

Analisis Perencanaan Ulang Alinyemen Horizontal dan Pelebaran Perkerasan Tikungan di Ruas Jalan Nasional Gumitir (STA 231+000 - STA 235+100)

Analysis of Horizontal Alignment Re-planning and Widening of Bend Pavement on the Gumitir National Road Section (STA 231+000 - STA 235+100)

Nugroho Utomo, Aulia Dewi Fatikasari*

Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, UPN Veteran Jawa Timur, Surabaya, Indonesia

*Corresponding author email: auliafatikaa@gmail.com



Kata Kunci:

Alinyemen horizontal;
geometri jalan; pelebaran
jalan; tikungan.

Abstrak

Kematian dan kerusakan akibat kecelakaan jalan raya di tikungan lebih banyak dibandingkan jalan lurus. Tikungan tajam merupakan lokasi yang sangat rawan terjadi kecelakaan. Salah satu Jalan Nasional yang sering terjadi kecelakaan di bagian tikungan yaitu Jalan Raya Gumitir dengan tipe jalan 2/2 UD dengan lebar 6 meter. Menurut data kecelakaan lalu lintas pada tahun 2017-2020 terjadi 30 kejadian kecelakaan. Maka perlu adanya perencanaan ulang yang merujuk pada aspek keselamatan pengguna jalan pada bagian alinyemen Horizontal dan area tikungan yang membutuhkan pelebaran. Data yang dibutuhkan yaitu data geometri jalan eksisting dan peta topografi lalu dianalisis untuk perhitungan alinyemen Horizontal dan pelebaran jalan berdasarkan Tata Cara Perencanaan Geometrik Jalan Antar Kota Nomor 38/T/BM1997. Hasil analisis yaitu alinyemen horizontal sebanyak 23 tikungan dengan rincian 11 tikungan *Spiral-Spiral(SS)*, 6 tikungan *Full Circle(FC)* dan 6 tikungan *Spiral-Circle-Spiral(SCS)* dan rata-rata pada setiap tikungan membutuhkan pelebaran sekitar 10 meter.

Keywords:

*Horizontal alignment;
road geometry; road
widening; bends.*

Abstract

*Deaths and damage from road accidents on bends are higher than on straight roads. Sharp bends are locations that are very prone to accidents. One of the National Roads where accidents often occur at bends is Jalan Raya Gumitir with a 2/2 UD road type with a width of 6 meters. According to traffic accident data in 2017-2020 there were 30 incidents of accidents. So it is necessary to have a re-planning that refers to the safety aspects of road users in the Horizontal alignment and bend areas that require widening. **Method:** The data needed are existing road geometry data and topographical maps and then analyzed for the calculation of Horizontal alignment and road widening based on the Geometric Planning Procedures for Inter-City Roads Number 38/T/BM1997. **Conclusion:** The results of the analysis are a horizontal alignment of 23 bends with details of 11 *Spiral-Spiral(SS)* bends, 6 *Full Circle(FC)* bends and 6 *Spiral-Circle-Spiral(SCS)* bends and on average each bend requires a widening of around 10 meters.*

PENDAHULUAN

Jalan merupakan prasarana yang menghubungkan antar daerah serta berperan penting dalam perkembangan suatu wilayah baik dari segi social budaya, pariwisata, dan perekonomian (Fitriana, 2014). Keamanan dan kenyamanan jalan merupakan faktor yang harus diperhatikan dalam perencanaan infrastruktur jalan (Zohri et al., 2019). Dalam perencanaan jalan perlu metode untuk memenuhi standar pelayanan jalan yaitu lebar jalan yang cukup sesuai dengan kebutuhan serta tikungan berpedoman pada Teknis Geometri Jalan Raya (Subkhan, 2019). Perencanaan geometri jalan harus disesuaikan dengan kebutuhan, kelas jalan, serta jenis kendaraan yang akan melintas sehingga kendaraan dengan beban dan kecepatan rencana tertentu melewati suatu jalan dengan nyaman dan aman (Prahara, 2011). Ketidaknyamanan pengguna jalan juga bisa disebabkan oleh kerusakan jalan yang terjadi karena dapat menimbulkan kemacetan dan kecelakaan kendaraan seperti banyak pengendara

