

PERENCANAAN ULANG GEOMETRIK JALUR LINTAS SELATAN PANTAI SINE PUCANG LABAN BATAS KABUPATEN BLITAR

Nabila Shafa Ameera^{1,*}, Udi Subagyo², Agustin Dita Lestari³

Mahasiswa Manajemen Rekayasa Konstruksi Politeknik Negeri Malang¹, Dosen Jurusan Teknik Sipil Politeknik Negeri Malang², Dosen Jurusan Teknik Sipil Politeknik Negeri Malang³

Koresponden*, Email: ameerashafanabila@gmail.com¹, udi.subagyo@polinema.ac.id², agustinditalestari@polinema.ac.id³

ABSTRAK

Peningkatan konektivitas dan pemerataan infrastruktur di wilayah Pantai Selatan Jawa (Pansela) salah satunya dengan pembangunan jalan pada Desa Kalibatur, Kecamatan Kalidawir ruas jalan Pantai Sine–Pucang Laban wilayah Kabupaten Tulungagung yang berbatasan dengan Kabupaten Blitar. Desain perencanaan geometrik oleh PT. Yodya Karya (Persero) Tbk. Selaku konsultan perencana proyek menggunakan metode Tata Cara Perencanaan Geometrik Jalan Antar Kota Tahun 1997 (TPGJAK, No.038T/BM/1997) sehingga kaidah geometrik yang digunakan dirasa kurang tepat dalam pengimplementasiannya, diikuti dengan kondisi eksisting lokasi jalan termasuk perbukitan dan medan yang berkelok-kelok. Metode perencanaan ulang menggunakan pedoman geometrik jalan terbaru yaitu Pedoman Desain Geometrik Jalan 2021 (PDGJ No. 13/P/BM/2021). Pengumpulan data yang digunakan melalui data sekunder, dengan studi literatur maupun riset. Data sekunder yang dibutuhkan adalah peta kontur, data koordinat, gambar DED, dan volume lalu lintas. Melakukan tahapan dengan analisis eksisting pada komponen alinemen vertikal maupun horizontal selanjutnya apabila terdapat ketidaksesuaian nilai komponen terhadap pedoman perencanaan dilakukan perubahan nilai komponen baru yang mengacu terhadap PDGJ Tahun 2021. Berdasarkan hasil perencanaan ulang dengan Pedoman Desain Geometrik Jalan 2021 pada kecepatan 20 dan 40km/jam. Dihilangkan komponen alinemen yang terdiri dari alinemen vertikal dan horizontal dengan 29 tikungan dengan alinemen horizontal, yang terdiri dari 21 Tikungan tipe *Spiral-Circle-Spiral* (SCS) dan 8 Tikungan tipe *Full Circle* (FC). Sedangkan pada alinemen vertikal terdiri 18 lengkung vertikal yang terdiri dari 10 lengkung tipe cembung dan 8 lengkung tipe cekung.

Kata kunci : perencanaan ulang, geometrik jalan, PDGJ 2021.

ABSTRACT

Increasing connectivity and ensuring equitable distribution of infrastructure in the South Coast of Java (Pansela) region, including the construction of a road in Kalibatur Village, Kalidawir District, along the Pantai Sine–Pucang Laban road section in the border region of Tulungagung and Blitar regencies. Design of geometric planning by PT. Yodya Karya (Persero) Tbk. As a consultant for project planning, he utilized the 1997 Inter-City Road Geometric Planning Procedure (TPGJAK, No. 038T/BM) so that the geometric rules used in its implementation were considered inappropriate, followed by the existing conditions of the road location, including hills and winding terrain. The method for re-planning employs the most recent road geometric guidelines, namely the 2021 Road Geometric Design Guidelines (PDGJ No. 13/P/BM/2021). Utilizing secondary data, along with literature reviews and research, for data collection. Contour maps, coordinate data, DED images, and traffic volume are the secondary data required. Perform the phases with the existing vertical and horizontal alignment component analysis. Whenever there is a discrepancy between the component values and the planning guidelines, modifications to the new component values are based on the 2021 PDGJ. The resulting alignment components consist of vertical and horizontal alignments with 29 horizontal alignment bends, 21 Spiral-Circle-Spiral (SCS) bends and 8 Full Circle (FC) bends. Meanwhile, the vertical alignment consists of 18 vertical curves, 10 of which are convex and 8 of which are concave.

Keywords : re-planning, road geometry, PDGJ 2021.

1. PENDAHULUAN

Peningkatan konektivitas dan pemerataan di wilayah Pantai Selatan Jawa (Pansela) salah satunya dengan pembangunan jalan pada Desa Kalibatur, Kecamatan Kalidawir ruas jalan Pantai Sine–Pucang Laban wilayah Kabupaten Tulungagung yang berbatasan dengan Kabupaten Blitar.

