

PERENCANAAN GEOMETRIK JALAN ALTERNATIF ANTARA JALAN RAYA PURUT LUMBANG - JALAN RAYA SUKAPURA DI KABUPATEN PROBOLINGGO

Galih Satya Pamungkas¹, Udi Subagyo²

Mahasiswa Teknologi Rekayasa Konstruksi Jalan dan Jembatan, Jurusan Teknik Sipil, Politeknik Negeri Malang¹, Dosen Teknik Sipil, Politeknik Negeri Malang²

Email: galihpamungkas2003@gmail.com¹, udi.subagyo@polinema.ac.id²

ABSTRAK

Kabupaten Probolinggo sebagai daerah produktif di sektor pertanian dan perkebunan membutuhkan jalan alternatif untuk menunjang mobilitas dan mempercepat pertumbuhan ekonomi. Demi menunjang agar bisa meningkatkan perekonomian warga di daerah pasar patalan dan dapat mempersingkat waktu salah satunya dengan pembangunan jalan alternatif. Penelitian ini bertujuan untuk merencanakan geometrik jalan alternatif antara jalan raya purut lumbang – jalan raya sukapura. Tiga alternatif perencanaan disusun untuk menentukan jalur paling aman, nyaman, dan efisien. Data yang akan digunakan yaitu peta topografi dan tata guna lahan serta Perencanaan mengacu pada PDGJ 2021. Hasilnya, Alternatif 1 dipilih dengan panjang jalan 9.713,60 meter, lima tikungan S-C-S pada alinemen horizontal, serta 51 lengkung vertikal (26 cekung dan 25 cembung).

Kata kunci : ekonomis, geometrik jalan, perencanaan geometrik jalan

ABSTRACT

Probolinggo Regency as a productive area in the agricultural and plantation sectors needs alternative ways to support mobility and accelerate economic growth. To support economic development for residents in the Patalan Market area and to reduce travel time, one approach is the construction of an alternative road geometric. This study aims to plan an alternative road geometry between the Purut Lumbang Roadway – the Sukapura Roadway. Three planning alternatives are compiled to determine the safest, most convenient, and most efficient route. The data to be used are topographic and land use maps and Planning referring to the PDGJ 2021. As a result, Alternative 1 was chosen with a road length of 9,713.60 meters, five S-C-S curves on horizontal alignments, and 51 vertical curves (26 sag and 25 crest).

Keywords : economical, road geometric, road geometric planning

1. PENDAHULUAN

Pembangunan infrastruktur di Indonesia terus mengalami peningkatan, sejalan dengan program pemerintah yang menitikberatkan pada sektor ini, khususnya pembangunan jalan. Infrastruktur jalan yang memadai berperan penting dalam menunjang sarana transportasi dan mempercepat mobilitas masyarakat, terutama di Provinsi Jawa Timur. Salah satu daerah yang membutuhkan pengembangan infrastruktur jalan adalah Kabupaten Probolinggo, wilayah dengan sektor pertanian dan perkebunan yang cukup produktif. Untuk mendukung aktivitas ekonomi dan

mengurangi jarak tempuh antar wilayah, dibutuhkan pembangunan jaringan jalan yang lebih efisien.

Salah satu rencana pengembangan infrastruktur tersebut adalah pembangunan jalan alternatif yang menghubungkan Jalan Raya Purut Lumbang dengan Jalan Raya Sukapura. Jalan ini diharapkan dapat mengurangi jarak tempuh menuju Pasar Patalan, pusat perdagangan masyarakat Kecamatan Wonomerto dan sekitarnya. Saat ini, masyarakat luar daerah harus menempuh jarak hingga 17 km untuk mencapai pasar tersebut, yang dapat menurunkan minat kunjungan dan aktivitas ekonomi lokal.

Penelitian ini bertujuan untuk merencanakan geometrik jalan alternatif dengan mengacu pada Pedoman Desain Geometrik Jalan No. 13/P/BM/2021.

