

PERENCANAAN ALTERNATIF JALAN TOL PROBOLINGGO-BANYUWANGI RUAS KRAKSAAN-PAITON STA. 6+527 – STA. 22+280

Muhammad Andi Fatchurozi¹, Nain Daniarti Raharjo², Burhamtoro³

Mahasiswa Jurusan Teknik Sipil Politeknik Negeri Malang ¹, Dosen Jurusan Teknik Sipil Politeknik Negeri Malang², Dosen Jurusan Teknik Sipil Politeknik Negeri Malang³

Email: andifatchurozi21@gmail.com, nainrahardjo@polinema.ac.id, burhamtoro@polinema.ac.id

ABSTRAK

Proyek Jalan Tol Probolinggo - Banyuwangi memiliki total panjang 171,516 kilometer, meliputi tiga seksi yakni Kabupaten Probolinggo, Kabupaten Situbondo dan Kabupaten Banyuwangi. Seksi pertama Probolinggo - Besuki sepanjang 46,5 km, seksi kedua Besuki - Asembagus sepanjang 59,6 km, dan seksi ketiga Asembagus - Ketapang sepanjang 66,8 km. Padapenelitian ini akan dibahas perencanaan alternatif jalan tol Probolinggo – Banyuwangi ruas Kraksaan – Paiton STA. 6+527- STA 22.280 yang termasuk dalam bagian Seksi I. Data yang dibutuhkan untuk pengerjaan penelitian ini adalah data teknis jalan tol, peta topografi, data LHR, dan data CBR tanah. Proses analisis geometrik jalan didasarkan pada aturan Pedoman Desain Geometrik Jalan 2021 (PDGJ 2021) dengan alat bantu analisis menggunakan Ms. Excel 2021 dan pemodelan jalan menggunakan program Autodesk Civil 3D 2024. Hasil analisis menunjukkan pada trase eksisting alinyemen horizontal memiliki 4 tikungan berupa *Spiral-Circle-Spiral* (S-C-S) sepanjang 12.963,57km, alinyemen vertikal memiliki 4 jenis tikungan berbentuk cembung pada setiap titik, volume timbunan sebesar 1563,62m³, volume galian sebesar 12416,80m³. Sedangkan, pada trase alternatif alinyemen horizontal memiliki 3 tikungan berupa *Full Circle* (F-C) sepanjang 13.311,63km, alinyemen vertikal memiliki 3 jenis tikungan berupa cekung, cembung, dan cekung, volume timbunan sebesar 116.018,44m³, volume galian sebesar 48.273,46m³.

Kata kunci : Geometrik Jalan, Jalan Tol, Probolinggo-Banyuwangi, Alinyemen Horizontal, Alinyemen Vertikal

ABSTRACT

The Probolinggo-Banyuwangi Toll Road Project has a total length of 171,516 kilometers, covering three sections, namely Probolinggo Regency, Situbondo Regency, and Banyuwangi Regency. The first section of Probolinggo-Besuki is 46.5 km long, the second section of Besuki-Asembagus is 59.6 km long, and the third section of Asembagus-Ketapang is 66.8 km long. Topic in this research is discuss about alternative planning for the Probolinggo-Banyuwangi toll road for the Kraksaan-Paiton STA section. 6+527-STA 22.280, which is included in Section I. The data needed is technical data of toll road, topographic maps, average daily traffic data, and CBR data. The analyzed for the road geometric based on the rules of the 2021 Road Geometric Design Guidelines (PDGJ 2021), using Ms. Excel 2021 and application Autodesk Civil 3D 2024 for the calculations and design. The analysis results showed that on the existing route, for the design of horizontal alignment has 4 bends in the form of Spiral-Circle-Spiral (S-C-S) along 12,963.57 km, and the vertical alignment has 4 types of convex curves at each point, a volume embankment of 1563.62 m³, and an and an excavation volume of 12416.80 m³. Meanwhile, in the alternative alignment, the horizontal alignment has 3 curves for a full circle (F-C) models with a length of 13,311.63 km, the vertical alignment has 3 types of curves for convex, and concave models, the embankment volume is 116,018.44 m³, and the excavation volume is 48,273.46 m³.

