

PERENCANAAN GEOMETRIK JALAN AKSES PROYEK PEMBANGUNAN TAMAN TEKNOLOGI TURYPADA TOWER, PROVINSI BALI

Siti Blatiskha Rahmadella
Yuga
Departemen Teknik Sipil
Universitas Brawijaya
Blatiskha@gmail.com

Muhammad Zainul Arifin
Departemen Teknik Sipil
Universitas Brawijaya
mzaub@ub.ac.id

Hendi Bowoputro
Departemen Teknik Sipil
Universitas Brawijaya
bowoputro94@ub.ac.id

Abstract

Turyapada Tower is a design and build integrated construction with a project worth IDR 334.272 billion undertaken by PT Utama Karya (Persero), located on Singaraja-Denpasar Highway, Bali Province. The project location in the mountains causes the need for new land clearing and making access roads. The purpose of this study is to plan the geometric design of the Turyapada Tower Access Road at STA 0+000.00-STA 1+851.84 according to the 2021 Road Geometric Design Guidelines (PDGJ 2021) standard and by using the analysis method from Silvia Sukirman's book. This planning uses topographic data obtained from the Turyapada Tower project. This planning uses the help of AutoCad Civil 3D and Sketch Up. Turyapada Tower Access Road STA 0+000.00-1+851.84 obtained geometric planning with 5 full circle bends and 20 spiral-spiral bends. Earthwork, namely excavation of segment 1 is 14,876.81m³ and segment 2 is 20,686.81m³, in segment 3 obtained embankment work of 14,279.47m³.

Keywords: Road Planning, Geometrics, Access Road, PDGJ 2021, Civil 3D

Abstrak

Turyapada Tower merupakan konstruksi terintegrasi rancang dan bangun dengan proyek senilai Rp 334,272 miliar yang dikerjakan oleh PT Utama Karya (Persero), berlokasi di Jalan Raya Singaraja-Denpasar, Provinsi Bali. Lokasi proyek yang berada di pegunungan menyebabkan perlunya dilakukan pembukaan lahan baru dan pembuatan jalan akses. Tujuan kajian ini adalah untuk merencanakan desain geometrik Jalan Akses Turyapada Tower pada STA 0+000.00-STA 1+851,84 sesuai standar Pedoman Desain Geometrik Jalan 2021 (PDGJ 2021) dan dengan menggunakan metode analisis dari buku Silvia Sukirman. Perencanaan ini menggunakan data topografi yang didapatkan dari proyek Turyapada Tower. Perencanaan ini menggunakan bantuan *AutoCad Civil 3D* dan *Sketch Up*. Jalan Akses Turyapada Tower STA 0+000.00-1+851.84 diperoleh perencanaan geometrik dengan 5 tikungan *full circle* serta 20 tikungan *spiral-spiral*. Pekerjaan tanah yaitu galian segmen 1 adalah 14.876,81m³ dan segmen 2 adalah 20.686,81m³, pada segmen 3 didapatkan pekerjaan timbunan sebesar 14.279,47m³.

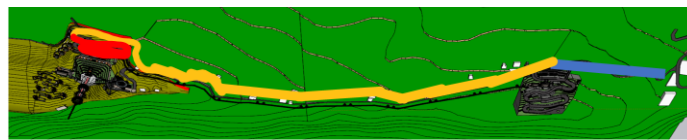
Kata kunci : Perencanaan Jalan, Geometrik, Jalan Akses, PDGJ 2021, Civil 3D

PENDAHULUAN

Proyek Pembangunan Taman Teknologi Turyapada Tower merupakan proyek pembangunan rancang dan bangun senilai Rp 334,272 miliar yang dikerjakan oleh Yodya Karya dan PT Utama Karya (Persero). Turyapada Tower nantinya akan memiliki ketinggian 115 m yang terletak pada ketinggian 1.521 m di atas permukaan laut. Turyapada Tower dilengkapi dengan berbagai fasilitas seperti puncak tower sebagai pemancar siaran televisi digital,

telekomunikasi seluler, dan internet, badan tower sebagai wahana edukasi berupa planetarium, *skywalk*, dan restoran putar 360 derajat.