2. METODE

Lokasi Perencanaan jalan alternatif antara Jalan Raya Purut Lumbang - Jalan Raya Sukapura ini berada di Kabupaten Probolinggo Provinsi Jawa Timur. Dimana titik awal perencanaan berada di Desa Wringinanom Kecamatan Tongas Kabupaten Probolinggo dan berakhir di Desa Patalan Kecamatan Wonomerto Kabupaten Probolinggo.



Dalam penelitian ini, penulis merencanakan 3 jalan alternatif dengan memanfaatkan Pedoman Desain Geometrik Jalan 2021 sebagai acuan terbaru yang sedang berlaku, serta menggunakan software AutoCAD Civil 3D 2021. Tahapan dalam perencanaan geometrik adalah sebagai berikut:

a. Perencanaan Alinemen Horisontal

1. Merencanakan desain trase jalan
2. Menyusun kriteria desain utama
3. Menyusun kriteria desain teknis
4. Melakukan perhitungan komponen alinemen horisontal
5. Melakukan pemeriksaan komponen alinemen memenuhi atau tidak berdasarkan acuan PDGJ 2021 ($LL \leq 2,5 \text{ Menit} \times V_d$; $LC \leq 6 \text{ Detik} \times V_d$; $L_s \leq \frac{1}{2} (6 \text{ Detik} \times V_d)$)
6. Memeriksa jarak antar tikungan

b. Perencanaan Alinemen Vertikal

1. Menyiapkan alinemen horisontal hasil perancangan yang telah dibuat sebelumnya
2. Melakukan perencanaan desain alinemen vertikal
3. Menentukan tipe tikungan berdasarkan perbedaan *grade* (A). Jika bernilai negatif masuk kedalam jenis lengkung vertikal cembung dan lengkung vertikal cekung untuk *grade* bernilai positif.
4. Merencanakan panjang lengkung vertikal berdasarkan kriteria jenis lengkung

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Penentuan Trase Jalan

Perencanaan trase jalan dimulai dari desa Wringinanom dan berakhir di desa Patalan. Dalam merencanakan alternatif jalan yang akan menghubungkan Jalan Raya Purut Lumbang dengan Jalan Raya Sukapura, beberapa aspek dipertimbangkan, seperti keamanan, kenyamanan, dan biaya. Dengan memperhatikan berbagai elemen tersebut, tiga pilihan rute dibuat untuk menghubungkan kedua desa. Jalan yang akan dipilih untuk perencanaan adalah yang memenuhi kriteria dari faktor-faktor tersebut. Berikut merupakan koordinat dari masing – masing alternatif yang dapat dilihat pada tabel 1, tabel 2, dan tabel 3.

Alternatif 1 dirancang dengan trase yang pendek, sedikit tikungan, dan kelandaian kecil untuk meningkatkan efisiensi dan kenyamanan. Trase ini melintasi beberapa daerah aliran sungai, sehingga direncanakan pembangunan jembatan yang tegak lurus terhadap sungai. Volume galian dan timbunan diminimalkan serta trase dipilih agar tidak melintasi kawasan cagar budaya.

Tabel 1 Koordinat Alternatif 1

Titik	X	Y
A	731985.967	9140283.986
PI1	732752.200	9139491.610
PI2	731993.651	9138490.896
PI3	733683.276	9137710.094
PI4	734902.026	9136228.827
PI5	735452.822	9134313.915
B	736706.689	9133234.909

Sumber: Hasil Perencanaan

Alternatif 2 direncanakan dengan trase lebih panjang dari alternatif 1, namun tetap menjaga jumlah tikungan dan kelandaian seminimal mungkin. Trase ini melewati topografi rendah, menghindari daerah aliran sungai dan kawasan cagar budaya, serta meminimalkan volume galian dan timbunan.