Keywords : Road Geometric, Toll Road, Horizontal Alignment, Vertical Alignment

1. PENDAHULUAN

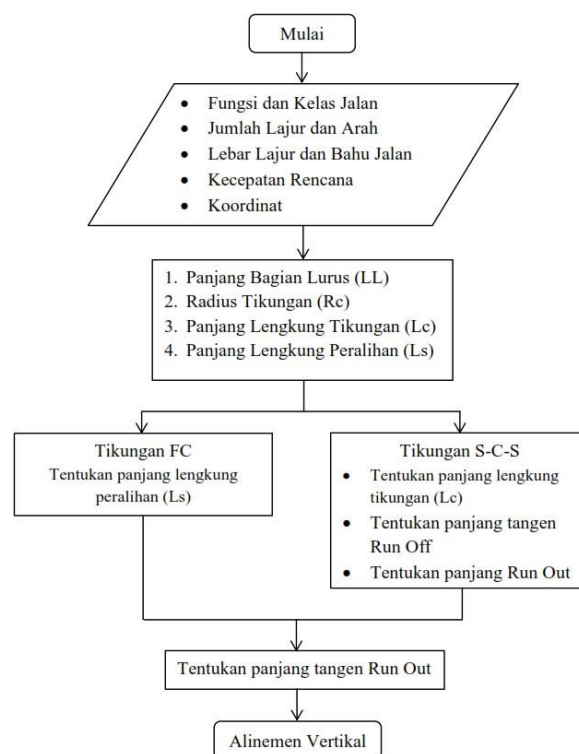
Peningkatan jumlah penduduk Probolinggo menjadi penyebab meningkatnya jumlah kendaraan bermotor di lalu lintas. Berdasarkan data BPS Kabupaten Probolinggo pada tahun 2021 dan rata-rata volume lalu lintas harian (LHR) ruas Kraksaan – Paiton pada tahun 2021 sebanyak 11.357 kendaraan. Pesatnya pertumbuhan jumlah kendaraan berdampak pada tuntutan jaringan jalan yang semakin ketat, oleh karena itu perlu adanya peningkatan kualitas dan kuantitas infrastruktur jalan berupa infrastruktur jalan baru yaitu pembangunan jalan tol. Keberadaan jalan tol menjanjikan peningkatan arus lalu lintas, pengiriman barang lebih cepat dan efisien, serta meningkatkan perekonomian tempat-tempat yang dilalui. Total panjang jalan tol Probolinggo-Banyuwangi yang direncanakan sepanjang 171.516 kilometer, meliputi tiga seksi yakni Kabupaten Probolinggo, Kabupaten Situbondo dan Kabupaten Banyuwangi. Seksi pertama Probolinggo - Besuki sepanjang 46,5 km, seksi kedua Besuki - Asyembagus sepanjang 59,6 km, dan seksi ketiga Asembagus - Ketapang sepanjang 66,8 km. Pada penelitian ini akan dibahas perencanaan alternatif jalan tol Probolinggo – Banyuwangi ruas Kraksaan – Paiton STA.6+527-STA22.280 yang termasuk dalam bagian Seksi I. Alasan dipilihnya lokasi ini sebagai lokasi studi tugas akhir adalah karena jalan tol tersebut belum dibangun dan diharapkan dapat memberikan perspektif lain pada perencanaan yang sudah ada.

Perencanaan alternatif tersebut dirancang untuk mendapatkan hasil perencanaan alternatif geometrik, perencanaan tebal perkerasan kaku, metode pelaksanaan yang layak, serta mendapatkan rencana anggaran biaya. Perencanaan geometrik merupakan salah satu aspek perencanaan jalan yang merencanakan dimensi ruas jalan. Parameter yang digunakan dalam perencanaan geometrik meliputi kelas jalan, kecepatan rencana, dan mempertimbangkan faktor keselamatan, dan kenyamanan. Analisis ulang perhitungan, metode dan perkiraan biaya dengan mempertimbangkan adanya alternatif rencana terhadap rencana yang sudah ada. Berdasarkan latar belakang di atas, maka perencanaan geometrik dan perencanaan perkerasan jalan harus dibuat secara akurat dan efisien. Oleh karena itu penulis mengambil judul Perencanaan Alternatif Jalan Tol Probolinggo – Banyuwangi Ruas Kraksaan – Paiton Sta.6+527 – Sta.22+280.