Turyapada Tower berlokasi di Jalan Raya Singaraja-Denpasar, Desa Pegayaman, Kelurahan Pancasari, Kecamatan Sukasada, Kabupaten Buleleng, Provinsi Bali. Lokasinya yang berada di pegunungan menyebabkan banyak faktor yang perlu diperhatikan, salah satunya terkait jalan akses. Jalan akses Turyapada Tower dibagi menjadi dua yaitu jalan akses utama dan jalan akses utara. Jalan akses utama merupakan jalan yang menghubungkan antara Jalan Raya Singaraja-Denpasar dengan area parkir untuk kendaraan umum. Jalan akses utama akan dibangun sepanjang 292 m dari STA 0+000.00 sampai dengan STA 0+292.03. Nantinya jalan akses utama akan dapat dilalui baik oleh kendaraan kecil berupa mobil dan mini bus atau kendaraan besar seperti bus pariwisata. Jalan akses utama ditunjukkan dengan bagian berwarna biru pada Gambar 1 Jalur akses utama m dari STA 0+000.00 sampai dengan STA 0+292.03 akan direncanakan sebagai jalan lingkungan primer dengan kelas jalan khusus, Spesifikasi Penyediaan Prasarana Jalan (SPPJ) Jalan Lalu Lintas Rendah (JLR), dan tipe jalan 2 lajur 2 arah tak terbagi (2/2-TT).



Gambar 1. Pembagian Jalur Akses Turyapada Tower

Jalan akses utara Turyapada Tower menghubungkan jalan akses utama atau area parkir dengan lobi penerimaan tower yaitu dari STA 0+292.03 sampai dengan 1+851.84. Jalan akses utara memiliki akses masuk terbatas, transportasi yang dapat digunakan dari area parkir menuju tower adalah dengan gondola atau *buggy car*. Jalan akses utara sebelumnya pernah direncanakan oleh perencana proyek untuk STA 1+557.05 sampai dengan 1+851.84 yang ditunjukkan bagian berwarna merah pada Gambar 1. Berdasarkan dokumen perencanaan proyek, perencanaan desain jalan akses utara dirancang satu arah diawali tanjakan dengan kemiringan 11%, kemudian setelah lobi penerimaan, jalanan mulai menurun tajam dengan kemiringan 17,11% sepanjang 70m sesuai pada lampiran 1 gambar *long and cross section* dan lampiran 2 gambar denah Turyapada Tower. Namun, berdasarkan Pedoman Desain Geometrik Jalan 2021 perencanaan jalan tersebut melebihi batas kemiringan yang ditetapkan untuk jalan, yaitu 15%.

Berdasarkan latar belakang tersebut, penelitian ini bertujuan untuk merancang desain geometrik jalur akses Turyapada Tower yang memenuhi standar PDGJ 2021 dari STA 0+292.03 sampai dengan STA 1+557.05 yang ditunjukkan bagian berwarna kuning pada Gambar 1 dan perencanaan ulang desain geometrik dari STA 1+557.05 sampai dengan 1+851.84 yang ditunjukkan bagian berwarna merah Gambar 1.

METODE

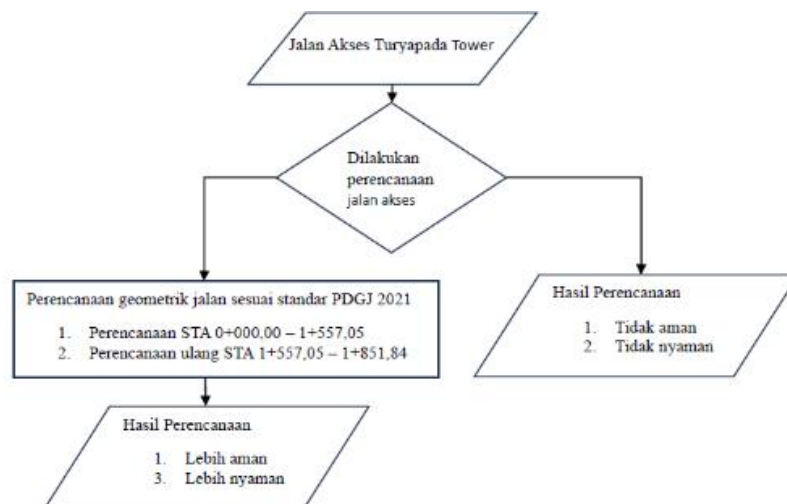
Lokasi penelitian berada di Jalan Raya Singaraja-Denpasar Kabupaten Buleleng Provinsi Bali STA 0+000,00-1+851,84 yang menghubungkan antara jalan arteri dari arah timur ke Proyek Pembangunan Taman Teknologi Turyapada Tower di bagian barat seperti pada Gambar 2.



