

PERENCANAAN ULANG DESAIN GEOMETRIK JALAN TOL JAKARTA – CIKAMPEK II SELATAN PAKET 3 (STA 30+000 – STA 60+162)

Narendra Adhy Nugraha¹, Nain Dhaniarti Raharjo², Martince Novianti Bani³

Mahasiswa Teknologi Rekayasa Konstruksi Jalan dan Jembatan, Jurusan Teknik Sipil, Politeknik Negeri Malang¹, Dosen Jurusan Teknik Sipil, Politeknik Negeri Malang², Dosen Jurusan Teknik Sipil, Politeknik Negeri Malang³

Email: anarendra0666@gmail.com¹, nainraharjo@polinema.ac.id², novianti_mb@polinema.ac.id³

ABSTRAK

Proyek pembangunan Tol Cikampek Jakarta II Selatan yakni sebuah Proyek Strategis Nasional (PSN) yang membentang sepanjang 62 KM dari Simpang Susun Jatiasih hingga Simpang Susun Sadang. Namun, perencanaan desain geometrik pada proyek ini masih menggunakan pedoman lama yaitu Tata Cara Perencanaan Geometrik Jalan Antar Kota tahun 1997 serta AASTHO 2004. Sehingga pada penelitian ini dilakukan evaluasi dan perencanaan ulang desain berdasarkan Pedoman Desain Geometrik Jalan Tahun 2021. Data yang digunakan merupakan data sekunder yang mencakup titik koordinat, peta topografi, serta volume lalu lintas setiap harinya yang didapatkan pada berkas rencana proyek pembangunan. Berdasarkan hasil perencanaan ulang desain geometrik menggunakan PDGJ Tahun 2021, diperoleh 9 tikungan S–C–S serta 11 tikungan F–C, serta 9 lengkung *vertical* cekung serta 8 cembung.

Kata kunci : geometrik jalan, jalan tol, civil 3D

ABSTRACT

The Jakarta–Cikampek II Selatan Toll Road Project is a National Strategic Project (PSN) that stretches for 62 km from the Jatiasih Interchange to the Sadang Interchange. However, the geometric design planning for this project still uses the old guidelines, namely TPGJAK 1997 and AASTHO 2004. Therefore, this study conducted an evaluation and redesign of the design based on the PDGJ 2021. This research used secondary data which includes coordinate points, topographic maps, and Mean daily traffic derived from the available data. In light of the redesign's geometric design outcomes utilizing PDGJ 2021, there were 9 S – C – S curves and 11 F – C curve, as well as 9 sag vertical curves and 8 crest vertical curves.

Keywords : *geometric roads, toll roads, civil 3D*

1. PENDAHULUAN

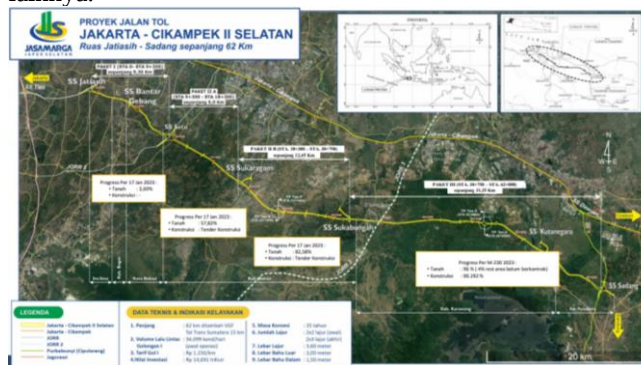
Proyek pembangunan Tol Jakarta–Cikampek II Selatan yakni sebuah PSN serta termasuk pada proyek kerjasama antara pemerintah dan swasta (KPBU) dengan nilai kontrak sebesar Rp. 14.69 triliun [1]. Tol ini membentang sepanjang 62 KM dari Simpang Susun Jatiasih hingga Simpang Susun Sadang. Proyek ini terbagi dalam tiga tahap konstruksi, yaitu Paket 1 (dari Simpang Susun Jatiasih ke Simpang Susun Bantar Gebang), Paket 2 (Simpang Susun Bantar Gebang ke Simpang Susun Sukabungah), Paket III (Simpang Susun Sukabungah ke Simpang Susun Sadang). Proses konstruksi dimulai pada tahun 2019 dimulai dari Paket III di wilayah Sadang, Purwakarta dan masih berlanjut hingga sekarang, dengan jumlah *Point of Interest* (PI) pada Paket III sendiri berjumlah 20 buah.

