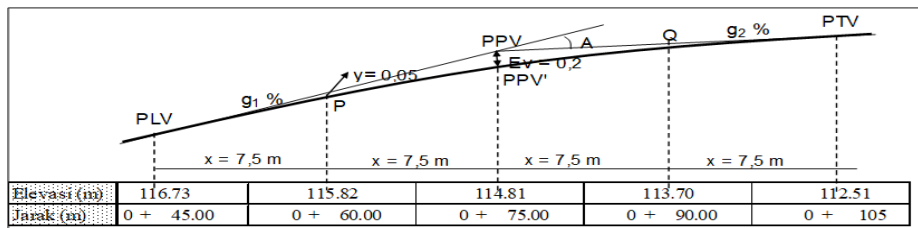
Jarak PTV

- Elevasi PTV = $PPV + (g_2 \% \cdot \frac{1}{2} \cdot L_v)$
= $31.92 - (8.28 \% \cdot \frac{1}{2} \cdot 60) = 112.51 \text{ m}$
- Jarak PTV = $PPV + \frac{1}{2} \cdot L_v$
= $0 + 075 + \frac{1}{2} \cdot 60 = 0 + 105 \text{ m}$

Titik P dan Q

- $x = \frac{1}{4} \cdot L_v$
= $\frac{1}{4} \cdot 60 = 15,000 \text{ m}$
- $y = (A \cdot [x]^2) / (200 L_v) = (2.47 \cdot 225,00) / (200 \cdot 60) = 0.046 \text{ m}$
- Elevasi P = $PPV - (g_1 \% \cdot x) - y$

- $= 114.99 - (-5.81 \% \cdot 15,000) - 0.046 = 115.82 \text{ m}$
- Jarak P = PPV - x
 $= 0 + 075 - 15,000 = 60 .00$
- Elevasi Q = PPV + (g2 % . x) - y
 $= 114.99 - (8.28 \% \cdot 15,000) - 0.046 = 113.70 \text{ m}$
- Jarak Q = PPV + x
 $= 0 + 075 + 15,000 = 0 + 900 \text{ m}$



Gambar 1. Grafik Cembung
Sumber : Olahan Data, 2023

2.) Lengkung vertikal cekung

Menghitung alinyemen vertikal cekung 1 pada sta 0 + 100

- Dik : g1 = -8,28 %
- g2 = 7,03 %
- Vr = 40 km/jam

Titik PPV

- Elevasi PPV = 112.928 m
- Jarak PPV = 0 + 100 m
- Perbedaan aljabar landai (A) = g1 - g2 = -8,28 + 7,03 = -15,31 %
- Perencanaan geometrik dengan mengetahui A dan Vr diperoleh Lv = 0.9 m
- Pergeseran vertikal dari titik PPV ke bagian lengkung = Lv
- Ev = (A.Lv)/800 = (-15,31 . 0.9)/800 = -0,017 m

Titik PPV'

- Elevasi PPV' = PPV - Ev
 $= 112.928 - -0,017 = 112,95 \text{ m}$
- Jarak PPV' = 0 + 100 m

Jarak PLV

- Elevasi PLV = PPV - (g1% . ½ . Lv)

$$= 112.928 - (-8,28 \% \cdot \frac{1}{2} \cdot 0.9) = 33.93 \text{ m}$$

– Jarak PLV = $PPV - \frac{1}{2} \cdot Lv$
 $= 0 + 100 + \frac{1}{2} \cdot 0.9 = 0 + 198.4 \text{ m}$

Jarak PTV

– Elevasi PTV = $PPV + (g_2\% \cdot \frac{1}{2} \cdot Lv)$
 $112.928 - (7,03 \% \cdot \frac{1}{2} \cdot 0.9) = 34.07 \text{ m}$

– Jarak PTV = $PPV + \frac{1}{2} \cdot Lv$
 $= 0 + 100 + \frac{1}{2} \cdot 0.9 = 0 + 199.3 \text{ m}$

Titik P dan Q

$x = \frac{1}{4} \cdot Lv$
 $= \frac{1}{4} \cdot 0.9 = 0.225 \text{ m}$

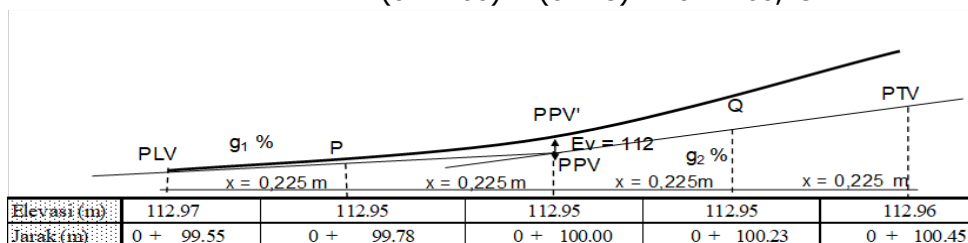
$y = \frac{A \cdot [x]^2}{(200 Lv)} = \frac{(-15,31 \cdot 0.05)}{(200 \cdot 0.9)} = -0,004 \text{ m}$

– Elevasi P = $PPV - (g_1 \% \cdot x) - y$
 $= 112.928 - (-8,28 \% \cdot 0.225) - (-0,004) = 112,95 \text{ m}$