Gambar 2. Lokasi Penelitian

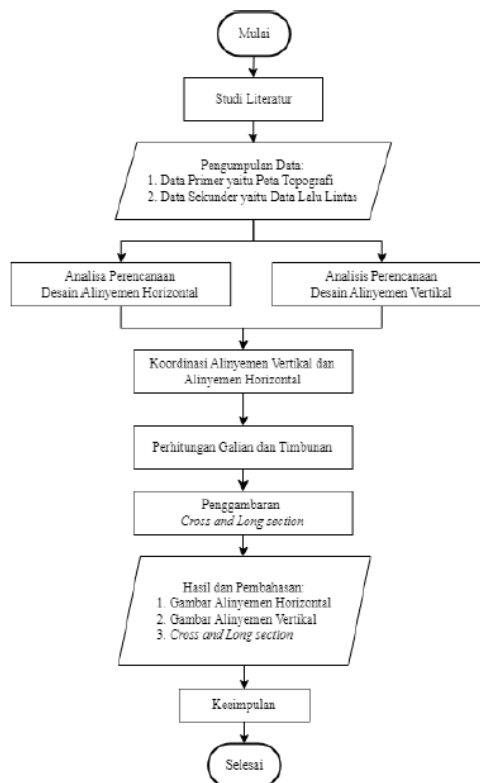
Pada studi ini, perencanaan geometrik jalan akses menggunakan standar Pedoman Desain Geometrik Jalan 2021 dengan bantuan aplikasi *AutoCAD Civil 3D 2023* dan *SketchUp Pro 2023*. Proses perencanaan geometrik ini sejalan dengan metode yang digunakan oleh (Hermansyah et al., 2023) tentang Perencanaan Geometrik Jalan Raya Dengan *Software Autocad Civil 3d* dan Instalasi PJU Tenaga Surya. Selain itu, perencanaan ini juga dirancang dengan mempertimbangkan penelitian perencanaan geometrik terdahulu seperti (Hidayati, Ratna Putri 2016), (Ishak Devieton, 2017), (Kurdhianto et al., 2019), dan (Ramadhan et al., 2022). Berikut merupakan bagan alir perencanaan geometrik jalan akses yang dapat dilihat pada Gambar 3 dan Gambar 4:

a. Kerangka Berpikir



Gambar 3. Kerangka Berpikir

b. Alur Penelitian



Gambar 4. Alur Penelitian

HASIL DAN PEMBAHASAN

Kriteria Desain

Kriteria desain ini direncanakan berdasarkan peruntukan jalan yaitu pada Tabel 1.

Tabel 1. Kriteria Desain Jalan Akses

No	Elemen Kriteria Desain Utama	Keterangan atau Nilai	Catatan
1	Peran menghubungkan	PD-PD Jalan lokal	
2	Penggolongan Jalan	SJJ: Primer Status: Jalan Kabupaten Fungsi: lokal primer Kelas: khusus SPPJ: JLR	Berdasarkan Permen PU No.11/PRT/M/2011 dan Permen PU No.5/2023
3	Rentang Vd, Km/jam	20-40,	Mempertimbangkan keselamatan, ekonomi, medan jalan, lingkungan, dan kemudahan konstruksi
4	Vd, km/jam	20,	
5	Elevasi max, %	8	

No	Elemen Kriteria Desain Utama	Keterangan atau Nilai	Catatan
6	F max	0,179	
7	Kelandaian jalan max, %	14,98	
8	Rmin lengkung horizontal, m	3,5	
9	Tipe jalan	2/2-TT	
10	Lebar lajur, m	3,5 dan 3	

Perencanaan alinyemen horizontal dengan metode dari buku Silvia Sukirman

Berikut merupakan contoh perhitungan pada PI1 (STA 0+069,37)

1. Perhitungan Sudut Azimuth

$$\alpha = \tan^{-1} \left(\frac{x_2 - x_1}{y_2 - y_1} \right) = \tan^{-1} \left(\frac{1065,388 - 1027,373}{987,113 - 954,227} \right) = 49,1281^\circ \text{ (Kuadran I)} \quad (1)$$

2. Perhitungan sudut tikungan

$$\Delta PI1 = [(\alpha P1 - P2) - (\alpha P1 - P2)] = [49,128^\circ - 101,899^\circ] = 52,771^\circ \quad (2)$$