Alasan memilih lokasi tersebut sebagai lokasi studi dikarenakan perencanaannya masih menggunakan pedoman yang lama yaitu TPGJAK Tahun 1997 dan AASTHO 2004. [2] perencanaan jalan yang dirancang untuk lalu lintas di masa lampau tidak lagi kompatibel dengan arus kendaraan modern yang semakin padat dan canggih. Hal ini dapat menyebabkan ketidak efisienan, seperti kemacetan dan kecelakaan terutama dibanding pada standar layanan ditingkat dunia contohnya AASTHO (2001,2011,2018), TRB (2011), Autoroads (2016). Sehingga perlu adanya evaluasi desain geometrik jalan dengan mengacu pada pedoman yang berlaku saat ini di Indonesia yaitu Pedoman Desain Geometrik Jalan Tahun 2021 (PDGJ 2021) untuk meningkatkan keamanan dan kenyamanan pengendara yang akan melintas.

[3] dalam penelitiannya di jalan intas Selatan LOT 6, ruas Karanggongso–Nglarap, menemukan adanya 36 tikungan dengan jenis SCS (Spiral-Circle-Spiral), 2 tikungan dengan jenis FC (Full Circle), serta terdapat 9 lengkung *vertical* cembung serta 6 lengkung *vertical* cekung di sepanjang jalan tersebut. Tikungan SCS biasanya dipergunakan guna memberi transisi halus diantara jalan lurus serta lengkung, sedangkan tikungan FC adalah tikungan berbentuk lingkaran penuh. Lengkung *vertical* cembung adalah bagian jalan yang melengkung keatas, sementara lengkung *vertical* cekung melengkung kebawah. [4] dalam penelitiannya pada Tol Pandaan menuju Malang diruas Pakis Madyopuro STA 30+625-STA 38+488 menghasilkan 4 tikungan S C S, serta 2 lengkuan *vertical* cembung serta 2 lengkungan *vertical* cekung.

2. METODE

Lokasi studi penelitian yang berfokus pada pembangunan proyek Tol Jakarta Cikampek II Selatan, tepatnya di bagian Paket III yang mencakup jarak antara STA 30 + 000 hingga STA 60 + 162. "STA" adalah singkatan dari Stationing, yang biasanya dipergunakan guna memperlihatkan beberapa titik spesifik disepanjang proyek jalan raya atau infrastruktur lainnya.



Gambar 1. Memperllihatkan Lokasi Penelitian

Sumber: PT Waskita Karya (Persero) Tbk.

Didalam studi ini, evaluasi desain geometrik menggunakan Metode yang berlaku saat ini adalah Pedoman Desain Geometrik Jalan Tahun 2021, yang dapat digunakan melalui menggunakan Autocad Civil 3D 2020. Prosedur untuk perencanaan ulang desain geometrik adalah diantaranya:

- Perancangan Alinyemen Horizontal
 - Menentukan kategori desain utama
 - Menentukan kategori desain teknis
 - Menentukan alinyemen horizontal dalam desain eksisting menggunakan PDGJ 2021
 - Melakukan kontrol komponen alinyemen horizontal berdasarkan PDGJ 2021 ($L_L \leq 2,5 \text{ Menit} \times V_D$; $L_C \leq 6 \text{ Detik} \times V_D$; $L_S \leq \frac{1}{2} (6 \text{ Detik} \times V_D)$)
- Perencanaan Alinyemen *Vertical*
 - Mempersiapkan hasil perancangan alinyemen horizontal definitive
 - Mengecek keadaan alinyemen *vertical* eksisting
 - Melaksanakan evaluasi kepada gamabran *vertical* eksisting menggunakan PDGJ 2021 jika panjang kelandaian kritis melampaui syarat

- Menentukan PVI baru
- Menentukan kategori tikungan merujuk dari skor hal yang membedakan grade (A). Apabila mempunyai nilai secara positif, jadinya pada desain lengkung cekung (*sag*) serta lengkung cembung (*crest*) bagi skor negative
- Tentukan panjang lengkung menggunakan kategori lengkung serta kemudian lakukan kontrol akhir kepada skor K.