2. METODE

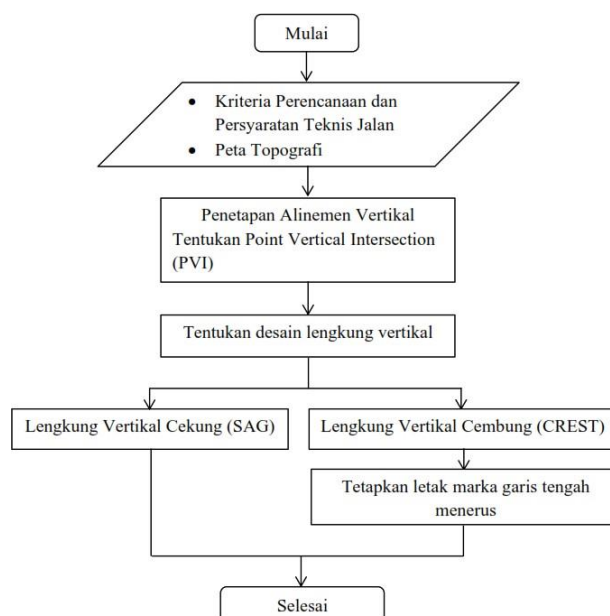
Pembangunan jalan tol memerlukan perencanaan geometri dibangun sesuai dengan fungsi jalan itu sendiri. Aturan yang dipakai dalam perencanaan geometri alinyemen horizontal dan vertikal yaitu Pedoman Desain Geometrik Jalan 2021 (PDGJ 2021). Berikut diagram alir pada kajian ini:

a. Perencanaan Alinyemen Horizontal



Gambar 1 Diagram Alir Perencanaan Alinyemen Horizontal

b. Perencanaan Alinyemen Vertikal



Gambar 2 Diagram Alir Perencanaan Alinyemen Vertikal

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

a. Kriteria Perencanaan

Lokasi Perencanaan alternatif geometrik ini berada pada Jalan Tol Probolinggo – Banyuwangi ruas Kraksaan – Paiton Sta.6+527 – Sta.22+280 dengan penggolongan

kriteria desain utama sebagai jalan tol, fungsi jalan local primer, kelas I. Jalan tol ini memiliki kecepatan rencana 100km/jam.

b. Menentukan Kriteria Desain Teknis

Kriteria desain teknis mengacu pada teknis jalan yang sudah terbagun dengan memperhatikan dan menyesuaikan

kaidah-kaidah yang telah ditentukan dalam peraturan terbaru

salam Pedoman Desain Geometrik Jalan (PDGJ) 2021.

No.	Elemen Kriteria Desain Teknis Geometrik Jalan	Nilai Kriteria
1	Kecepatan rencana, Km/Jam	100
2	Grade max, %	8
3	Kesesatan melintang paling besar (f max)	0,12
4	Superelevasi paling besar (e max), %	10
5	Tipe Jalan dan dimensi	
	Tipe Jalan	6/2D
	Lebar Lajur, m	3,60
	Lebar bahu dalam, m	1,50
	Lebar bahu luar, m	3,00
	Lebar median, m	0,80
6	Jenis perkerasan	Kaku

c. Perencanaan Alinyemen Horizontal

Jenis alinyemen horizontal dibagi menjadi 2 (dua) yaitu tipe

tikungan S-C-S dan F-C. pada subbab ini akan dibahas

mengenai perhitungan kedua tipe yang akan dijabarkan pada persamaan-persamaan berikut:

TIPE TIKUNGAN S-C-S

Seluruh trase jalan eksisting menggunakan tipe tikungan S-C-S sejumlah 4 tikungan.