3. Perhitungan Rmin

$$R_{min} = \frac{20^2}{127(0,08 + 0,179)} = 12,161 \text{ m} \quad (3)$$

4. Perhitungan Ls

4.1. Modifikasi Shortt

$$L_s = 0,0214 \frac{V_R^3}{RC} - 2,727 \frac{V_R^e}{C} = 0,0214 \frac{20^3}{12,0,4} - 2,727 \frac{20 \times 0,098}{0,4} = 22,3 \text{ m} \quad (4)$$

4.2. Kenyamanan berkendara

$$L_{smin} = \sqrt{24(P_{min})R} = \sqrt{24(0,2)12} = 7,589 \text{ m} \quad (5)$$

4.3. Tabel PDGJ 2021 tentang Lengkung Peralihan

$L_s = 11 \text{ m}$

Jadi, digunakan nilai L_s yang paling besar yaitu $22,3 \approx 24 \text{ m}$

5. Perhitungan S-S, digunakan tipe tikungan S-S setelah perhitungan menggunakan S-C-S tidak memenuhi karena θ_s dan L_c tidak memenuhi.

$$\bullet \theta_s = \frac{1}{2} \Delta = \frac{1}{2} 112,596 = 56,2978 \quad (6)$$

$$\bullet L_s = \frac{\theta_s \times \pi \times R d}{90} = \frac{56,2978 \times \pi \times 12}{90} = 23,582 \quad (7)$$

$$\bullet X_s = L_s \times \left(1 - \frac{L_s^2}{40 \times R d^2}\right) = 23,582 \times \left(1 - \frac{23,582^2}{40 \times 12^2}\right) = 21,305 \quad (8)$$

$$\bullet Y_s = \frac{L_s^2}{6 \times R d} = \frac{23,582^2}{6 \times 12} = 7,724 \quad (9)$$

$$\bullet P = Y_s - R d (1 - \cos \theta_s) = 7,724 - 12 (1 - \cos 56,2978) = 2,383 \quad (10)$$

$$\bullet K = X_s - R d \sin \theta_s = 21,305 - 12 (\sin 56,2978) = 11,322 \quad (11)$$

$$\bullet T_s = (R d + P) \tan \frac{1}{2} \Delta + K = (12 + 2,3807) \tan \frac{1}{2} 112,441 + 11,3147 = 32,886 \text{ m} \quad (12)$$

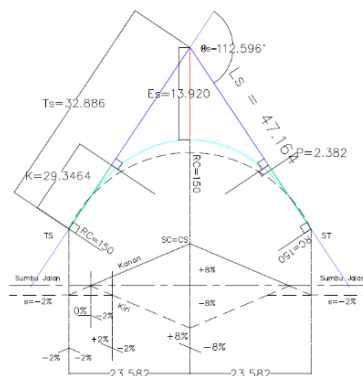
$$\bullet E_s = \frac{(R d + P)}{\cos \frac{1}{2} \Delta} - R d = \frac{(12 + 2,3807)}{\cos 56,2978} - 12 = 13,920 \quad (13)$$

$$\bullet L_{\text{total}} = 2 \times L_s = 2 \times 23,582 = 47,164 \quad (14)$$

6. Kontrol Hitungan

$$T_s > L_s \rightarrow 32,886 > 23,559 \quad (\text{Memenuhi})$$

Sehingga digunakan tipe tikungan S-S, gambar detail tikungan PI 1 dapat dilihat pada Gambar 5. Perhitungan PI lain dapat dilihat pada Tabel 2 dan Tabel 3.



Gambar 5. Detail tikungan PI 1

Hasil Desain Alinyemen Horizontal

Tabel 2. Perhitungan Tikungan *Spiral-Spiral*

Titik	Δ	R	Θ_s	L_s	P	K	T_s	E_s	L_{total}
PI1	112,596	12m	56,298	23,582	2,382	11,322	32,886	13,920	47,164
PI2	52,771	12m	26,386	11,052	0,446	5,485	11,660	1,894	22,105
PI3	44,276	12m	22,138	9,273	0,310	4,613	9,621	1,289	18,546