yang mudah terjatuh (Fatikasari, 2021). Perencanaan jalan yang tidak tepat dan pemilihan pemilihan bahan yang tidak sesuai juga menjadi penyebab kerusakan jalan (Fatikasari et al., 2021). Ketidaksesuaian perencanaan dan persyaratan teknis geometri jalan akan menimbulkan kecelakaan lalu lintas. Salah satu penyebab dari kecelakaan berkendara terus yaitu kurangnya penelitian mengenai perencanaan geometri jalan (Chasanah et al., 2018)(Sumarsono et al., 2010).

Kecelakaan jalan raya menyumbang angka persentase terbesar berupa kerugian dan kehilangan nyawa dalam kecelakaan (Sumarsono et al., 2010). Kecelakaan dapat diakibatkan oleh beberapa faktor diantaranya yaitu kelaikan kendaraan, kelalaian manusia, kondisi lingkungan, dan juga kondisi geometri jalan (Manggala et al., 2016). Tingkat kecelakaan lalu lintas sangat dipengaruhi oleh faktor manusia salah satunya yaitu faktor kecepatan. Kecepatan kendaraan sangat berpengaruh dalam kecelakaan jalan raya, terutama di area tikungan. Jumlah kecelakaan di bagian tikungan lebih banyak dari pada kecelakaan di bagian jalan lurus sekitar 1,5 sampai 4 kali (Nurhariadi et al., 2018). Kematian dan kerusakan akibat kecelakaan jalan raya di tikungan sekitar 25%-30%. Tikungan tajam yaitu lokasi yang sangat rawan terjadi kecelakaan. Standar geometri alinyemen horizontal mengizinkan adanya tikungan tajam hanya untuk jalan dengan fungsi tertentu dan kecepatan rendah (Manggala et al., 2016).

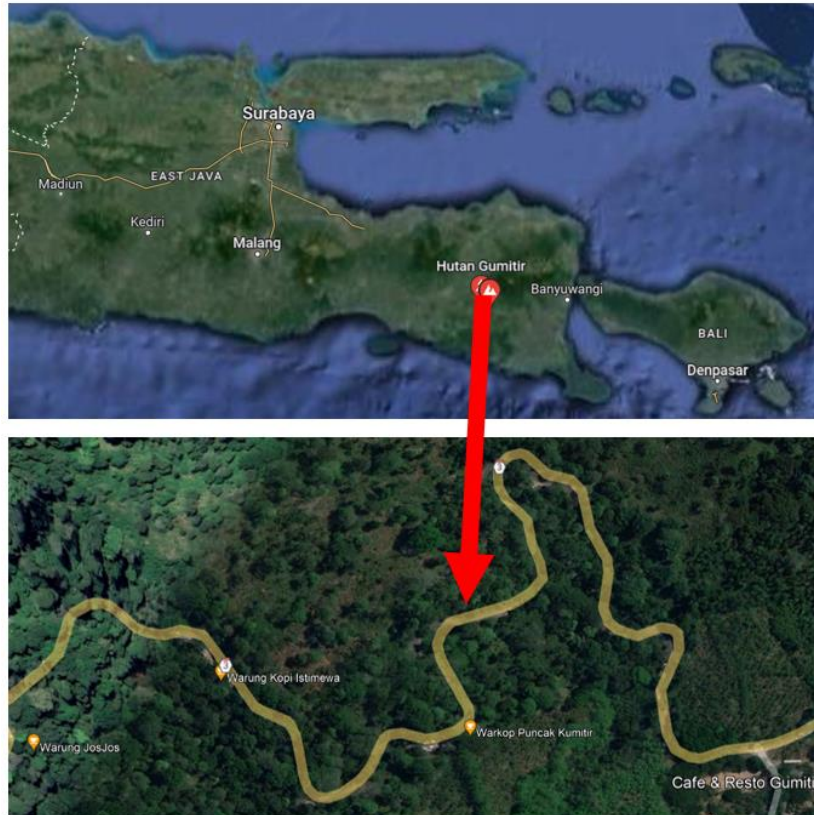
Salah satu jalan yang sering terjadi kecelakaan di bagian tikungan yaitu Jalan Raya Gunitir. Jalan ini merupakan tipe Jalan Nasional yang menghubungkan Kabupaten Jember dan Kabupaten Banyuwangi sehingga sering dilalui berbagai jenis kendaraan mulai dari kendaraan ringan hingga truk-truk besar. Jalan Raya Gunitir memiliki tipe jalan satu jalur dua arah tak terbagi (2/2 UD) dengan lebar jalan 6 meter. Pada STA 231+000 sampai dengan STA 235+100 sering terjadi kecelakaan yang disebabkan karena banyak tikungan yang tajam. Berdasarkan data kecelakaan lalu lintas Kapolri Resrt Jember di Kecamatan Silo Desa Sempolan dari tahun 2017 hingga tahun 2020 telah terjadi 30 kecelakaan dengan korban luka ringan sebanyak 20 orang dan 14 orang korban meninggal.