Desain perencanaan geometrik oleh PT. Yodya Karya (Persero) Tbk. selaku konsultan perencana proyek menggunakan metode Tata Cara Perencanaan Geometrik Jalan Antar Kota Tahun 1997 (TPGJAK, No.038T/BM/1997) sehingga perlu disesuaikan dengan pedoman geometrik jalan terbaru yaitu Pedoman Desain Geometrik Jalan 2021 (PDGJ No. 13/P/BM/2021)

2. METODE

Lokasi proyek Jalur Lintas Selatan (JLS) berada di ruas Kalidawir- Pucang Laban, Kabupaten Tulungagung, Provinsi Jawa Timur. Panjang jalan 6,5 km yang dimulai pada STA 0+000 yang terletak di Desa Kalibatur, Kecamatan Kalidawir hingga Kecamatan Pucang Laban pada STA 6+550.



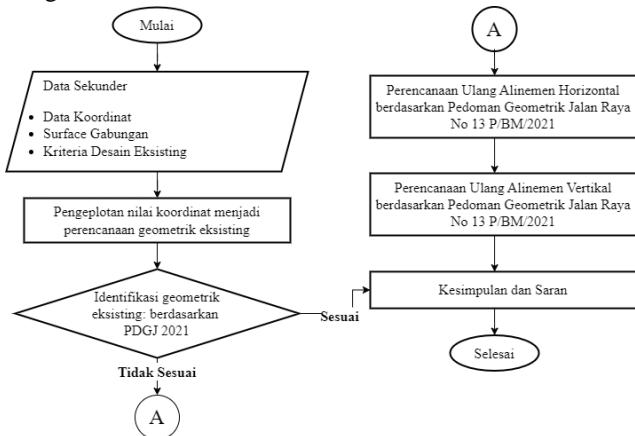
Gambar 1. Lokasi Penelitian

Sumber: Dokumen Proyek

Dalam penelitian ini menggunakan Pedoman Dasar Geometrik Jalan Tahun 2021 yang diterbitkan oleh dinas Bina Marga. Software yang digunakan sebagai alat bantu adalah Autodesk AutoCAD Civil 3D Tahun 2020.

A. Diagram Alir Studi

Diagram alir perencanaan ulang geometrik jalan adalah sebagai berikut:



Gambar 2. Bagan Alir

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Data kriteria desain pada perencanaan ini berdasarkan ketentuan elemen-elemen pada PDGJ 2021 yang disesuaikan oleh data teknis sekunder yang diperoleh.

Tabel 1. Kriteria Desain Utama

No	Elemen Desain Utama	Nilai Elemen
1	Peran menghubungkan	Pantai Sine-Pucang Laban Perang menghubungkan IKP ke IKP
2	Penggolongan jalan (Atribut Jalan)	Jalan Umum Antarkota SJJ Primer Status Jalan Nasional Fungsi Arteri Primer Kelas Kelas II SPPJ JLR
3	Rentang V_D (km/jam)	15 – 40

Sumber: Data Penelitian

Tabel 2. Kriteria Teknis

No	Elemen Data Teknis Jalan	Nilai Elemen
1	V_D	40 km/jam
2	$Grade_{max}$, %	8
3	Kekesatan melintang paling besar (f_{max})	0,225
4	Superelevasi terbesar, (e_{max}), %	8
5	R_{min} lengkung horizontal, m	80
6	L_{min} lengkung vertikal, m atau Nilai $\frac{K_{cembung}}{K_{cekung}}$	60 > 8,2 > 10
7	Panjang bagian lurus paling panjang, m	285

Sumber: Data Penelitian

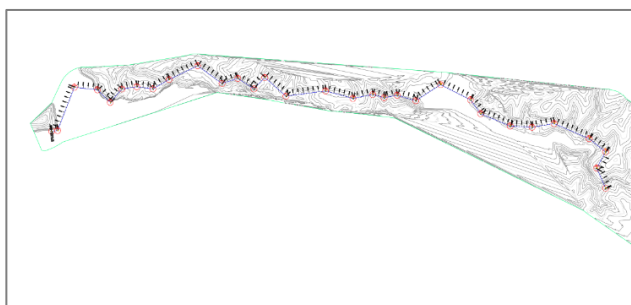
Gambar perencanaan awal (DED) didapatkan nilai koordinat, diperlukan sebagai bahan evaluasi dalam menentukan perencanaan trase baru pada ruas jalan Pantai Sine-Pucang Laban.

Tabel 3. Data Koordinat Trase Jalan Eksisting

DATA PI (KOORDINAT X, Y)					
Titik	X	Y	Titik	X	Y
Awal	603189,633	9084478,136	PI 16	606154,079	9084800,072
PI 1	603248,823	9084485,642	PI 17	606349,183	9084838,829
PI 2	603413,351	9084908,808	PI 18	606460,831	9084806,344
PI 3	603639,666	9084884,340	PI 19	606589,150	9084830,602
PI 4	603766,010	9084761,456	PI 20	606772,079	9084777,435
PI 5	603880,859	9084891,538	PI 21	607015,879	9084934,414
PI 6	604026,854	9084915,274	PI 22	607310,726	9084785,675
PI 7	604185,164	9084892,554	PI 23	607409,969	9084650,170
PI 8	604345,570	9084984,803	PI 24	607701,020	9084528,978
PI 9	604625,817	9085119,322	PI 25	607915,728	9084517,527
PI 10	604865,654	9084946,691	PI 26	608132,509	9084553,162