Titik	Δ	R	Θ_s	Ls	P	K	Ts	Es	Ltotal
PI4	32,524	12m	16,262	6,812	0,164	3,397	6,945	0,671	13,624
PI5	28,309	12m	14,155	5,929	0,124	2,958	6,016	0,504	11,858
PI6	13,950	30m	6,975	7,304	0,074	3,650	7,330	0,299	14,608
PI7	10,249	40m	5,125	7,155	0,053	3,577	7,169	0,214	14,311
PI8	10,143	60m	5,072	10,622	0,079	5,310	10,642	0,315	21,244
PI9	25,310	20m	12,655	8,835	0,165	4,410	8,938	0,667	17,669
PI10	11,622	40m	5,811	8,114	0,069	4,056	8,134	0,276	16,228
PI11	6,330	60m	3,165	6,629	0,031	3,314	6,634	0,122	13,258
PI12	9,010	60m	4,505	9,435	0,062	4,717	9,449	0,248	18,870
PI13	48,306	12m	24,153	10,117	0,371	5,027	10,575	1,558	20,234
PI14	57,812	12m	28,906	12,108	0,541	5,999	12,924	2,326	24,216
PI15	20,803	20m	10,402	7,262	0,111	3,627	7,318	0,447	14,523
PI16	20,238	20m	10,119	7,064	0,105	3,528	7,116	0,422	14,128
PI17	64,049	6m	32,024	6,707	0,337	3,316	7,279	1,474	13,414
PI18	42,128	12m	21,064	8,823	0,279	4,391	9,121	1,159	17,647
PI19	87,234	6m	43,617	9,135	0,662	4,467	10,815	3,202	18,270
PI20	52,207	12m	26,103	10,934	0,437	5,427	11,521	1,849	21,868

Berdasarkan perhitungan yang telah dilakukan digunakan 20 tikungan bertipe S-S dengan R 6-60m, pemilihan nilai R dilakukan dengan mempertimbangkan kondisi lapangan dan standar yang berlaku.

Tabel 3. Perhitungan Tikungan *Full Circle* untuk Segmen 3

Titik	Δ	R (m)	Tc (m)	Lc (m)	Ec
PI21	90,000	6,5m	6,500	10,210	2,692
PI22	90,000	6,5m	6,500	10,210	2,692
PI23	51,284	12m	5,760	10,741	1,311
PI24	90,000	6,5m	6,500	10,210	2,692
PI25	90,000	6,5m	6,500	10,210	2,692
PI26	90,000	6,5m	6,500	10,210	2,692
PI27	90,000	6,5m	6,500	10,210	2,692
PI28	90,000	3,5m	3,500	5,498	1,450
PI29	90,000	3,5m	3,500	5,498	1,450

Pada segmen 3 digunakan tipe tikungan *Full Circle* dengan mempertimbangkan daerah medan bukit dan area pelaksanaan yang cukup kecil.

Perencanaan alinyemen vertikal

Contoh perhitungan STA 0+109,62-0+140,88

1. Kelandaian memanjang

$$g = \frac{\text{elevasi akhir} - \text{elevasi awal}}{\text{stasion akhir} - \text{stasion awal}} \times 100\% = \frac{1421,72 - 1417,04}{31,260 - 0} \times 100\% = +14,98\% \quad (15)$$

$$A = (g_2 - g_1) = 0,00\% - 14,98\% = -14,98\% \rightarrow \text{cembung} \quad (16)$$

2. Menentukan jarak pandang henti

Merujuk pada Tabel 5-55 tentang kontrol Desain (K) untuk lengkung vertikal cembung berdasarkan J_{PH} pada PDGJ 2021 didapat J_{ph} sebesar 20m dan k sebesar 1.

3. Panjang lengkung vertikal

Berdasarkan jarak pandang henti:

$$Lv = K.A = 1 \times 14,98 = 14,98 \text{ m} \quad (17)$$

Berdasarkan kenyamanan penumpang

$$K = \frac{V_D^2}{1296a} = \frac{20^2}{1296(0,05 \times 0,981)} = 0,63 \quad (18)$$

L, untuk $S \leq L$

$$K = \frac{S^2}{200(\sqrt[2]{h_1 - h_2})} = \frac{20^2}{200(\sqrt[2]{2,4 - 0,60})} = 1,491 \text{ m} \quad (19)$$

L, untuk $S > L$

$$K = \frac{2S}{A} - \frac{200(\sqrt[2]{h_1}^2 \sqrt[2]{h_2})^2}{A^2} = \frac{2(20)}{10} - \frac{200(\sqrt[2]{2,4}^2 \sqrt[2]{0,60})^2}{10^2} = 1,2 \text{ m} \quad (20)$$