Berdasarkan hal tersebut, maka perlu adanya perencanaan ulang pada alinyemen Horizontal dan area tikungan yang membutuhkan pelebaran dengan merujuk pada aspek keselamatan pengguna jalan berdasarkan peraturan Bina Marga. Adapun penelitian terdahulu tentang perencanaan alinyemen horizontal yang diteliti oleh (Qomaruddin & Saputro, 2016) pada ruas jalan yang sering terjadi kemacetan di area turunan. Selain itu ada juga penelitian terdahulu yang diteliti oleh (Bethary & Pradana, 2016) yang merencanakan alinyemen vertical dan horizontal pada jalan baru. Pada hasil penelitian (Sumarsono et al., 2010) menyatakan bahwa jumlah kecelakaan dipengaruhi oleh tikungan pada area jalan. Pada penelitian ini mengacu pada pedoman Tata Cara Perencanaan Geometrik Jalan Antar Kota Nomor 38/T/BM1997 yang merencanakan alinyemen horizontal dan juga pelebaran perkerasan di area tikungan di daerah pegunungan, sehingga kecepatan rencana pada Jalan Gunitir direncanakan pada batas kecepatan daerah pegunungan berkisar 40 km/jam.

METODE PENELITIAN

Lokasi Penelitian

Kondisi Geografis di Lokasi penelitian yaitu daerah berbukit karena terletak di kaki gunung Gunitir, Kecamatan Sempolan. Cuaca pada daerah ini sering terjadi hujan dan juga berkabut. Lokasi penelitian yaitu di Ruas Jalan Gunitir Kabupaten Jember, Raya Jember Banyuwangi lebih tepatnya pada Jalan Gunitir STA 231+000 sampai dengan STA 235+100. Pada Gambar 1 menunjukkan Lokasi Penelitian yaitu di Jalan Gunitir.



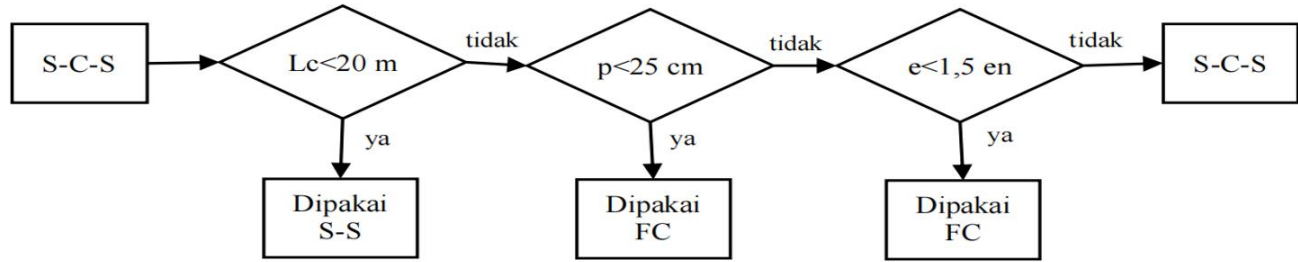
Gambar 1. Peta Lokasi Ruas Jalan Gunitir

Data Penelitian

Data penelitian menggunakan dua data yaitu data sekunder dan data Primer. Data primer yaitu data yang berdasarkan yang didapatkan secara langsung di lapangan berupa data geometri jalan. Data sekunder yaitu data yang diperoleh dari suatu instansi Balai besar Pelaksana Jalan Nasional VIII berupa data volume lalu lintas dari tahun 2018 sampai dengan tahun 2020, data CBR, dan data Peta Topografi. Data Sekunder lainnya yaitu data pertumbuhan penduduk dan lalu lintas yang didapatkan dari Badan Pusat Statistika.