DATA PI (KOORDINAT X, Y)					
Titik	X	Y	Titik	X	Y
PI 11	605021,565	9084995,675	PI 27	608477,803	9084405,795
PI 12	605180,090	9084893,450	PI 28	608639,148	9084276,492
PI 13	605287,218	9085004,688	PI 29	608552,222	9084116,737
PI 14	605494,848	9084822,310	Akhir	608640,137	9083920,240
PI 15	605884,260	9084873,098			

Sumber: Data Penelitian



Gambar 3. Trase Jalan Eksisting
Sumber: Dokumen Pribadi

A. Perencanaan Ulang Alinemen Horizontal
 Identifikasi Komponen Alinemen Horizontal Eksisting
 Analisa komponen diuraikan pada perhitungan dengan contoh perhitungan pada PI 1 sebagai berikut:
 Contoh pada PI 1:

Data-data PI

Koordinat X : 603248,823
 Koordinat Y : 9084485,642
 Sudut Defleksi (Δ) : 61°31'34"
 Kecepatan (v) : 40 km/jam

- Pengecekan nilai Rmin (jari-jari minimal)

$$R_c \geq R_{min} = \frac{V_D^2}{127(e_{maks} + f_{maks})}$$

$$80 \geq \frac{40^2}{127(0,08 + 0,225)}$$

$$80 \geq 46,677 \text{ m (Nilai } R_c \rightarrow \text{Memenuhi)}$$
- Pengecekan nilai lengkung spiral

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

$$40 \leq (0,5 \times (6 \times \frac{40 \times 1000}{3600}))$$

$$40 \leq 40 \text{ m (Nilai } L_s \rightarrow \text{Memenuhi)}$$
- Pengecekan nilai panjang lengkung tikungan

$$L_c \leq (6 \text{ detik} \times V_D)$$

$$45,906 \leq (6 \times \frac{40 \times 1000}{3600})$$

$$45,906 \leq 67 \text{ (Nilai } L_c \rightarrow \text{Memenuhi)}$$
- Pengecekan panjang bagian lurus

$$L_c \leq (6 \text{ detik} \times V_D)$$

$$45,906 \leq (6 \times \frac{40 \times 1000}{3600})$$

$$45,906 \leq 67 \text{ (Nilai } L_c \rightarrow \text{Memenuhi)}$$

Berdasarkan identifikasi elemen data eksisting yang diketahui pada PI 1 memiliki nilai elemen yang memenuhi sesuai syarat. Namun diperlukan juga perhitungan data-data

tersebut yang disesuaikan dengan PDGJ Tahun 2021 pada PI lainnya.

Tabel 4. Identifikasi komponen alinemen horizontal eksisting

Titik	v (km/jam)	R (m)	Cek R	Ls (m)	Cek Ls	Lc (m)	Cek Lc	L (m)	Cek L _L
STA Awal									
PI 1	40	80	40	40	OK	45,906	OK	125,906	OK
PI 2	40	120	40	40	OK	116,92	NOT OK	196,92	OK
PI 3	40	120	40	40	OK	39,659	NOT OK	119,659	OK
PI 4	40	89	40	40	OK	43,752	NOT OK	133,752	OK
PI 5	40	106	41	41	NOT OK	-40,421	NOT OK	41,579	OK
PI 6	40	300	0	0	OK	125,708	NOT OK	125,708	OK
PI 7	40	120	40	40	OK	39,748	NOT OK	119,748	OK
PI 8	40	800	0	0	OK	59,55	OK	59,55	OK
PI 9	40	200	60	60	NOT OK	154,26	NOT OK	274,28	OK
PI 10	40	100	40	40	OK	52,829	NOT OK	132,829	OK
PI 11	40	40	80	80	OK	30,172	OK	110,172	OK
PI 12	40	60	45	45	OK	37,618	OK	127,618	OK
PI 13	40	60	45	45	OK	35,652	OK	125,652	OK
PI 14	40	300	40	0	OK	200,902	NOT OK	200,902	OK
PI 15	40	300	40	0	OK	118,202	NOT OK	118,202	OK
PI 16	40	150	40	40	OK	29,062	OK	109,062	OK
PI 17	40	180	40	40	OK	36,711	OK	118,711	OK
PI 18	40	130	41	40	OK	15,644	OK	95,644	OK
PI 19	40	130	0	40	OK	21,060	OK	101,060	OK
PI 20	40	100	40	40	OK	45,492	OK	125,492	OK
PI 21	40	100	0	40	OK	63,928	OK	143,928	OK
PI 22	40	200	60	40	OK	54,29	OK	134,29	OK
PI 23	40	150	40	40	OK	41,615	NOT OK	121,615	OK
PI 24	40	300	80	0	OK	102,362	NOT OK	102,362	OK
PI 25	40	500	45	0	OK	108,104	NOT OK	108,104	OK
PI 26	40	300	0	0	OK	169,893	NOT OK	169,893	OK

Berikut merupakan perencanaan horizontal dengan Kecepatan Rencana yang dipakai yaitu 40 km/jam.