3. HASIL SERTA PEMBAHASAN

Kategori gambaran ini merujuk dari data teknis eksisting pada penyelarasan menggunakan PDGJ2021. Berikut merupakan kategori desain pada proyekan Tol Jakarta-Cikampek II Selatan Paket III:

Table 1. Memperllihatkan Kategori Desain Utama

No	Elemen Desain Utama	Elemen Desain Utama
1	Peran menghubungkan	Titik A ke Titik B sebagai Jalan Tol
2	Penggolongan jalan	Jalan umum SJJ : Primer Status : Jalan Nasional Fungsi : Jalan Arteri Primer Kelas : I SPPJ : JBH
3	Rentang VD, km/Jam	80-120

Table 2. Memperllihatkan Kategori Desain Teknis

No	Elemen Desain Teknis	Nilai Desain Teknis
1	V_D km/jam	80 km/jam
2	Kondisi Medan	Datar
3	Kelandaian Memajang Grade Max, %	4 %
4	Kekesatan melintang terbesar (f_{max})	0.14
5	Superelevasi tertinggi (e_{max}), %	8
6	R_{min}	227
7	Skor K lengkung <i>vertical</i> Lengkung vertikal cekung Lengkung vertikal cembung	$K > 26$ $K > 30$
8	Panjang bagian lurus maksimum, m	3333,33
9	Jenis Jalan serta dimensi jalan Jenis Jalan Lebar lajur, m Lebar bahu luar, m Lebar bahu dalam, m Lebar median, m	6/2 T 2x10,8 2,5 1,0 2,5
10	Kelandaian melintang Lajur jalan, % Bahu, %	2% 5%

11	Jenis perkerasan	Rigid Pavement	Bagi tikungan jenis S-C-S : skor $p \geq 0,25m$ serta tikungan F-C: nilai $p < 0,25m$.
12	Ruang jalan		
	Rumaja, m	36,3	
	Rumija, m	39	
	Ruwasja, m	15	

Perencanaan Alinyemen Horizontal

Adapun gambaran perhitungan alinyemen horizontal diPI

1:

1. Menetapkan skor beberapa jari lengkung minimal

$$R_{\min} = \frac{V_D^2}{127(f_{\max} + e_{\max})} = \frac{80^2}{127(0,14 + 8\%)} = 227 \text{ m}$$

2. Mengukur panjang lengkung peralihan

- Merujuk dari *Superelevation Runoff* (L_r)

$$L_r = \frac{wn_1 e_D}{\Delta} (b_w) = \frac{3,6 \times 3 \times 4\%}{0,5\%} (0,67) = 58 \text{ m}$$

- berdasarkan kenyamanan berkendara

$$L_s = \sqrt[2]{24(P_{\min})} R = \sqrt[2]{24(0,2) \times 227} = 33 \text{ m}$$

- berdasarkan rumus short

$$L_s = \frac{0,0214 V_D^3}{R \times C} = \frac{0,0214 \times 80^3}{227 \times 1,2} = 40,223 \text{ m}$$

- berdasarkan waktu tempuh 3 detik

$$L_s = \frac{V_D}{3,6} T = \frac{80}{3,6} \times 3 = 66,667 \text{ m}$$

Dari keempat perhitungan tersebut didapat skor maskimal. Hasilnya bisa didapat skor L_s merujuk dari waktu tempuh 3 detik adalah 66,667 m

Cek nilai L_s

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

$$66,667 \leq \frac{1}{2} (6 \text{ detik} \times (\frac{80 \times 1000}{3600}))$$

$$66,667 \leq 66,667 \text{ (Mempenuhi)}$$

3. Menetapkan jenis tikungan melalui mengukur skor pergeseran (p)

4. Sudut lengkung peralihan (θ_s)

$$\theta_s = \frac{360 L_s}{2\pi 2R} = \frac{360 \times 66,667}{2\pi \times 2 \times 740} = 2,581^\circ$$

5. Jarak tegak lurus dari TS/ST menuju SC (X_s)

$$X_c = L_s - \frac{L_s^3}{40R^2} = 66,667 - \frac{66,667^3}{40 \times 740^2} = 66,653 \text{ m}$$

6. Jarak tegak lurus menuju SC dalam lengkung (Y_s)

$$y_s = \frac{L_s^2}{6R} = \frac{66,667^2}{6 \times 740} = 1,001 \text{ m}$$

7. Jarak titik TS menuju pergeseran tikungan (k)

$$K = L_s - \frac{L_s^3}{40R^3} - R \cdot \sin \theta_s$$

$$= 66,667 - \frac{66,667^3}{40 \times 740^3} - 740 \cdot \sin 2,581 = 33,345 \text{ m}$$