Analisis Data

Analisis yang pertama yaitu untuk menentukan perencanaan geometri jalan yang baru agar lebih aman. Data geometri jalan eksisting dan peta topografi dianalisis untuk perhitungan alinyemen Horizontal berdasarkan Tata Cara Perencanaan Geometrik Jalan Antar Kota Nomor 38/T/BM1997. Pada analisis alinyemen horizontal juga menggunakan program bantu Google Earth, Glocar Mapper, dan juga Autocad. Pemilihan bentuk alinyemen horizontal semula diasumsikan sebagai *spiral – circle – spiral* (SCS) kemudian dilakukan tinjauan secara berurutan sesuai dengan diagram alir pemilihan bentuk tikungan. Diagram alir pemilihan bentuk tikungan dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2. Diagram Alir Pemilihan Bentuk Tikungan

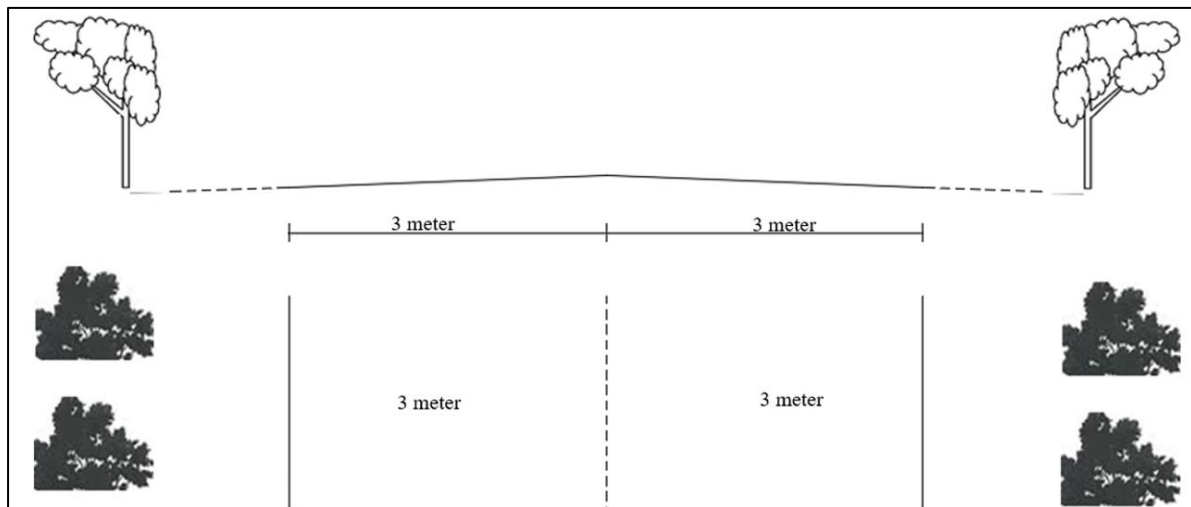
Sumber : (Kementerian PUPR dan BPSDM, 2017)

Tahap selanjutnya dalam perencanaan geometri jalan, dilakukan analisis pelebaran jalan untuk truk semi trailer pada area tikungan jalan.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Geometri Jalan

Jalan Gumitir Kabupaten Jember yaitu ruas jalan yang menghubungkan Kabupaten Jember dan Kabupaten Banyuwangi. Jalan ini juga menjadi jalan antar provinsi yang sering dilalui oleh berbagai jenis kendaraan. Jalan Gumitir dikategorikan sebagai Jalan Nasional berdasarkan administrasi pemerintah dan beban muatan. Geometri Potongan Melintang jalan Raya Gumitir dengan tipe jalan 2/2 UD dan lebar 6 meter dapat dilihat pada Gambar 3.