Sudut defleksi PI. 1. (Δ) = 13,243°

Superelevation Runoff (Lr) = 13,074 meter

Radius (R_D) = 330 meter.

$$\Delta_{srad} = \frac{\Delta_{rad}}{180} = \frac{13,234}{180} = 0,059$$

$$Flatness\ of\ Spiral\ (A) = 2\sqrt{L_r \times R_D} = 87,631\ meter$$

$$X_s = L_r \times \left\{ 1 - \frac{L_r^2}{40.R_D^2} - \frac{L_r^4}{3456.R_D^4} \right\} = 54,040\ meter$$

$$Y_s = \frac{L_r^2}{6.R_D} \times \left\{ 1 - \frac{L_r^2}{56.R_D^2} - \frac{L_r^4}{7040.R_D^4} \right\} = 3,060\ meter$$

$$P = Y - (R_D \times 1 - \cos \Delta_{srad}) = 0,369\ meter$$

$$k = X - (R_D \times \sin \Delta_{srad}) = 383,967\ meter$$

$$ST = \sin\left(\frac{1}{3} \times \Delta_{srad}\right) = 16,667\ meter$$

$$\Delta_c = \Delta - 2\Delta_s = 0,231$$

$$M = R \times (1 - \cos(\frac{1}{2} \times \Delta_{c_{rad}})) = 2,198\ meter$$

$$E = R \times \left(\frac{1}{\cos(\frac{1}{2} \Delta_{c_{rad}})} - 1 \right) = 2,213\ meter$$

$$C = 2R \times \sin\left(\frac{1}{2} \times \Delta_{c_{rad}}\right) = 76,049\ meter$$

$$Lc = R \times \Delta_{c_{rad}} = 76,218\ meter$$

Tipe tikungan F-C

Seluruh trase jalan alternatif menggunakan tipe tikungan F-C sejumlah 3 tikungan.

Sudut defleksi (Δ) = 40,599°

Superelevation Runoff (Lr) = 23,270 meter

Radius (R_D) = 330 meter

Δ_{srad} = 0,015°

$$Flatness\ of\ Spiral\ (A) = 2\sqrt{L_r \times R_D} = 87,631\ meter$$

$$\Delta_c = \Delta - 2\Delta_s = 40,599^\circ - (2 \times 0,015) = 0,708\ radian$$

$$M = R \times (1 - \cos(\frac{1}{2} \times \Delta_{c_{rad}})) = 20,465\ meter$$

$$Tc = R \times \tan\left(\frac{1}{2} \times \Delta_{c_{rad}}\right) = 121,967\ meter$$

$$E = R \times \left(\frac{1}{\cos(\frac{1}{2} \Delta_{c_{rad}})} - 1 \right) = 21,818\ meter$$

Table 1 Rekapitulasi Desain Alinyemen Horizontal Tipe S-C-S

KETERANGAN	TRAJE EKSISTING			
	TIKUNGAN 1	TIKUNGAN 2	TIKUNGAN 3	TIKUNGAN 4
R rencana	330,000	330,000	330,000	330,000
LS TERBESAR	54,040	54,040	54,040	54,040

Δs rad	0,005	0,011	0,006	0,013
flatness of spiral (A)	87,631	87,631	87,631	87,631
Δ (Sudut defleksi)	13,243	30,355	15,986	34,641
Jh	72,722	73,917	72,812	75,484
Lr	23,270	23,270	23,270	23,270
Radian ΘS	0,082	0,082	0,082	0,082
$X_s = L_s \cdot 1 - (L_s^2 / 40R^2)$	54,040	54,040	54,040	54,040
$Y_s = L_s^2 / 60R$	1,475	1,475	1,475	1,475
ΘS	4,691	4,691	4,691	4,691
$P = Y_s - R(1 - \cos \Theta S)$	0,369	0,369	0,369	0,369