8. Panjang tangent pada titik PI menuju TS

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

$$= 740 + 0,25 \cdot \tan \frac{12}{2} + 33,345 = 114,132 \text{ m}$$

9. Jarak PI menuju Es

$$E_s = (R + p) \cdot \sec \frac{\Delta}{2} - R$$

$$= 740 + 0,25 \cdot \sec \frac{12}{2} - 740 = 4,646 \text{ m}$$

10. Sudut tikungan lengkung lingkaran (θ_c)

$$\theta_c = \Delta - 2\theta_s = 12 - 2 \times 2,581 = 7,295^\circ$$

11. Panjang busur lingkaran (L_c)

$$L_c = \frac{\Delta c}{180} \cdot \pi \cdot R$$

$$L_c = \frac{7,295}{180} \times 3,14 \times 740 = 94,217 \text{ m}$$

Table 3. Memperllihatkan Hasil Desain Alinyemen Horizontal

No PI	PI 1	PI 2	PI 3	PI 4	PI 5	PI 6
VD (km/jam)	80	80	80	80	80	80
Tipe Tikungan	S - C - S	F - C	F - C	F - C	F - C	S - C - S
Sudut Defleksi	12	3	4	1	1	12
R (m)	740	2215	1860	5350	5350	740
Ts/Tc (m)	114.132	66.653	66.657	66.561	66.560	112.383
Lc (m)	94.217	133.197	133.190	133.047	133.045	90.761
Ls (m)	66.667	-	-	-	-	66.667
θ_s	2.581	-	-	-	-	2.58
Es/Ec (m)	4.646	1.003	1.194	0.414	0.414	4.456
PI 7	PI 8	PI 9	PI 10	PI 11	PI 12	PI 13
80	80	80	80	80	80	80

F – C	S - C - S	S - C – S	S - C – S	F – C	F - C	S - C – S
8	12	23	11	6	7	35
910	740	500	740	1265	1080	320
66.647	111.936	134.226	103.774	66.520	66.666	135.876
132.989	89.877	132.253	73.722	132.851	133.095	131.357
-	66.667	66.667	66.667	-	-	66.667
-	2.581	3.82	2.581	-	-	5.968
2.437	4.411	10.436	3.593	1.748	2.056	16.561

PI 14	PI 15	PI 16	PI 17	PI 18	PI 19	PI 20
80	80	80	80	80	80	80
F – C	F - C	S - C – S	S - C – S	S - C – S	S - C - S	S - C – S
7	8	14	27	50	29	16
1100	925	740	430	228	395	735
66.441	66.809	121.528	135.281	140.713	134.407	133.562
132.654	133.318	108.813	133.276	133.224	130.936	132.472
-	-	66.667	66.667	66.667	66.667	66.667
-	-	2.581	4.442	8.377	4.835	2.598
2.005	2.410	5.484	12.331	24.705	13.171	7.051

Perencanaan Alinyemen Vertical

Ini merupakan titik PVI dalam perancangan alinyemen vertical.

Table 4. Memperllihatkan Titik *Point Vertical Intersection* (PVI)

No	STA	Elevasi
PVI1	31+572.73	60.913
PVI2	33+258.49	43.543
PVI3	34+935.26	62.378
PVI4	36+695.50	47.673
PVI5	38+439.54	74.399
PVI6	40+103.64	82.816
PVI7	41+707.36	63.422
PVI8	43+443.69	97.997
PVI9	45+136.53	62.709
PVI10	46+689.78	44.233
PVI11	48+512.15	58.984
PVI12	50+117.44	41.275
PVI13	51+801.14	50.107
PVI14	53+512.08	32.249
PVI15	55+189.20	45.964
PVI16	57+227.50	86.442
PVI17	58+987.03	62.487

Berikut gambaran pengukuran alinyemen *vertical* untuk PVI 1:

1. Pengukuran skor *Grade* (A)
 $A = g_2 - g_1 = (-1,03\%) - 0,81\% = -1,84\%$ (Cembung)
2. Panjang kelandaian kritis
Mengacu pada PDGJ 2021 untuk kecepatan 80 km/jam didapatkan kelandaian kritis maksimum 4% dan panjang kelandaian kritis maksimum sebesar 600 meter.
3. Menetapkan J_{PH}
Mengacu dari PDGJ 2021 untuk kecepatan 80 km/jam didapatkan nilai J_{PH} adalah 130 dan nilai K yakni 26.
4. Menetapkan J_{PM}
Mengacu dari PDGJ 2021 untuk kecepatan 80 km/jam didapatkan nilai J_{PM} adalah 245 dan nilai K yakni 70.
5. Panjang lengkung *vertical* cembung
 - Merujuk dari J_{PH}
 $K (J_{PH}) = 26$
 $A = -1,84\%$
 $L = K \times A = 26 \times 1,84 = 47,84 \text{ m}$
 - berdasarkan J_{PM}
 $K (J_{PM}) = 70$
 $A = -1,84\%$
 $L = K \times A = 70 \times 1,84 = 128,80 \text{ m}$

Dari dua perhitungan di atas di ambil nilai panjang lengkung *vertical* (LVC) yang paling besar yaitu berdasarkan J_{PM} sebesar 128,80 m.

Table 5. Memperllihatkan Hasil Desain Alinyemen *Vertical*

No	STA	Elevasi	A (Grade)	Jenis Lengkung	K	Panjang Lengkung (LVC)
PVI 1	31+572.73	60.913	1.84%	Cembung	70	128.80
PVI 2	33+258.49	43.543	2.15%	Cekung	30	64.50
PVI 3	34+935.26	62.378	1.96%	Cembung	70	137.20
PVI 4	36+695.50	47.673	2.37%	Cekung	30	71.10
PVI 5	38+439.54	74.399	1.03%	Cembung	70	72.10
PVI 6	40+103.64	82.816	1.66%	Cembung	70	116.20
PVI 7	41+707.36	63.422	3.19%	Cekung	30	95.70
PVI 8	43+443.69	97.997	4.12%	Cembung	70	288.40
PVI 9	45+136.53	62.709	0.90%	Cekung	30	27.00
PVI 10	46+689.78	44.233	2.00%	Cekung	30	60.00
PVI 11	48+512.15	58.984	1.91%	Cembung	70	133.70
PVI 12	50+117.44	41.275	1.63%	Cekung	30	48.90
PVI 13	51+801.14	50.107	1.57%	Cembung	70	109.90
PVI 14	53+512.08	32.249	1.86%	Cekung	30	55.80
PVI 15	55+189.20	45.964	1.28%	Cekung	30	38.40
PVI 16	57+227.50	86.442	3.04%	Cembung	70	212.80
PVI 17	58+987.03	62.487	1.47%	Cekung	30	44.10

4. KESIMPULAN

Setelah dilakukan perencanaan ulang pada desain geometrik baru menggunakan PDGJ Tahun 2021 dengan kecepatan rencana 80 km/jam dan koordinat titik PI yang sama dengan desain eksisting menghasilkan alinyemen horizontal dengan 9 tikungan tipe *Full Circle* dan 11 tikungan tipe *Spiral – Circle – Spiral*. Pada alinyemen *vertical* menghasilkan 9 lengkung tipe cekung (*Sag*) dan 8 lengkung tipe cembung (*Crest*).

DAFTAR PUSTAKA

- 1) A. F. Rahmadyanti and S. M. Damayanti, "Investment Risk Analysis of Jakarta - Cikampek II Selatan Toll Road," *Asian J. Res. Bus. Manag.*, vol. 4, no. 3, pp. 461–472, 2022
- 2) Kementerian PUPR Dirjen Bina Marga. *Pedoman Desain Geometrik Jalan (No. 13 / P / BM / 2021)*. Dirjen Bina Marga
- 3) M. S. Adi, U. Subagyo, and ..., "Perencanaan Ulang Geometrik Jalan Lintas Selatan Lot 6 Ruas Karanggongso–Nglarap," *J. Online Skripsi ...*, vol. 3, no. September, pp. 120–127, 2022
- 4) B. K. Sandi, M. Marjono, and R. Sasongko, "Perencanaan Ulang Jalan Tol Pandaan–Malang Ruas Pakis–Madyopuro Sta. 30+625 – Sta. 38+488," *J. JOS-MRK*, vol. 1, no. 3, pp. 128–133, 2020