Gambar 3. Geometri Potongan Melintang Ruang Jalan Raya Gumitir

Sumber : Hasil Pengukuran di Lapangan

Tipe Jalan : 1 lajur 2 arah, tanpa median (2/2 UD)

Lebar Jalan : 8 meter

Jari-jari Lengkung Minimum

Analisis jari-jari lengkung minimum diperlukan untuk pemeriksaan dan perencanaan geometri dengan kecepatan rencana 40 km/jam. Perhitungan jari-jari lengkung minimum dapat dilihat pada persamaan berikut.

$$\begin{aligned} R_{\min} &= \frac{V^2}{127 \cdot (e_m + f_m)} \\ &= \frac{40^2}{127 \cdot (0,1 + 0,375)} \\ &= 26,52 \text{ m} \end{aligned}$$

Keterangan :

- V = Kecepatan rencana
- e_m = Superelevasi maksimum 10%
- f_m = Koefisien gesek maksimum

Alinyemen Horizontal

Pemilihan bentuk tikungan pada STA 235+028 semula diasumsikan sebagai *spiral – circle – spiral* (SCS) dengan data sebagai berikut:

- Klasifikasi Jalan = Arteri
- Klasifikasi Medan = Pegunungan
- Lebar medan jalan = 6,00 meter
- V_r = 40 km/jam
- R = 41 m
- Δ = 83°

Berdasarkan data tersebut dapat dihitung nilai superelevasi e dan analisa lengkung peralihan L_s sebagai berikut:

Menentukan nilai koefisien gesek :

$$f_{maks} = 0,189$$

Menentukan derajat lengkung :

$$D = \frac{1432,39}{R} = 34,93^\circ$$

$$D_{maks} = \frac{181913,53 (e_{maks} + f_{maks})}{V_r^2} = 58,61$$

$$(e + f) = (e_{maks} + f_{maks}) \times \frac{D}{D_{maks}} = 0,71$$

$$D_p = \frac{181913,53 (e_{maks})}{(85\% \times V_r)^2} = 27,97$$

$$h = e_{maks} \times \frac{V_r^2}{85\% \times V_r^2} - e_{maks} = 0,0177$$

$$\text{tg} \alpha_1 = \frac{h}{D_p} = 0,00063$$

$$\text{tg} \alpha_2 = \frac{f_{maks} - h}{D_{maks} - D_p} = 0,0056$$

$$M_o = D_p (D_{maks} - D_p) \times \frac{\text{tg}\alpha_2 - \text{tg}\alpha_1}{2 \times D_{maks}} = 0,036$$

$$f_2 = M_o \left(\frac{D_{maks} - D}{D_{maks} - D_p} \right)^2 + h + (D - D_p) \times \text{tg}\alpha_2 = 0,08$$

Menentukan nilai elevasi :

$$e = (e + f) - f_2 = 0,09$$

Menentukan nilai analisis :

$$L_s = (e + e_n) \times B \times m_{maks} = 24,75 \text{ m}$$

Menentukan nilai sudut lengkung spiral :

$$\Delta s = \left(\frac{90 L_s}{\pi R_c} \right) = 17,30^\circ$$

Menentukan analisa busur lingkaran :

$$L_c = \left(\frac{\Delta - 2\theta_s}{180} \right) \times \pi R_c = 34,61 \text{ m}$$

Nilai L_c dari perencanaan pemilihan tikungan pada Sta. 235+0,28 sebesar 34,61 meter. Pada tikungan Sta. 235+0,28 akan dicoba direncanakan menggunakan tikungan Spiral – Spiral dengan syarat nilai $L_c < 20$ meter.