Tabel 2 Koordinat Alternatif 2

Titik	X	Y
A	731985.967	9140283.986
PI1	733644.514	9140158.699
PI2	734323.173	9138654.467
PI3	735902.902	9138182.052
PI4	736813.344	9136706.504
PI5	736696.975	9135389.379
PI6	735936.448	9135106.969
PI7	735532.385	9134334.441
PI8	736008.180	9133795.485
B	736706.689	9133234.909

Sumber: Hasil Perencanaan

Pada alternatif 3, trase direncanakan melewati kondisi topografi yang cukup tinggi dan melintasi beberapa daerah aliran sungai, sehingga diperlukan pembangunan jembatan yang tegak lurus terhadap aliran sungai untuk menjaga stabilitas struktur. Perencanaan alternatif ini juga mempertimbangkan minimalisasi volume galian dan timbunan guna meningkatkan efisiensi konstruksi. Selain itu, trase alternatif 3 dipastikan tidak melewati kawasan cagar budaya untuk menghindari potensi dampak terhadap warisan budaya.

Tabel 3 Koordinat Alternatif 3

Titik	X	Y
A	731985.967	9140283.984
PI1	732584.575	9140020.978
PI2	732533.538	9139092.849
PI3	731801.676	9138617.599
PI4	731455.000	9137675.258
PI5	731751.939	9136623.445
PI6	732881.058	9135875.610
PI7	733323.487	9134629.135
PI8	734386.625	9133979.549
PI9	735760.298	9134184.602
B	736706.689	9133234.909

Sumber: Hasil Perencanaan

Kriteria Desain

Kriteria desain ini mengacu pada PDGJ 2021. Adapun kriteria Perencanaan Jalan Alternatif, sebagai berikut:

Tabel 4 Kriteria Desain Utama

No	Elemen Desain Utama	Nilai Elemen
1	Peran menghubungkan	KS2 ke KS2
		Jalan Umum
		SJJ : Sekunder
		Status : Jalan Kota
2	Penggolongan Jalan	Fungsi : Jalan Kolektor Sekunder
		Kelas : III
		SPPJ : JSD
3	Rentang Vd, Km/Jam	20 - 40

Sumber: Hasil Penentuan

Tabel 5 Kriteria Desain Teknis

No	Elemen Desain Teknis	Nilai Elemen
1	V _D , Km/Jam	40
2	Grade max, %	5%
3	Kekesatan Melintang paling besar (f max)	0.23
4	Superelevasi paling besar (e max), %	8%

No	Elemen Desain Teknis	Nilai Elemen
5	R min lengkung horisontal, m	50
6	Nilai K lengkung vertikal	Kcembung>4 , Kcekung>9
7	Panjang bagian lurus paling panjang, m	1667
8	Tipe jalan	Tipe Jalan
9	dan	Lebar lajur, m
10	Dimensi jalan	Lebar bahu, m
11	Kelandaian	Lajur Jalan, %
12	Melintang	Bahu, %
13	Jenis Perkerasan	Lentur
14		Rumaja, m
15	Ruang Jalan	Rumija, m
16		Ruwasja, m

Sumber: Hasil Penentuan

Perencanaan Alinemen Horisontal

Berikut ini contoh perhitungan alinemen horisontal pada PI.5 Alternatif 1

1. Menghitung nilai jari-jari lengkung rencana (Rc)

$$R_{\min} = \frac{V_D^2}{127 (e_{\max} + f_{\max})} = \frac{40^2}{127 (8\% + 0,23)} = 40,64 \text{ m} \approx 150 \text{ m}$$

2. Menghitung panjang lengkung peralihan (Ls)

- berdasarkan *superelevation Runoff* minimal (Lr)

$$Lr_{\min} = \frac{wn1 e_{\max}}{\Delta} (bw) = \frac{3,5 \times 1 \times 8\%}{0,7\%} \times 1 = 40 \text{ m}$$

- berdasarkan kenyamanan berkendara

$$Ls_{\min} = \sqrt[2]{24 (P_{\min})R} = \sqrt[2]{24 \times 0,2 \times 150} = 26,832 \text{ m}$$

- berdasarkan rumus Short

$$Ls_{\min} = \frac{0,0214 V_D^3}{RD \times C} = \frac{0,0214 \times 4}{150 \times 1,2} = 7,609 \text{ m}$$

Dari ketiga nilai panjang lengkung peralihan (Ls) yang terdapat diatas. Maka, nilai Ls yang dipilih adalah berdasarkan kenyamanan berkendara sebesar 26,83 m.