- Panjang bagian lurus maksimum trase baru

$$L_L \leq 2,5 \text{ menit} \times V_D$$

$$L_L \leq 2,5 \times \frac{40 \times 1000}{60}$$

$$L_L \leq 1666,67$$
- Panjang lengkung tikungan maksimal

$$L_c \leq 6 \text{ detik} \times V_D$$

$$L_c \leq 6 \text{ detik} \times \left(\frac{40 \times 1000}{3600} \right)$$

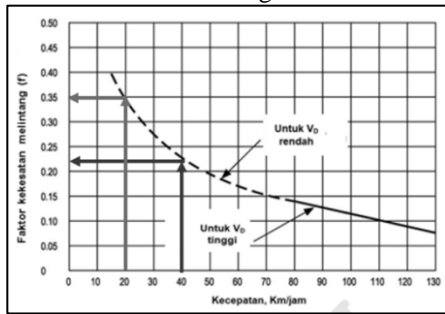
$$L_c \leq 67 \text{ m}$$
- Nilai normal crown dan superelevasi maksimum

Nilai Normal Crown (e_n) = 2%

Nilai Superelevasi maks (e_{max}) = 8%

(Berdasarkan Permen PU No.19/PRT/M/2021 untuk jalan antarkota)

4. Nilai faktor kekesatan melintang



Gambar 4. Nilai f_{maks} kecepatan 40 km/jam

Berdasarkan grafik diatas diperoleh nilai f_{maks} untuk kecepatan 40km/jam diperoleh nilai 0,225.

5. Perhitungan jari-jari tikungan

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

$$= \frac{40^2}{127(0,08 + 0,225)}$$

$$= 46,677 \text{ m}$$

6. Perhitungan lengkung peralihan (L_s)

a. Berdasarkan modifikasi short

$$L_s = 0,0214 \frac{V_D^3}{R_D C}$$

$$= 0,0214 \frac{40^3}{50 \times 1,2}$$

$$= 22,83 \text{ m}$$

b. Berdasarkan kenyamanan berkendara

$$L_{s_{min}} = \sqrt{24 (P_{min}) R_D}$$

$$= \sqrt{24 (0,2) 50}$$

$$= 15,94 \text{ m}$$

c. Berdasarkan nilai L_r min

$$L_{r_{min}} = \frac{w n_1 \times e d}{\Delta} \times b_w$$

$$= \frac{(3,5 \times 1) \times 8\%}{0,7} \times 1$$

$$= 40 \text{ m}$$

d. Berdasarkan nilai Tabel

Tabel 5 Lengkung peralihan kecepatan 40km/jam

Kecepatan Operasi (km/jam)	Radius Maksimum yang Memerlukan Lengkung Peralihan (m)
20	11
30	17
40	22
50	28

Nilai panjang lengkung peralihan kecepatan operasi 40 km/jam berdasarkan nilai pada tabel adalah 22m.

Berdasarkan rekapitulasi tersebut diatas, diambil nilai L_s tertinggi yang digunakan sebagai bahan perhitungan tahapan selanjutnya, yaitu L_s yang dipakai sebesar 40m.

Kontrol nilai L_s :

$$L_s \leq (0,5 \times (6 \times V_D))$$

$$40 \leq (0,5 \times (6 \times \frac{40 \times 1000}{3600}))$$

$$40 \leq 40m \rightarrow OK$$

7. Perhitungan nilai pergeseran perlintasan pada tikungan

$$L_s = 40m$$

$$R_c = 80m$$

$$p = \frac{L_s^2}{24 R_c}$$

$$= \frac{40^2}{24 \times 80}$$

$$= 1,333 \text{ m} \geq 0,25 \rightarrow OK \text{ Tikungan S-C-S}$$

Perhitungan Komponen SCS

1. Sudut tikungan lengkan spiral/tangen

$$\Delta_s = \frac{90 \times L_s}{\pi \times R_c}$$

$$= \frac{90 \times 40}{\pi \times 80}$$

$$= 14,324^\circ$$

2. Perhitungan total jarak tegak lurus pada tangen TS/ST ke SC (X_s)

$$X_s = L_s - \left(\frac{L_s^3}{40 R_c^2} \right)$$

$$= 40 - \frac{40^3}{40 \times 80^2}$$

$$= 38,750 \text{ m}$$

3. Perhitungan nilai jarak tegak lurus SC garis lengkung tangen (Y_s)

$$Y_s = \frac{L_s^2}{6 R_c}$$

$$= \frac{40^2}{6 \times 80}$$

$$= 3,333 \text{ m}$$

4. Perhitungan jarak titik Ts ke titik pergeseran tikungan p (k)

$$k = X - (R \times \sin \Delta_s)$$

$$= 39,360 - (80 \times \sin (0,400))$$

$$= 19,896 \text{ m}$$

5. Panjang tangen dari titik PI ke TS atau ke ST (T_s)

$$T_s = (R + p) \times \tan \frac{\Delta_{rad}}{2} + k$$

$$= (80 + 1,333) \times \tan \frac{1,074}{2} + 19,896$$

$$= 68,874 \text{ m}$$

6. sudut tikungan lengkung (Δ_c)

$$\Delta_c = \Delta - 2\Delta_s$$

$$= 61,53 - (2 \times 14,324)$$

$$= 32,879^\circ$$

7. jarak PI ke busur lingkaran (external secant) (E_s)