Pemeriksaan :

$$L_c < 20 \text{ meter}$$

$$34,61 < 20 \text{ meter}$$

Maka tikungan pada Sta. 235+028 tidak memenuhi syarat untuk menggunakan tikungan dengan jenis Spiral – Spiral, maka akan dicoba menggunakan rencana tikungan *Full Circle* dengan syarat nilai $p < 0,25$ meter.

$$p = \frac{L_s^2}{6 R_c} - R_c (1 - \cos \theta_s) = 0,63 \text{ meter}$$

Nilai p dari perencanaan pemilihan tikungan pada Sta 235+028 sebesar 0,63 meter

Pemeriksaan :

$$p < 0,25 \text{ meter}$$

$$0,63 < 0,25 \text{ meter}$$

Karena tidak memenuhi persyaratan dengan menggunakan nilai p maka akan direncanakan menggunakan syarat nilai $e < 1,5 e_n$ dan Nilai kemiringan melintang normal e_n berkisar 2 – 4 %

Pemeriksaan :

$$e < 1,5 e_n$$

$$0,09 < 0,06$$

Tikungan pada Sta. 235+028 tidak memenuhi syarat untuk menggunakan tikungan dengan jenis *Full Circle*.

Berdasarkan analisis perhitungan pemilihan jenis tikungan di Sta. 235+028. Nilai L_c , p dan e tidak memenuhi persyaratan maka dapat diasumsikan Sta. 235+028 menggunakan tikungan tipe Spiral – Circle – Spiral yang sesuai dengan alur diagram alir pemilihan jenis tikungan dan faktor yang menunjang Sta.235+028 menggunakan tikungan dengan jenis Spiral – Circle – Spiral adalah nilai $L_c > 20$ m. Rekapitulasi Hasil

perhitungan bentuk tikungan alinyemen Horizontal dapat dilihat pada Tabel 1. Layout potongan memanjang rencana Ruas Jalan Gunitir STA 231+000 - STA 235+100 dapat dilihat pada Gambar 5.

Tabel 1. Rekapitulasi Bentuk Tikungan Alinyemen Horizontal

STA	Rc	Δ	Ls	Δs	Lc	p	e	Pemilihan tikungan		
231+507	35	37°	27,00	22,11	4,40	0,89	0,10	-	FC	-
231+553	40	52°	33,75	24,18	2,50	1,23	0,10	SS	-	-
232+659	26	78°	27,00	29,76	8,38	1,24	0,10	SS	-	-
232+732	80	30°	20,25	7,25	21,63	0,21	0,07	-	-	SCS
232+808	50	60°	24,75	35,46	3,80	1,39	0,09	-	-	SCS
232+893	100	8,5°	9,00	2,57	5,86	0,03	0,02	-	FC	-
233+918	25,5	87°	27,00	30,34	11,70	1,27	0,10	SS	-	-
233+980	100	7°	16,65	4,80	4,50	0,11	0,05	-	FC	-
234+013	180	5°	13,50	2,10	2,51	0,04	0,04	-	FC	-
234+070	38	44°	24,75	18,66	4,42	0,68	0,09	SS	-	-
234+154	130	14°	15,75	3,47	16,01	0,07	0,05	-	FC	-
234+219	33	73°	27,00	23,45	15,02	0,95	0,10	SS	-	-
234+317	59	37°	20,25	20,01	1,52	0,60	0,07	-	-	SCS
234+404	30	56°	18,00	17,19	11,31	0,45	0,06	SS	-	-
234+446	24	85°	27,00	32,24	8,59	1,33	0,10	SS	-	-
234+502	32	33°	27,00	24,18	8,57	0,98	0,10	SS	-	-
234+548	21	68°	27,00	36,85	2,08	1,59	0,10	SS	-	-
234+661	70	37°	20,25	8,29	24,93	0,24	0,07	-	-	SCS
234+744	27	55°	27,00	28,66	1,09	1,19	0,10	SS	-	-
234+811	22	48°	27,00	35,17	8,57	1,50	0,10	SS	-	-
234+845	23	134°	24,75	30,84	29,01	1,18	0,09	-	-	SCS
234+958	15	13°	11,25	21,49	7,84	0,36	0,03	-	FC	-
235+028	41	83°	24,75	17,30	34,61	0,63	0,09	-	-	SCS

Tikungan Spiral – Spiral (SS)