$L_c = R \times \Delta c$	76,218	174,703	92,002	199,368
$k = X_s - R \sin \Theta S$	383,967	383,967	383,967	383,967
$Tt = (R+p)\tan 0,5D+k$	422,318	473,588	430,355	486,995
$E_t = ((R+p)/\cos 0,5D)-R$	2,588	12,310	3,610	16,062
$L_{total} = L_c + (2L_s)$	184,299	282,784	200,082	307,448
$\Delta c = \Delta - 2\Delta s \text{ rad}$	0,231	0,529	0,279	0,604
M	2,198	11,494	3,201	14,942
Tc	38,280	89,450	46,301	102,831
E	2,213	11,908	3,232	15,650
C	76,049	172,670	91,704	196,349
Kontrol $2Tt > L_{total}$	OK	OK	OK	OK

Table 2 Rekapitulasi Desain Alinyemen Horizontal Tipe F-C

KETERANGAN	TIKUNGAN 1	TIKUNGAN 2	TIKUNGAN 3
R rencana	330,000	330,000	330,000
Ls min	39,799	39,799	39,799
$\Delta s \text{ rad}$	0,015	0,004	0,016
flatness of spiral (A)	87,631	87,631	87,631
Δ (Sudut defleksi)	40,599	10,301	42,102
Jh	74,972	73,441	74,839
Lr	23,270	23,270	23,270
Radian ΘS	0,060	0,060	0,060
$X_s = L_s \cdot 1 - (L_s^2/40R^2)$	39,799	39,799	39,799
$Y_s = L_s^2/60R$	0,800	0,800	0,800
ΘS	3,455	3,455	3,455
$P = Y_s - R(1 - \cos \Theta S)$	0,200	0,200	0,200
$L_c = R \times \Delta c$	233,657	59,285	242,309
$k = X_s - R \sin \Theta S$	141,559	141,559	141,559
$Tt = (R+p)\tan 0,5D+k$	263,700	171,322	268,649
$E_t = ((R+p)/\cos 0,5D)-R$	22,066	1,539	23,813
$L_{total} = L_c + (2L_s)$	313,256	138,884	321,908
$\Delta c = \Delta - 2\Delta s \text{ rad}$	0,708	0,180	0,734
M	20,465	1,330	21,991
Tc	121,967	29,723	126,908
E	21,818	1,336	23,561
C	228,806	59,206	236,902

d. Perencanaan Alinyemen Vertikal

Jenis alinyemen horizontal dibagi menjadi 2 (dua) yaitu tipe tikungan cembung dan cekung. Alinyemen vertikal dikatakan cembung ketika nilai beda kemiringan (A%) kurang dari 1% ($A < 1$), begitu juga sebaliknya. Pada trase eksisting memiliki jenis lengkung cembung pada seluruh

jenis lengkungnya sejumlah 4 titik, sedangkan pada trase alternatif memiliki jenis lengkung cembung-sekung-cembung. Berikut merupakan rekapitulasi perhitungan alinyemen vertikal pada trase eksisting dan trase alternatif.

Table 3 Rekapitulasi Desain Alinyemen Vertikal Trase Eksisting

Lengkung	PV1	PV2	PV3	PV4
STA	7477,497	9822,388	12099,904	15880,816
Elevasi PVI (meter)	16,000	16,810	16,000	15,000
A (%)	-0,038	0,070	0,009	0,056

Lv (m)	72,000	144,270	72,000	72,000
Ev (m)	-0,003	0,013	0,001	0,005
Lengkung Vertikal	Cembung	Cembung	Cembung	Cembung
PLV	7441,497	9750,253	12063,904	15844,816
PPV	7477,497	9822,388	12099,904	15880,816
PTV	7513,497	9894,523	12135,904	15916,816

Table 4 Rekapitulasi Desain Alinyemen Vertikal Trase Alternatif

Lengkung	PV1	PV2	PV3
STA	9799,157	13236,326	17184,072
Elevasi PVI (meter)	32,000	34,550	28,990
A (%)	0,196	0,215	-0,328
Lv (m)	72,000	144,270	72,000
Ev (m)	0,018	0,039	-0,030
Lengkung Vertikal	Cembung	Cekung	Cembung
PLV	9763,157	13164,191	17148,072
PPV	9799,157	13236,326	17184,072
PTV	9835,157	13308,461	17220,072

e. Perhitungan Galian dan Timbunan

Galian dan timbunan dianalisis menggunakan program *Civil 3D 2024*. Dari hasil analisis menunjukkan pada trase eksisting memiliki kumulatif timbunan sebesar 1.563,62m³ dan kumulatif galian sebesar 12.416,80m³. Sedangkan, pada hasil kumulatif timbunan pada trase alternatif sebesar

116.018,44 m³ dan hasil kumulatif galian sebesar 48273,46 m³. Hasil timbunan pada trase alternatif lebih besar daripada trase eksisting dikarenakan pada trase alternatif merupakan perencanaan ulang geometrik jalan yang akan dibangun jalan baru.