$$E_s = R \times \sec \left(\frac{1}{2} \Delta_{crad} \right) - R$$

$$= 80 \times \sec \left(\frac{1}{2} 0,274 \right) - 80$$

$$= 14,070 \text{ m}$$

8. panjang lengkung/busur lingkaran (L_c)

$$L_c = R \times \Delta_{crad}$$

$$= 80 \times 0,574$$

$$= 45,907 \text{ m}$$

$$\text{Cek } L_c = 45,907 \leq 6 \times \left(\frac{40 \times 1000}{3600} \right)$$

$$= 45,907 \leq 70 \text{ meter} \rightarrow OK$$

9. Total lengkung (L_{Total})

$$L_{Total} = L_c + 2L_s$$

$$= 45,907 + (2 \times 40)$$

$$= 125,9 \text{ meter}$$

Kontrol = 2TS > L_{Tot}
 = 2 (68,074) > 125,9 meter
 = 136,148 > 125,9 → **OK**

Maka, berdasarkan perhitungan diatas diperoleh panjang total lengkung adalah **125,9 meter**.

Perhitungan Komponen FC

Data-data yang digunakan yaitu:

Kecepatan Desain = 40 km/jam

Jari-jari tikungan desain = 300 m

1. Perhitungan panjang lengkung ke tangen (Tc)

$$Tc = Rc \times tg \frac{1}{2} \times \Delta$$

$$= 300 \times tg \frac{1}{2} \times 0,304$$

$$= \mathbf{45,950 \text{ m}}$$

2. Perhitungan jarak luar dari PI ke busur lingkaran (Ec)

$$Ec = Tc \times Tg \frac{1}{4} \times \Delta$$

$$= 45,950 \times tg \frac{1}{4} \times 0,304$$

$$= \mathbf{3,492 \text{ m}}$$

3. Menghitung panjang busur lingkaran (Lc)

$$Lc = \frac{\Delta \times 2 \times \pi \times Rc}{360}$$

$$= \frac{38,03 \times 2 \times \pi \times 300}{360}$$

$$= 91,115$$

Kontrol = 91,114 < (2 x 45,950) → **OK**

B. Perhitungan jarak antar tikungan

Perencanaan jarak antar tikungan terdapat ketentuan minimal 0,7VD dan memiliki jarak maksimal 2,5menit x VD (kecepatan rencana):

Data-data yang diketahui:

Panjang tangen PI.1 (Ts PI.1) = 89,34 meter

Jarak PI. 1 dengan PI.2 (d1-2) = 56,66 meter

Sehingga, jarak antar tikungan PI.1 dengan PI.2

$$\text{Jarak antar tikungan} = d_{PI-2} - Ts (PI 1)$$

$$= 56,66 - 89,34$$

$$= -29,676 \text{ meter}$$

Cek jarak antar tikungan PI.1 dengan PI.2

$$\text{Jarak antar tikungan} \geq 0,7VD$$

$$-29,676 \geq 0,7 \times 40$$

$$-29,676 \geq 28 \text{ meter} \rightarrow \mathbf{OVERLAP}$$

Tabel 6. Perhitungan jarak antar tikungan

Titik	Vd (m)	R (m) eks	SCS		FC	Jarak (d) (m)	Antar tikungan (m)	cek jarak ant
			Ts (m)	Tc (m)				
STA Awal	40					59,664	-29,676	Overlap
PI 1	40	80	89,34			454,02	231,15	
PI 2	40	120	133,5			227,63	12,093	Overlap
PI 3	40	120	82,01			176,24	-42,074	
PI 4	40	89	136,3			173,52	-41,411	Overlap
PI 5	40	106	78,62			147,91	23,374	
PI 6	40	300		45,91		159,93	31,967	Memenuhi
PI 7	40	120	82,05			185,04	73,218	
PI 8	40	800		29,76		310,86	121,63	Memenuhi
PI 9	40	200	159,4			295,51	44,815	
PI 10	40	100	91,23			163,42	11,374	Overlap
PI 11	40	40	60,81				188,63	11,375
PI 12	40	60	92,54			154,43	-39,171	Overlap
PI 13	40	60	101,0				276,36	39,436
PI 14	40	300		135,8		392,71	196,98	Memenuhi
PI 15	40	300		59,87			279,53	144,15
PI 16	40	150	75,49			198,91	39,130	Memenuhi
PI 17	40	180	84,28				116,28	-39,529
PI 18	40	130	71,51			130,59	-12,425	Overlap
PI 19	40	130	71,49				190,5	32,397
PI 20	40	100	86,60			289,96	104,8	Memenuhi
PI 21	40	100	98,56				330,24	143,35
PI 22	40	200	88,31			167,96	-2,625	Overlap
PI 23	40	150	82,26				315,28	181,31
PI 24	40	300		51,69		215,01	109,06	Memenuhi
PI 25	40	500		54,26			219,69	78,135
PI 26	40	300		87,29		375,42	247,05	Memenuhi
PI 27	40	300		41,08			206,76	72,237
PI 28	40	60	93,44			181,87	-2,204	Overlap
PI 29	40	100	90,63				215,27	215,26
STA Akhir	40							

Sumber: Dokumen Pribadi

Berdasarkan Tabel 6 tersebut diatas didapat hasil jarak antar tikungan pada STA Awal & PI 1; PI 2 & PI 3; PI 3 & PI 4; PI 4 & PI 5; PI 12 & PI 13; PI 17 & PI 18; tidak memenuhi syarat dikarenakan kurang dari 0,7V_D atau dapat disebut *overlap*.