Perhitungan perencanaan tikungan Spiral - Spiral pada Sta. 231+553 dengan data sebagai berikut:

$V_r = 40 \text{ km/jam}$

$R_c = 40 \text{ m}$

$\Delta = 52^\circ$

Dari hasil perhitungan pada Sta. 231+553 yang akan direncanakan menggunakan tikungan *Spiral - Spiral* dapat memenuhi syarat dengan nilai besaran adalah sebagai berikut :

$V = 40 \text{ km/jam}$

$L = 72,56 \text{ m}$

$R_c = 40 \text{ m}$

$L_s = 36,28 \text{ m}$

$\Delta = 52^\circ$

$L_c = 0$

$\theta_s = 26^\circ$

$p = 1,43 \text{ m}$

$E_s = 2,52 \text{ m}$

$k = 18,00 \text{ m}$

$T_s = 27,40 \text{ m}$

$X_s = 35,53 \text{ m}$

Rekapitulasi Hasil perhitungan bentuk tikungan *Spiral - Spiral* dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Rekapitulasi Bentuk Tikungan *Spiral - Spiral*

No	Sta.	Vr (km/jam)	Rc (m)	Δ°	θ_s°	Lc (m)	Ls (m)	Xs (m)	Ys (m)	P (m)	K (m)	Ts (m)	Es (m)	L _{tot} (m)
1	231+553	40	40	52	26	0	36,28	35,5	5,48	1,43	18,0	27,4	2,52	72,56
2	232+659	40	26	78	39	0	35,37	33,7	8,01	2,24	17,3	36,6	10,3	70,74
3	233+918	40	25,5	87	43,5	0	38,70	36,4	9,7	2,78	18,9	40,3	13,4	77,40
4	234+070	40	38	44	22	0	29,16	28,7	3,7	0,97	14,5	29,4	4,03	58,32
5	234+219	40	33	73	36,5	0	42,02	40,3	8,9	2,46	20,6	43,2	11,1	84,04
6	234+404	40	30	56	28	0	29,30	28,6	4,7	1,27	14,5	29,8	5,41	58,60
7	234+446	40	24	85	42,5	0	35,58	33,6	8,7	2,48	17,4	37,0	11,9	71,17
8	234+502	40	52	33	16,5	0	29,93	28,7	2,8	0,74	14,9	30,1	3,00	59,87
9	234+548	40	31	68	34	0	24,91	24,5	3,3	1,34	12,2	31,4	8,00	49,82
10	234+744	40	37	55	27,5	0	35,49	34,6	5,6	1,50	17,6	36,0	6,40	70,98
11	234+811	40	35	48	24	0	29,30	28,7	4,0	1,07	14,5	29,6	4,48	58,60

Tikungan Full Circle (FC)

Perhitungan Tikungan *Full - Circle* pada STA. 233+980 dengan data sebagai berikut :

Vr = 40 km/jam

Rc = 100 m

$\Delta = 7^\circ$

Menentukan nilai Tc :

$$Tc = Rc \times \tan \frac{1}{2} \times \Delta = 6,11 \text{ m}$$

Menentukan nilai Ec :

$$Ec = Tc \times \tan \frac{1}{4} \times \Delta = 0,18 \text{ m}$$

Menentukan nilai Lc :

$$Lc = \left(\frac{\Delta \times \pi}{360} \right) \times 2 \times Rc = 12,21 \text{ m}$$

Pemeriksaan :

Lc < 2 x Tc

12,21 < 12,22 (memenuhi)

Rekapitulasi Hasil perhitungan bentuk tikungan *Full Circle* dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3. Rekapitulasi Bentuk Tikungan *Full Circle*

No	Sta	Vr (km/jam)	Rc (m)	Δ°	Rmin (m)	Tc (m)	Ec (m)	Lc (m)	Pemeriksaan
1	231+507	40	35	37°	26,52	11,30	1,82	22,59	memenuhi
2	232+893	40	100	8,5°	26,52	7,42	0,28	14,82	memenuhi
3	233+980	40	100	7°	26,52	6,11	0,18	12,21	memenuhi
4	234+013	40	100	5°	26,52	4,40	0,09	8,72	memenuhi
5	234+154	40	130	14°	26,52	15,92	0,98	31,74	memenuhi
6	234+958	40	15	13°	26,52	1,70	0,11	3,40	memenuhi