Cek nilai Ls

$$Ls \leq \frac{1}{2} \times (6 \text{ detik} \times V_D)$$

$$26,83 \leq \frac{1}{2} \times \left(6 \times \frac{(40 \times 1000)}{3600} \right)$$

$$26,83 \leq 33 \text{ m (Memenuhi)}$$

3. Menetapkan tipe tikungan dengan menghitung nilai pergeseran (p)

Tikungan tipe S-C-S : nilai $p \geq 0,25\text{m}$ dan tikungan tipe F-C : nilai $p < 0,25\text{m}$.

$$p = \frac{Ls^2}{24 Rc} = \frac{33^2}{24 \times 150} = 0,309\text{m} \geq 0,25 \rightarrow (\text{S-C-S})$$

4. Menghitung Sudut Lengkung peralihan (θ_s)

$$\theta_s = \frac{90 Ls}{\pi Rc} = \frac{90 \times 33}{\pi \times 150} = 6,36^\circ$$

5. Menghitung Jarak tegak lurus dari TS/ST ke titik SC (Xs)

$$X_s = L_s - \frac{L_s^3}{40 \cdot R_c^2} = 33 - \frac{33^3}{40 \times 150^2} = 33,292 \text{ m}$$

6. Menghitung Jarak tegak lurus ke titik SC pada lengkung (Ys)

$$Y_s = \frac{L_s^2}{6 \cdot R_c} = \frac{33^2}{6 \times 150} = 1,235 \text{ m}$$

7. Menghitung Jarak titik TS ke titik pergeseran tikungan (k)

$$k = X_s - R_c \sin \theta_s \\ = 33,292 - 150 \sin(6,36) = 16,660 \text{ m}$$

8. Menghitung Panjang tangent dari titik PI ke TS (Ts)

$$T_s = (R_c + p) \tan \frac{1}{2} \Delta + k \\ = (150 + 0,309) \tan \frac{1}{2} 33,240 + 16,660 = 61,525 \text{ m}$$

9. Menghitung Jarak dari PI ke busur lingkaran (Es)

$$E_s = (R_c + p) \sec \frac{1}{2} \Delta - R_c \\ = (150 + 0,309) \times \sec \frac{1}{2} 33,240 - 150 = 6,862 \text{ m}$$

10. Menghitung Sudut tikungan lengkung lingkaran (θ_c)

$$\theta_c = (\Delta - 2\theta_s) = (33,240 - 2 \times 6,36) = 20,507^\circ$$

11. Panjang busur lingkaran (Lc)

$$L_c = \frac{2\pi}{360} \times \theta_c \times R_c \\ = \frac{2\pi}{360} \times 20,507 \times 150 = 53,687 \text{ m}$$

$$\text{Cek } L_c \leq (6 \text{ detik} \times V D)$$

$$L_c \leq 6 \text{ detik} \times V D$$

$$L_c \leq 6 \times ((40 \times 1000)/3600)$$

$$53,687 \leq 100 \text{ m} \rightarrow \text{Memenuhi}$$

12. Menghitung Panjang total lengkung (Lt)

$$L_{\text{total}} = L_c + 2L_s = 53,687 + 2 \times 33 = 120,354 \text{ m}$$

Tabel 6 Jenis Tikungan Alternatif 1

Titik	Rc	Lc	Jenis Tikungan
PI 1	70	65,87	S-C-S
PI 2	55	64,93	S-C-S
PI 3	180	47,56	S-C-S
PI 4	180	40,18	S-C-S
PI 5	150	53,69	S-C-S