L_v , panjang kelandaian

$$STA_{\text{akhir}} - STA_{\text{awal}} = 0+140,88 - 0+109,62 = 31,26 \text{ m} \quad (21)$$

Berdasarkan perhitungan di atas digunakan nilai L_v terpanjang yaitu 32 m

4. Perhitungan STA

L_v dibagi menjadi lima segmen untuk mempermudah perhitungan seperti pada Tabel 4

$$\text{Elv. PVI (y)} = \frac{L_v}{2} = \frac{31,26}{2} = 15,63 \text{ m} \quad (22)$$

$$X = \frac{L_v}{\sum \text{segmen}} = \frac{31,26}{10} = 3,13 \text{ m} \quad (23)$$

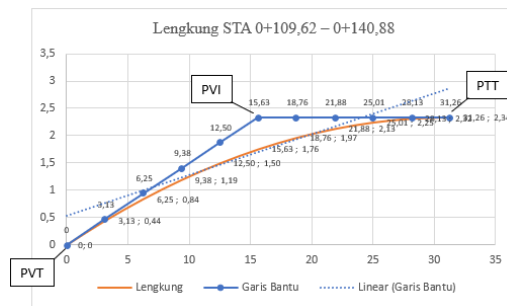
$$\text{Elv. Garis bantu} = \text{STA PVI} \times g : 100 = 15,63 \times 10 : 100 = 1,563 \text{ m} \quad (24)$$

$$\frac{A}{2L} \cdot X^2 = \frac{14,98}{2 \cdot 31,26} \cdot 15,63^2 = 0,56 \quad (25)$$

$$\text{Lengkung PVI} = \text{Elv. Garis bantu PVI} - \frac{A}{2L} \cdot X^2 = 2,34 - 0,59 = 1,76 \text{ m} \quad (26)$$

$$STA_{\text{PTT}} = STA_{\text{akhir}} = 0+140,88 \quad (27)$$

Sehingga lengkung dapat digambarkan seperti pada Gambar 6.



Gambar 6. Grafik Lengkung STA 0+109,62-0+140,88

Tabel 4. Perhitungan Lengkung STA 0+109,62-0+140,88

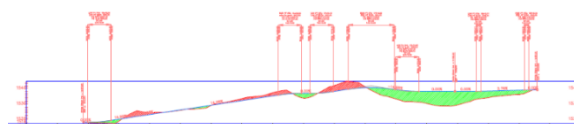
NO	X	$(A/2L).X^2$	EL garis bantu	Lengkung
PVT	0	0	0	0
1	3,13	0,02	0,47	0,44
2	6,25	0,09	0,94	0,84
3	9,38	0,21	1,40	1,19
4	12,50	0,37	1,87	1,50
PVI	15,63	0,59	2,34	1,76
4	18,76	0,37	2,34	1,97
3	21,88	0,21	2,34	2,13
2	25,01	0,09	2,34	2,25
1	28,13	0,02	2,34	2,32
PVT	31,26	0	2,34	2,34

Perhitungan galian dan timbunan

Perhitungan galian dan timbunan dilakukan dengan *software AutoCAD Civil 3D*. Perhitungan didapatkan hasil seperti pada Tabel 5 serta gambar pada Gambar 7 dan Gambar 8. Tanah galian yang didapat nantinya sebagian akan digunakan untuk keperluan menimbun yaitu sebesar 14.279,47 m³ pada area yang memerlukan timbunan dan sebagian lainnya yaitu sebesar 21.284,15 m³ akan dibuang pada jurang atau dijual.

Tabel 5. Rekapitulasi Galian dan Timbunan

Segmen	Stasiun	Timbunan (m ³)	Galian (m ³)	Selisih Galian Timbunan (m ³)
Segmen I	0+000.00-0+292.00	1.149,24	16.026,04	-14.876,81
Segmen II	0+292.00-1+557.05	6.620,45	27.307,26	-20.686,81
Segmen III	1+557.05-1+851.84	20.475,44	6.195,97	+14.279,47



Gambar 7. Contoh Galian dan Timbunan pada Segmen III

Koordinasi alinyemen vertikal dan horizontal

Setelah dilakukan pengecekan dengan menggabungkan alinyemen vertikal dan horizontal didapatkan hasil bahwa alinyemen yang dirancang berada dalam kondisi aman dan divisualisasikan secara 3d seperti pada lampiran yaitu Gambar 9 dan Gambar 10. Namun, tetap perlu diberikan rambu-rambu lalu lintas pada daerah rawan seperti rambu tanjakan, turunan, dan tikungan seperti pada Tabel 6.