C. Perubahan komponen alinemen Horizontal

Terdapat beberapa tikungan yang tidak memenuhi syarat jarak dalam perencanaan VD 40 km/jam dan jari jari rencana eksisting. Oleh karena itu, perlu adanya perubahan nilai kecepatan rencana, maupun nilai jari-jari tikungan agar jarak antar tikungan terpenuhi. Sehingga dilakukan perubahan komponen-komponen dan melakukan perhitungan ulang seperti tahapan diatas, dengan rekapitulasi perhitungan berdasarkan nilai tabel sebagai berikut.

Tabel 7. Rekapitulasi Perhitungan Nilai PI untuk PI 1 s.d. PI 10

Uraian	PI 1	PI 2	PI 3	PI 4	PI 5	PI 6	PI 7	PI 8	PI 9	PI 10
V (km/jam)	40	40	20	20	20	40	40	40	40	40
Type	SCS	SCS	FC	SCS	SCS	FC	SCS	FC	SCS	SCS
Δ (°)	61,53	74,92	38,03	92,76	39,32	17,40	38,07	4,26	61,39	53,19
R (m)	50	150	400	70	110,5	400	160	800	200	110

Uraian	PI 1	PI 2	PI 3	PI 4	PI 5	PI 6	PI 7	PI 8	PI 9	PI 10
Ls (m)	40	40	-	25	27	-	40	-	40	40
Ts/Tc (m)	50,453	135,278	137,864	96,203	61,032	61,214	75,343	29,768	138,919	75,358
Lc (m)	13,708	156,168	265,528	88,342	48,851	121,485	66,328	59,509	174,297	62,129
Ltot (m)	93,7	236,2	265,5	138,3	102,9	121,5	146,3	59,5	254,3	142,1
Δ_s (°)	22,909	7,636	-	10,227	6,997	-	7,159	-	5,727	10,413
Es/Ec (m)	9,739	39,535	23,092	32,011	7,134	4,657	9,696	0,554	32,970	13,692
E _{max} (%)	8%	8%	8%	8%	8%	8%	8%	8%	8%	8%

Sumber: Dokumen Pribadi

Tabel 8 Rekapitulasi Perhitungan Nilai PI untuk PI 11 s.d. PI 20

Uraian	PI 11	PI 12	PI 13	PI 14	PI 15	PI 16	PI 17	PI 18	PI 19	PI 20
V (km/jam)	20	20	20	40	40	40	20	20	40	40
Type	SCS	SCS	SCS	FC	FC	SCS	SCS	SCS	SCS	SCS
Δ (°)	50,26	78,89	87,37	48,73	22,57	26,38	27,46	26,93	26,91	48,98
R (m)	85	50	55	400	450	120	115	110	115	150
Ts/Tc (m)	25	25	25	-	-	40	27	27	40	40
Lc (m)	62,414	63,774	75,245	181,137	159,673	48,243	49,616	47,852	47,641	88,531
Ls (m)	49,569	43,858	58,883	340,173	315,205	15,265	28,123	24,709	14,030	88,253
Ltot (m)	99,6	93,9	108,9	340,2	315,2	95,3	82,1	78,7	94,0	168,3
θ_s	8,422	14,318	13,017	-	-	9,545	6,723	7,029	9,960	7,636
Es/Ec (m)	9,224	15,424	21,713	39,102	15,779	3,822	3,654	3,393	3,842	15,319
E _{max} (%)	8%	8%	8%	8%	8%	8%	8%	8%	8%	8%