Sumber: Hasil Perhitungan

Tabel 7 Jenis Tikungan Alternatif 2

Titik	Rc	Lc	Jenis Tikungan
PI 1	90	63,11	S-C-S
PI 2	110	60,87	S-C-S
PI 3	135	64,86	S-C-S
PI 4	150	62,81	S-C-S
PI 5	80	56,84	S-C-S
PI 6	130	62	S-C-S
PI 7	80	63,08	S-C-S
PI 8	500	85,64	F-C

Sumber: Hasil Perhitungan

Tabel 8 Jenis Tikungan Alternatif 3

Titik	Rc	Lc	Jenis Tikungan
PI 1	80	63,61	S-C-S
PI 2	100	60,66	S-C-S
PI 3	150	63,02	S-C-S
PI 4	150	60,82	S-C-S
PI 5	140	66,16	S-C-S
PI 6	150	63,38	S-C-S
PI 7	140	62,04	S-C-S
PI 8	140	64,19	S-C-S
PI 9	100	60,20	S-C-S

Sumber: Hasil Perhitungan

Perencanaan Alinemen Vertikal

Di bawah ini merupakan contoh perhitungan alinemen vertikal untuk PVI.8 Alternatif 1

- Menghitung nilai perbedaan *grade* (A)
 $A = g_2 - g_1 = 1,71\% - 4,43\% = -2,72\% (-) \rightarrow \text{Cembung}$
- Menghitung Panjang Kelandaian Kritis (v)
 $g_1 = 4,43\%, v = 275,270 \leq 600 \text{ m}$
 $g_2 = 1,71\%, v = 251,587 \leq 900 \text{ m}$
- Menetapkan jarak pandang henti minimum (JPH)
 Untuk PVI.8 kecepatan rencana = 40 km/jam sehingga menurut PDGJ 2021 nilai JPH sebesar 50 m dan nilai K sebesar 4.
- Menentukan jarak pandang mendahului (JPM)
 Untuk PVI.8 kecepatan rencana = 40 km/jam sehingga menurut PDGJ 2021 nilai JPM sebesar 140 m dan nilai K sebesar 23.
- Menghitung panjang Lengkung Vertikal Cembung
 - Berdasarkan JPH
 $K_{JPH} = 4$
 $A = -2,72\%$
 $L = K \times A = 4 \times 2,72 = 11 \text{ m}$
 - Berdasarkan JPM
 $K_{JPM} = 23$
 $A = -2,72\%$
 $L = K \times A = 23 \times 2,72 = 63 \approx 70 \text{ m}$
 Untuk memperoleh panjang lengkung vertikal cembung yang optimal dari kedua persyaratan yang ada, maka pada PVI.8 digunakan nilai terbesar, yaitu berdasarkan jarak pandang mendahului (JPM) dengan panjang L = 70 m.
- Menghitung nilai Pergeseran Lengkung (Ev)

$$E_v = \frac{A \times L}{800} = \frac{2,72 \times 70}{800} = 0,238 \text{ m}$$
- Menghitung stasioning lengkung vertikal
 STA PLV
 $STA \text{ PLV} = STA \text{ PVI.8} - \frac{1}{2} \times L = 1525 - \frac{1}{2} \times 70 = 1490 \text{ m} \rightarrow 1+490$

Elevasi PLV

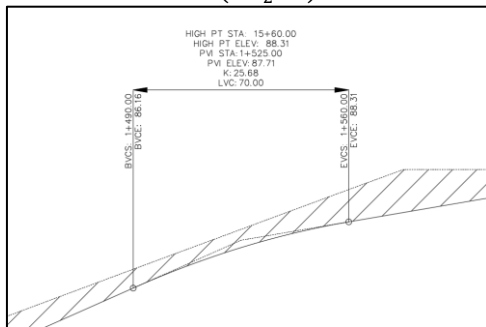
$$\begin{aligned}\text{Elevasi PLV} &= \text{Elevasi PVI.8} - \left(\frac{g_1 \times L}{2} \right) \\ &= 87,710 - \left(\frac{4,43 \times 110}{2} \right) = 85,27 \text{ m}\end{aligned}$$