Segmen	STA	Titik	R	Vertikal	Rambu
1	0+025,00	PI1	12,0	14,98%	
2	0+263,84	PI4	12,0	9,73%	
3	1+495,63	PI19	6,0	0,00%	
4	1+557,05	PI20	6,5	0,00%	
5	1+793,25	PI23	12	14,98%	
6	1+862,28	PI25	6,5	0,00%	

PENUTUP

Kesimpulan

Berdasarkan hasil dan pembahasan yang telah dilakukan pada bab sebelumnya dapat diambil kesimpulan sebagai berikut:

1. Desain Jalan Akses Utara Turyapada Tower dari STA 0+000.00-0+292.03 didesain memenuhi standar Pedoman Desain Geometrik Jalan 2021. Jalan akses direncanakan dengan kecepatan rencana 20 km/jam, tipe jalan (2/2 TT), lebar lajur 3,5m, dan alinyemen horizontal sebanyak 4 tikungan *spiral-spiral* dengan R sebesar 12m dan superelevasi 8% serta kemiringan jalan paling besar adalah 14,98% yang memenuhi standar yaitu kurang dari 15%.
2. Desain Jalan Akses Utara Turyapada Tower dari STA 0+292.03-1+557.05 telah memenuhi standar Pedoman Desain Geometrik Jalan 2021. Jalan akses direncanakan dengan kecepatan rencana 20 km/jam, lebar lajur 3m, dan terdapat alinyemen horizontal sebanyak 16 tikungan *spiral-spiral* dengan R berkisar 12m s.d 60m serta superelevasi sebesar 8% serta kemiringan jalan paling besar adalah 14,98% yang memenuhi standar yaitu kurang dari 15%.
3. Desain Jalan Akses Utara Turyapada Tower dari 1+557.05-1+851.84 telah memenuhi standar Pedoman Desain Geometrik Jalan 2021. Jalan akses direncanakan dengan kecepatan rencana 20 km/jam, lebar lajur 3m, dan terdapat alinyemen horizontal sebanyak 5 tikungan *full circle* dengan R berkisar 3,5m s.d 12m serta kemiringan jalan paling besar adalah 14,98% yang memenuhi standar yaitu kurang dari 15%.

Saran

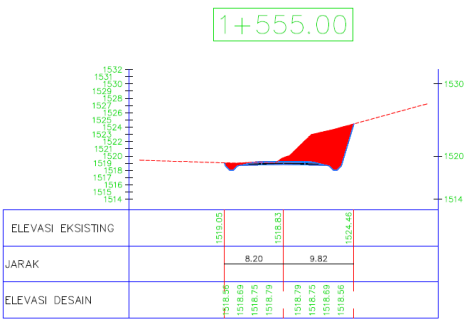
Berdasarkan hasil penelitian dan kesimpulan yang telah dijelaskan sebelumnya, peneliti memberikan beberapa saran, sebagai berikut:

1. Pada perencanaan jalan sebaiknya telah dipersiapkan seluruh data yang dibutuhkan seperti topografi dan khususnya data lalu lintas pada lokasi yang direncanakan.
2. Untuk mengoptimalkan perencanaan jalan perlu dibuatkan beberapa alternatif trase yang terbaik dari segi keamanan, kenyamanan, dan ekonomis.
3. Perlunya dipasang rambu-rambu lalu lintas pada daerah-daerah rawan seperti tanjakan, batas kecepatan, turunan, dan sebagainya di jalan yang direncanakan untuk keamanan pengendara.