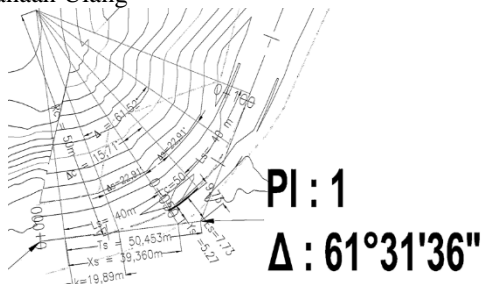
Sumber: Dokumen Pribadi

Tabel 9 Rekapitulasi Perhitungan Nilai PI untuk PI 21 s.d. PI 29

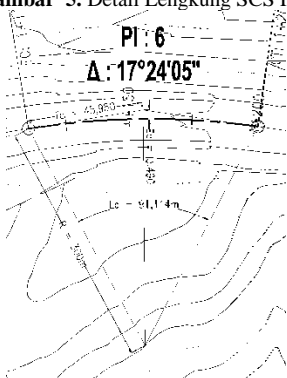
Uraian	PI 21	PI 22	PI 23	PI 24	PI 25	PI 26	PI 27	PI 28	PI 29
V (km/jam)	40	40	40	40	40	40	40	40	40
Type	SCS	SCS	SCS	FC	FC	FC	FC	SCS	SCS
Δ (°)	59,55	27,01	31,17	19,55	12,39	32,45	15,60	79,84	52,66
R (m)	160	200	150	500	500	500	480,5	60	110
Ts/Tc (m)	40	40	40	-	-	-	-	40	40
Lc (m)	111,769	68,119	61,965	86,157	54,264	145,486	65,807	71,067	74,718
Ls (m)	126,300	54,306	41,631	170,638	108,104	283,154	130,799	43,627	61,108
Ltot (m)	206,3	134,3	121,6	170,6	108,1	283,2	130,8	123,6	141,1
θ_s	7,159	5,727	7,636	-	-	-	-	19,091	10,413
Es/Ec (m)	24,812	6,031	6,189	7,369	2,936	20,736	4,485	19,683	13,407
E _{max} (%)	8%	8%	8%	8%	8%	8%	8%	8%	8%

Sumber: Dokumen Pribadi

Detail Lengkung
Berikut merupakan detail lengkung SCS maupun FC hasil perencanaan Ulang



Gambar 5. Detail Lengkung SCS PI 1



Gambar 6. Detail Lengkung FC

A. Perencanaan Ulang Alinemen Vertikal



Gambar 7. Potongan memanjang perencanaan ulang

1. Analisis Kelandaian Kritis PVI Eksisting

Tabel 10 Analisis Kelandaian Eksisting

No	STA	Elevasi	grade	grade max	Kontrol	Panjang Kelandaian	Panjang Kritis 40 km/jam	Cek Panjang Kritis	Y (m)	Kec km/jam
1	0+000,00	4,825								
2	0+063,33	4,822	0,00%		OK	63,33	INFINITE	OK	-0,003	40
3	0+187,57	8,912	3,29%		OK	124,24	INFINITE	OK	4,09	40
4	0+619,87	18,329	2,18%	8%	OK	432,30	INFINITE	OK	9,417	40
5	0+798,76	36,217	10,00%		NOT OK	178,89	215	OK	17,888	40
6	0+897,65	39,178	2,99%		OK	98,89	INFINITE	OK	2,961	40
7	1+076,54	57,073	10,00%		NOT OK	178,89	650	OK	17,895	40

Kontrol Nilai panjang kelandaian disesuaikan berdasarkan panjang, nilai grade, dan kecepatan rencana. Apabila nilai panjang kelandaian lebih dari panjang kelandaian kritis ketentuan berdasarkan plotting grafik panjang kelandaian kritis PDGJ (Gambar 5-32) maka tidak memenuhi.

2. Jenis Lengkung Vertikal

Tabel 11. Jenis Lengkung Vertikal Eksisting

NO	TITIK	STA	Elevasi (m)	g1 (%)	g2 (%)	A	JENIS LENGKUNG
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)
1		0+000	4,825		0,00%		
2	PVI 1	0+063,335	4,820	0,00%	3,29%	3,30%	Cekung
3	PVI 2	0+187,57	8,912	3,29%	2,18%	-1,11%	Cembung
4	PVI 3	0+619,874	18,330	2,18%	10,00%	7,82%	Cekung
5	PVI 4	0+798,759	36,220	10,00%	2,99%	-7,01%	Cembung
6	PVI 5	0+897,653	39,180	2,99%	10,00%	7,01%	Cekung
7	PVI 6	1+076,538	57,070	10,00%	3,00%	-7,00%	Cembung
8	PVI 7	1+175,432	60,040	3,00%	10,00%	7,00%	Cekung
9	PVI 8	1+354,317	77,930	10,00%	2,20%	-7,80%	Cembung
10	PVI 9	2+588,101	105,010	2,20%	-10,00%	-12,20%	Cembung
11	PVI 10	2+798,936	87,920	-10,00%	-3,02%	6,98%	Cekung
12	PVI 11	2+897,830	84,950	-3,02%	-9,95%	-6,93%	Cembung
13	PVI 12	3+075,962	67,140	-9,95%	-3,21%	6,74%	Cekung
14	PVI 13	3+683,336	47,650	-3,21%	-10,00%	-6,79%	Cembung
15	PVI 14	3+817,221	34,280	-10,00%	-3,07%	6,93%	Cekung
16	PVI 15	3+916,115	31,310	-3,07%	-9,91%	-6,84%	Cembung
17	PVI 16	4+050	17,920	-9,91%	-4,94%	4,97%	Cekung
18	PVI 17	4+266,321	9,600	-4,94%	1,45%	6,39%	Cekung
19	PVI 18	4+667,242	9,600	1,45%	5,19%	3,73%	Cekung
20	PVI 19	5+257,063	24,800	5,19%	0,81%	-4,38%	Cembung
21	PVI 20	5+555,340	40,270	0,81%	0,00%	-0,81%	Cembung
22	Akhir	6+650	48,304		0,00%		

B. Analisis Lengkung Vertikal Eksisting

1. Lengkung Cekung PVI 1

Data-data yang diketahui:

V = 40 km/jam

A = 3,3 %

Berdasarkan kenyamanan pengemudi

$$K = \frac{V_D^2}{1296 A} = \frac{40^2}{1296 \times 3,3\%} = 24,691$$

Lv = K . A = 24,691 x 3,3% = 81,481 meter

Berdasarkan Pengendalian Drainase

Nilai K_{Maks} = 50

Lv = K . A = 3,3% x 50 = 165 meter

Berdasarkan Desain Penampilan (J_{PH})

Nilai K (J_{PH}) 40km/jam berdasarkan Tabel = 9

Lv = K . A = 9 x 3,3% = 29,70 meter

Lv Desain

Lengkung yang diisyaratkan berdasarkan nilai maksimal perhitungan aspek yang dipertimbangkan lengkung cekung. Sehingga Lv desain adalah 82 meter dengan nilai K adalah 24,391.