STA PTV

$$\text{STA PTV} = \text{STA PVI.8} + \frac{1}{2} \times L = 1525 + \frac{1}{2} \times 70 = 1560 \text{ m} \rightarrow 1+560$$

Elevasi PTV

$$\begin{aligned}\text{Elevasi PTV} &= \text{Elevasi PVI.8} + \left(\frac{g_2 \times L}{2} \right) \\ &= 87,710 + \left(\frac{2,72 \times 70}{2} \right) = 88,310 \text{ m}\end{aligned}$$



Gambar 1 Lengkung Vertikal Cembung
Sumber: Hasil Penggambaran

Tabel 9 Lengkung Vertikal

Titik	Alternatif 1		Alternatif 2		Alternatif 3	
	Jenis Lengkung	Lv	Jenis Lengkung	Lv	Jenis Lengkung	Lv
PVI1	Cekung	200	Cekung	338	Cekung	170
PVI2	Cekung	112	Cembung	50	Cembung	100
PVI3	Cembung	70	Cembung	80	Cekung	115
PVI4	Cembung	80	Cembung	40	Cembung	10
PVI5	Cekung	142	Cekung	102	Cembung	80
PVI6	Cembung	80	Cekung	12	Cekung	67
PVI7	Cekung	94	Cekung	39	Cembung	60
PVI8	Cembung	70	Cekung	251	Cekung	122
PVI9	Cekung	139	Cembung	130	Cekung	90
PVI10	Cembung	110	Cembung	170	Cembung	105
PVI11	Cembung	150	Cekung	80	Cembung	115
PVI12	Cekung	99	Cembung	30	Cekung	131
PVI13	Cekung	20	Cembung	100	Cembung	120
PVI14	Cembung	220	Cekung	172	Cembung	30
PVI15	Cekung	100	Cembung	100	Cekung	133
PVI16	Cekung	23	Cekung	80	Cembung	130
PVI17	Cembung	30	Cekung	66	Cekung	110
PVI18	Cekung	100	Cembung	110	Cembung	10
PVI19	Cembung	80	Cembung	40	Cekung	170
PVI20	Cembung	90	Cekung	143	Cekung	67
PVI21	Cekung	156	Cembung	30	Cembung	130

Titik	Alternatif 1		Alternatif 2		Alternatif 3	
	Jenis Lengkung	Lv	Jenis Lengkung	Lv	Jenis Lengkung	Lv
PVI22	Cekung	120	Cekung	50	Cembung	60
PVI23	Cembung	160	Cekung	48	Cembung	120
PVI24	Cembung	150	Cembung	80	Cekung	120
PVI25	Cekung	125	Cekung	4	Cembung	20
PVI26	Cembung	96	Cekung	178	Cekung	60
PVI27	Cekung	24	Cembung	50	Cembung	95
PVI28	Cembung	22	Cembung	50	Cembung	190
PVI29	Cekung	110	Cekung	103	Cembung	50
PVI30	Cembung	130	Cekung	79	Cekung	122
PVI31	Cekung	60	Cembung	150	Cekung	61
PVI32	Cekung	1	Cembung	40	Cekung	61
PVI33	Cembung	190	Cembung	110	Cembung	60
PVI34	Cembung	12	Cekung	107	Cekung	222
PVI35	Cekung	176	Cekung	10	Cembung	150
PVI36	Cembung	60	Cembung	90	Cekung	255
PVI37	Cekung	48	Cekung	249	-	-
PVI38	Cembung	147	-	-	-	-
PVI39	Cekung	80	-	-	-	-
PVI40	Cembung	70	-	-	-	-
PVI41	Cekung	78	-	-	-	-
PVI42	Cembung	140	-	-	-	-
PVI43	Cembung	102	-	-	-	-
PVI44	Cekung	60	-	-	-	-
PVI45	Cekung	33	-	-	-	-
PVI46	Cekung	128	-	-	-	-
PVI47	Cembung	110	-	-	-	-
PVI48	Cembung	80	-	-	-	-
PVI49	Cekung	217	-	-	-	-
PVI50	Cekung	20	-	-	-	-
PVI51	Cekung	106	-	-	-	-