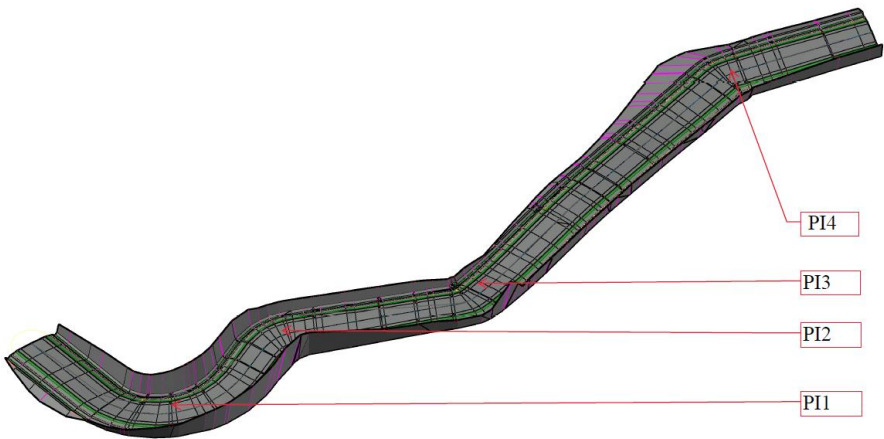
DAFTAR PUSTAKA

- Ditjen Bina Marga. 2021. Pedoman Desain Geometrik Jalan Tahun 2021. Jakarta: Ditjen Bina Marga. Hal. 20-320.
- Hermansyah, Tika Erminta W, Habib Satria dan M. Fadlan S. 2023. Perencanaan Geometrik Jalan Raya Dengan Software Autocad Civil 3d dan Instalasi PJU Tenaga Surya. Mojokerto: Insight Mediatama.
- Hidayati, Ratna Putri. 2016. Perencanaan Geometrik dan Perencanaan Perkerasan Lentur Menggunakan Metode AASHTO'93 pada Jalan Desa Munjungan ke Desa Karanggandu Kabupaten Trenggalek. Skripsi. Institut Teknologi Sepuluh Nopember
- Ishak Devietzon. 2017. Perencanaan Geometrik Jalan Dengan Menggunakan Autocad Land Dekstop 2009 Pada Ruas Jalan Aminweri – Yendoker Sta 0+000 – Sta 10+500 KM” Kabupaten Supiori Papua. Skripsi. Institut Teknologi Nasional Malang.
- Kurdianto, Cucup dan Abdul Kholik. 2019. Kajian Perencanaan Geometrik Jalan dan Tebal Perkerasan Jalan Lingkar Utama Majalengka. Universitas Majalengka
- Menteri Pekerjaan Umum. 2011. Peraturan Mentri Pekerjaan Umum tentang Pedoman Penyelenggaraan Jalan Khusus. Jakarta: Ditjen Bina Marga
- Menteri Pekerjaan Umum. (2023). Persyaratan Teknis Jalan dan Perencanaan Teknis Jalan. Jakarta: Ditjen Bina Marga.
- Ramadhan, Ali Muchammad, Udi Subagyo, dan Nain Dhamiarti. 2022, Perencanaan Ulang Geometrik Jalan Jalur Lintas Selatan Lot 6 Karanggongso-Nglarap STA 5+948 – STA 11+111. Jurnal Online Skripsi-Manajemen Rekayasa Konstruksi Vol. 3, No. 3, Hal. 120-127. Politeknik Negeri Malang.
- Silvia Sukirman. 1994. Dasar-dasar Perencanaan Geometrik Jalan. Bandung: Nova. Hal. 120-140

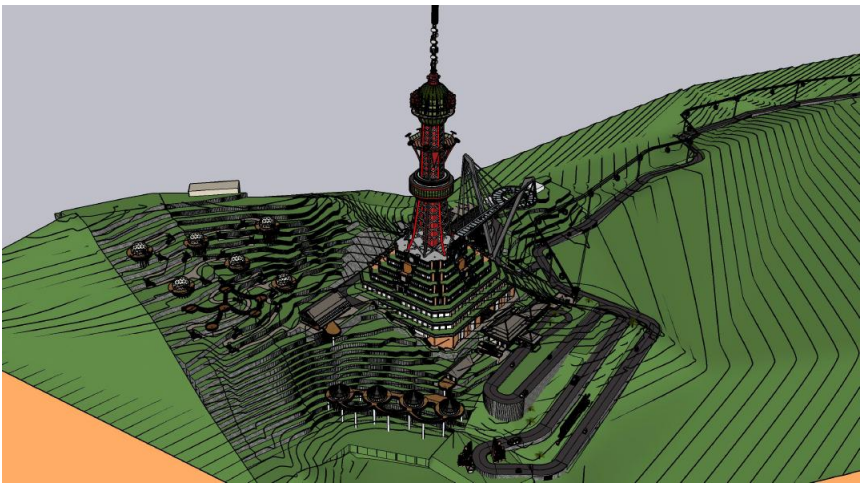
LAMPIRAN



Gambar 8. Penampang melintang



Gambar 9. Visualisasi 3D jalan akses segmen 1



Gambar 10. Visualisasi 3D jalan akses menggunakan Sketch Up