4. KESIMPULAN

Dari hasil pembahasan di atas dapat disimpulkan bahwa:

1. Pada trase eksisting alinyemen horizontal memiliki 4 tikungan berupa *Spiral-Circle-Spiral* (S-C-S) sepanjang 12.963,57km, alinyemen vertikal memiliki 4 jenis tikungan berbentuk cembung pada setiap titik, volume timbunan sebesar 1563,62m³, volume galian sebesar 12416,80m³.

2. Pada trase alternatif alinyemen horizontal memiliki 3 tikungan berupa *Full Circle* (F-C) sepanjang 13.311,63km, alinyemen vertikal memiliki 3 jenis tikungan berupa cekung, cembung, dan cekung, volume timbunan sebesar 116.018,44m³, volume galian sebesar 48.273,46m³.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Nailil MN, G. (2018). *Perencanaan Jalan alternatif Dengan Menggunakan Perkerasan Lentur pada Ruas Jalan Kabupaten Pamekasan- Sumenep STA 138+ 900-STA 143+ 900 Provinsi Jawa Timur* (Doctoral dissertation, Institut Teknologi Sepuluh Nopember). Peraturan Pemerintah Republik Indonesia. Nomor 34 Tahun 2006. *Tentang Jalan*.
- [3] Departemen Permukiman Dan Prasarana Wilayah. *Pd T-14-2003 Perencanaan Perkerasan Jalan Beton Semen*
- [4] Departemen Pekerjaan Umum, 1997. *Tata Cara Perencanaan Geometrik Jalan Antar Kota dan Jalan Perkotaan (No. 038/TBM/1997)*. Direktorat Jenderal Bina Marga.
- [5] Peraturan Pemerintah Republik Indonesia. Nomor 34 Tahun 2006. *Tentang Jalan*.
- [6] Sukirman, Silvia. 1999. *Dasar-dasar Perencanaan Geometrik Jalan*. Penerbit Nova. Bandung.

- [2] RR ATIT, S. A. L. M. A. (2018). *Perencanaan Jalan Alternatif Dengan Menggunakan Perkerasan Lentur Pada Ruas Jalan Kabupaten Sampang-Pamekasan Sta 84+ 000-Sta 90+ 600 Provinsi Jawa Timur* (Doctoral dissertation, INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER).

- [7] Hendarsin, Shirley L. 2000. *Penuntun Praktis Perencanaan Teknik Jalan Raya*. Bandung: Politeknik Negeri Bandung.
- [8] Miranti, T. (2021). *PERENCANAAN ULANG GEOMETRIK DAN PERKERASAN LENTUR JLS TULUNGAGUNG* . Malang: Politeknik Negeri Malang.
- [9] Peraturan Menteri Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat Nomor 19/PRT/M/2011 *Tentang Persyaratan Teknis Jalan*
- [10] Ramadhani, E. C., Subagyo, U., & Subkhan, M. F. (2020). PERBANDINGAN TEBAL LAPIS PERKERASAN KAKU METODE BINA MARGA 2003 DAN METODE MANUAL DESAIN PERKERASAN 2017 (BINA MARGA) PADA TOL PANDAAN–MALANG STA. 30+ 625 S/D 38+ 488. *Jurnal Online SKRIPSI Manajemen Rekayasa Konstruksi Politeknik Negeri Malang*, 1(3), 91-96.
- [11] Kementerian Pekerjaan Umum Dan Perumahan Rakyat Direktorat Jenderal Bina Marga. *Pedoman Desain Geometrik Jalan (No. 13 / P / BM / 2021)* .Direktorat Jenderal Bina Marga.