Kontrol Lv Desain Eksisting

Lv Eksisting ≥ Lv Perhitungan
 100 m ≥ 82 m → OK

2. Lengkung Cembung PVI 4

Data-data yang diketahui

V = 40 km/jam

A = 7,010%

Berdasarkan Jarak Pandang Henti

Nilai K Cembung (J_{PH}) 40km/jam = 4

Lv = K x A
 = 4 x 7,01
 = 28.040

Berdasarkan Jarak Pandang Mendahului

Nilai K Cembung (J_{PM}) 40km/jam = 23

Lv = K x A
 = 23 x 7,01
 = 161,23

Berdasarkan Kenyamanan Pengemudi

$K = \frac{v_D^2}{1296 A}$

$= \frac{40^2}{1296 \times 3,3\%} = 24,691$

Lv = K . A
 = 24,691 x 7,01% = 173,086 meter

Lv Desain

Lengkung yang diisyaratkan berdasarkan nilai maksimal perhitungan aspek yang dipertimbangkan lengkung cekung. Sehingga Lv desain adalah 174 meter dengan nilai K adalah 24,691.

Kontrol Lv Desain Eksisting

Lv Eksisting ≥ Lv Perhitungan

70 m ≥ 174 m → NOT OK

C. Perencanaan Ulang Alinemen Vertikal

Perhitungan diatas berlaku terhadap lengkung vertikal lainnya. Apabila terdapat nilai yang tidak memenuhi maka dilakukan perencanaan ulang dengan tahapan perhitungan yang sama dengan rekapitulasi perhitungan sebagai berikut.

Tabel 12. Rekapitulasi nilai lengkung vertikal perencanaan ulang PVI 1 s.d PVI 9

Uraian	PVI 1	PVI 2	PVI 3	PVI 4	PVI 5	PVI 6	PVI 7	PVI 8	PVI 9
V (km/jam)	40	40	20	20	40	40	40	20	40
Type	Cekung	Cekung	Cembung	Cekung	Cembung	Cekung	Cembung	Cembung	Cembung
Lv (m)	75	102	40	20	85	57	100	137	26
Nilai K	24,691	24,691	17	6,8	24,691	24,691	24,691	17,000	24,691

Tabel 13. Rekapitulasi nilai lengkung vertikal perencanaan ulang PVI 10 s.d PVI 18

Uraian	PVI 10	PVI 11	PVI 12	PVI 13	PVI 14	PVI 15	PVI 16	PVI 17	PVI 18
V (km/jam)	40	20	20	40	40	40	40	40	40
Type	Cekung	Cembung	Cekung	Cembung	Cekung	Cekung	Cekung	Cembung	Cembung
Lv (m)	96	80	15	65	100	97	93	22	93
Nilai K	24,691	17	6,173	24,691	24,691	24,691	24,691	24,691	24,691

4. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil analisis penelitian dan pembahasan, maka dapat di ambil kesimpulan sebagai berikut:

Hasil perhitungan geometrik jalan berpedoman dengan PDGJ 2021 diperoleh perubahan kalasifikasi jalan dari lingkungan primer menjadi lokal primer, dan didapatkan 15 lengkung horizontal serta 8 lengkung vertikal cembung yang terdiri dari 14 tikungan F-C, 1 tikungan S-C-S, 4 lengkung vertikal cekung dan 4 lengkung vertikal cembung.

DAFTAR PUSTAKA

[1] A. Zani, Nain Raharjo, and Burhamtoro, "Perencanaan Ulang Geometrik Jalan pada Jalan Mojosari Sebagai Jalur Utama Penghubung

Kecamatan Kepanjen," *J. Apl. Tek. Sipil*, vol. 4, no. 1, p. 132-139, April. 2022.
 [2] Adi, Setyo (2022) "Perencanaan Ulang Geometrik Dan Perkerasan Kaku Jalan Lintas Selatan Lot 6 Ruas Karanggongso," in Malang: Politeknik Negeri Malang.
 [3] Direktorat Jenderal Bina Marga, "Pedoman Desain Geometrik Jalan," Jakarta, 2021.
 [4] Peraturan Menteri Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat Nomor 19/PRT/M/2011 Tentang Persyaratan Teknis Jalan
 [5] Peraturan Pemerintah Republik Indonesia. Nomor 34 Tahun 2006. Tentang Jalan.
 [6] Sukirman, Silvia, *Dasar-dasar Perencanaan Geometrik Jalan*. Bandung: Nova, 1999.