– Jarak P = $PPV - x$
 $= 0 + 100 - 0.225 = 0 + 199,78 \text{ m}$

– Elevasi Q = $PPV + (g_2 \% \cdot x) - y$
 $= 112.928 - (7,03 \% \cdot 0.225) - (-0,004) = 112,95 \text{ m}$

– Jarak Q = $PPV + x$
 $= (0 + 100) + (0.225) = 0 + 100,23 \text{ m}$



Gambar 2. Grafik cekung
Sumber : Olahan Data,2023

Kesimpulan

Berdasarkan hasil analisis yang dilakukan pada BAB IV, maka dapat disimpulkan beberapa hal mengenai geometrik pada ruas jalan Gadihu Indah – Ahuru Kota Ambon:

1. Berdasarkan hasil penelitian pada ruas jalan Gadihu Indah – Ahuru Kota Ambon memiliki panjang 1.300 km dengan kecepatan rencana rata- rata 30 km/jam. Terdapat alinyemen horizontal yang terdiri dari 17 tikungan Full Circle (FC) dan 1 tikungan Spiral Circle Spiral

(SCS), Sedangkan untuk alinyemen vertikal Terdiri dari 11 vertikal cembung dan 9 vertikal cekung

2. Hasil analisis kondisi geometrik pada ruas jalan Gadihu Indah – Ahuru Kota Ambon dengan standar Pedoman Desain Geometrik Jalan bina marga tahun 2021. Pada tikungan Full Circle (FC) memiliki nilai $d =$ jarak PI harus lebih besar atau sama dengan T_c (**ok**) seperti pada tikungan 4. $PI_4-PI_5 = 144.8$, tikungan 6. $PI_6-PI_7 = 138.8$, tikungan 8. $PI_8-PI_9 = 112$, tikungan 9. $PI_9-PI_{10} = 50.4$, tikungan 10. $PI_{10}-PI_{11} = 22.2$, tikungan 11. $PI_{11}-PI_{12} = 90.6$, tikungan 12. $PI_{12}-PI_{13} = 114.1$, tikungan 13. $PI_{13}-PI_{14} = 20.9$, tikungan 14. $PI_4-PI_5 = 150.9$, tikungan 15. $PI_{15}-PI_{16} = 142.4$, tikungan 16. $PI_{16}-PI_{17} = 12.7$, tikungan 17. $PI_{17}-PI_{18} = 161.7$, tikungan 18. $PI_{18}-PI_B = 178.8$. Sebaliknya jika nilai $d =$ jarak PI lebih kecil atau kurang dari nilai T_c (**not ok**), seperti pada tikungan 1. $A-PI_1 = 23.827$, tikungan 2. $PI_1-PI_2 = 14.88$, tikungan 3. $PI_2-PI_3 = 8.305$ tikungan 5. $PI_5-PI_6 = 25.1$. Super elevasi eksisting yang melebihi super elevasi maksimum yang di izinkan 8%. Alinyemen vertikal cembung terdapat 11 kelandaian eksisting (titik PPV1-PPV11) diantaranya terdapat 6 kelandaian jalan yang melebihi landai maksimum yang tidak sesuai standar pedoman desain, pada titik $PPV_2 = 14.02\%$ $PPV_4 = 13.81\%$ $PPV_6 = 14.14\%$ $PPV_7 = 8.83\%$ $PPV_8 = 26,84\%$, dan $PPV_9 = 19,56\%$.

Referensi

- Erdiyanto, E. (2021). Analisis Geometrik Jalan Bulusema Kabupaten Aceh Singkil (Doctoral dissertation, Universitas Medan Are).
- Hamzah, A. C. (2023). KISAH ANAK KAMPUNNG SURABAYA. airlangga University Press.
- Harahap, A. K., & Modifa, I. (2020). Kajian Pembangunan Jalan Lingkar Luar (Ringroad) Dari Sei Kapadatan Lalu Lintas Di Kota Pematangsiantar. *Jurnal Santeksipil*, 1(1).
- Indonesia, M. K. J. (1997). Direktorat Jendral Bina Marga Departemen Pekerjaan Umum.
- Iskandar, A. S. (2016). Perencanaan Goemetrik Dan Perkerasan Ruas Jalan Batukaras – Madrasari. *Jural Konstruksi*, 14(1)
- Raharjo, N. D. (2022). Dasar Perencanaan Geometrik Jalan. Cerdas Ulet Kreatif.
- Rambitan, D. W., Lalamentik, L. G., & Sendow, T. K. (2022). Analisis Geometrik Jalan Pada Ruas Jalan Tondano “Susulan STA 0+000”-STA 3+ 000. *TEKNO*, 20(81).
- Rani, D., & Widiyatmiko, R. (2017). ANALISI GEOMETRIK JALAN RAYA PADA DAERAH RAWAN KECELAKAAN (STUDI KASUS RUAS JALAN KASONGAN – PANDU Km 86,000-Km 87200). *Jurnal Teknik: Jurnal Teoritis Dan Terapan Bidang Keteknikan*, 1(1), 51-59.
- Ruslan, R., & Idham, M. (2020). Penentuan Jenis Tikungan Dan Geometrik Jalan (Studi Kasus: Jalan Kayu Api Kuala Penaso, Kecamatan Talang Muandau). *Jurnal TeKLA*, 2(2) 74-80.
- Shirley, H. L. (2000). Perencanaan Teknik Jalan Raya. Politeknik Negeri Bandung, Bandung.