Sumber: Hasil Perhitungan

Koordinasi Antar Alinemen

Setelah tahap perencanaan untuk alinemen horizontal dan vertikal selesai, langkah berikutnya adalah memeriksa koordinasi antar alinemen untuk memastikan bahwa keduanya sejalan guna menjamin keselamatan dan kenyamanan saat berkendara. Berikut adalah beberapa hal yang harus diperhatikan dalam pemeriksaan tersebut:

- Diusahakan alinemen vertikal berada dibagian lurus alinemen horisontal, seperti pada contoh gambar dibawah ini:

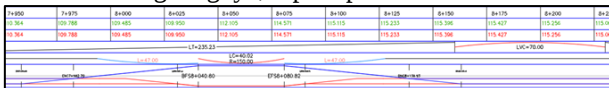


Gambar 2 Kurva Lengkung Vertikal Berada dibagian lurus

Sumber: Hasil Penggambaran

“Perencanaan Ulang Geometrik Jalan Lingkar Selatan Kabupaten Sampang,” *Jurnal Online Skripsi Manajemen Rekayasa Konstruksi*, 4(3), 136–142, 2023.

- b. Koordinasi lengkung horisontal dan vertikal sepenuhnya terpisah, sehingga elemen terkait tidak berada diantara bersamaan lengkungnya, seperti pada contoh dibawah ini:



Gambar 3 Kurva Lengkung Horisontal lebih panjang dari vertikal

Sumber: Hasil Penggambaran

4. KESIMPULAN

- Berdasarkan pembahasan yang telah dipaparkan, berikut adalah kesimpulan yang dapat diambil:
 - Alternatif 1 memiliki Panjang 9.713,60 m dengan 5 tikungan S-C-S dan 51 lengkung vertikal (26 cekung, 25 cembung).
 - Alternatif 2 memiliki Panjang 11.229,52 m dengan 8 tikungan (7 S-C-S, 1 FC) dan 37 lengkung vertikal (19 cekung, 18 cembung).
 - Alternatif 3 memiliki Panjang 11.125,20 m dengan 9 tikungan S-C-S dan 36 lengkung vertikal (17 cekung, 19 cembung).
- Berdasarkan ketiga alternatif tersebut, dipilih alternatif 1 dengan Panjang 9.713,60 m dengan 5 tikungan S-C-S dan 51 lengkung vertikal (26 cekung, 25 cembung).

DAFTAR PUSTAKA

- Adianto, A. J., & Subkhan, M. F., "Perencanaan Geometrik Relokasi Jalan Provinsi Nganjuk-Bojonegoro Dari Desa Sambikerep Sampai Desa Pajeng", *Jurnal Online Skripsi Manajemen Rekayasa Konstruksi*, 2(2), 99-104, 2021.
- Godiva, P., Subagyo, U., & Poerwanto, J. A., "Perencanaan Geometrik Jalan Lingkar Selatan Kota Batu", *Jurnal Online Skripsi Manajemen Rekayasa Konstruksi*, 2(4), 141-143, 2021.
- Hendarsin, Shirley L, *Penuntun Praktis Perencanaan Teknik Jalan Raya*. Bandung: Politeknik Negeri Bandung, 2000.
- Kementerian Pekerjaan Umum Direktorat Jenderal Bina Marga, *Pedoman Desain Geometrik Jalan No. 13/P/BM/2021*, 2021.
- Ngarut, P. A., Nainggolan, T. H., & Ma'ruf, A., "Studi Perencanaan Desain Geometrik Ruas Jalan Sebagian Kunci-Pogoh (Sta. 0+000–Sta. 2+000) Kabupaten Nganjuk," *Student Journal Gelagar*, 4(2), 129–140, 2022.
- Triono, I. W., Subagyo, U., & Bani, M. N,