Tikungan Spiral – Circle – Spiral (SCS)

Perhitungan Perhitungan tikungan *Spiral - Circle - Spiral* pada Sta. 232+808 dengan data sebagai berikut :

$$V_r = 40 \text{ km/jam}$$

$$R_c = 23 \text{ m}$$

$$\Delta = 134^\circ$$

Untuk mencari lengkung peralihan L_s digunakan empat persamaan dan dipilih nilai L_s terbesar.

Nilai L_s berdasarkan waktu 3 detik tempuh di lengkung peralihan :

$$L_s = \frac{V_r \cdot t}{3,6} = 25 \text{ m}$$

Nilai L_s berdasarkan landai relatif :

$$L_s = (e + e_n) \times B \times m_{maks} = 24,75 \text{ m}$$

Nilai L_s berdasarkan rumus modifikasi Shortt :

$$L_s = 0,022 \times \frac{V^3}{R \times C} - 2,727 \times \frac{V \times e}{C} = 20,51 \text{ m}$$

Nilai L_s berdasarkan tingkat pencapaian perubahan kelandaian :

$$L_s = \frac{(e_{maks} - e_n) \times V_r}{3,6 \times r_e} = 14,28 \text{ m}$$

Berdasarkan perhitungan lengkung peralihan dapat diketahui nilai L_s paling besar yaitu sebesar 25 meter dan dapat dihitung nilai komponen dari tikungan S-C-S sebagai berikut:

$$\theta_s = \frac{90 \cdot L_s}{\pi \cdot R_c} = 31,15^\circ$$

Menentukan nilai X_s dan Y_s menggunakan persamaan sebagai berikut :

$$X_s = L_s - \frac{L_s^3}{40 \times R_c^2} = 24,26 \text{ m}$$

$$Y_s = \frac{L_s^2}{6 \cdot R_c} = 4,52 \text{ m}$$

Menentukan nilai p dan k dengan persamaan sebagai berikut:

$$P = \frac{L_s^2}{6 \cdot R_c} - R_c \times (1 - \cos \theta_s) = 1,21 \text{ m}$$

$$K = L_s - \frac{L_s^3}{40 \cdot R_c^2} - R_c \cdot \sin \theta_s = 12,36 \text{ m}$$

Menentukan nilai Ts dan Es yaitu dengan persamaan sebagai berikut:

$$Ts = (Rc + p) \times \tan \frac{1}{2} \times \Delta + k = 40,67 \text{ m}$$

$$Es = \frac{(Rc + p)}{\cos \frac{1}{2} \times \Delta} - Rc = 38,96 \text{ m}$$

Menentukan nilai Lc menggunakan persamaan sebagai berikut:

$$Lc = \left(\frac{\Delta - \theta s}{180} \right) \times \pi \times Rc = 28,76 \text{ m}$$

Menentukan nilai Lt_{tot} menggunakan persamaan sebagai berikut:

$$Lt_{tot} = Lc + 2 Ls = 78,76 \text{ m}$$

Pemeriksaan :

$$Lt_{tot} < 2 \times Ts$$

$$78,76 < 2 \times 40,67$$

$$78,76 < 81,34 \text{ (memenuhi)}$$

Rekapitulasi Hasil perhitungan bentuk tikungan *Spiral – Circle - Spiral* dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 4. Rekapitulasi Bentuk Tikungan *Spiral – Circle - Spiral*

No	Sta.	Vr (km/ jam)	Rc (m)	Δ°	Ls (m)	θs°	Xs (m)	Ys (m)	P (m)	k (m)	Ts (m)	Es (m)	Lc (m)	L _{tot} (m)	Pemeriksaan
1	232+732	40	80	30	25	8,96	24,94	1,30	0,33	12,48	33,51	3,16	21,03	67,98	memenuhi
2	232+808	40	50	60	25	14,33	24,84	2,08	0,52	12,46	38,91	8,33	27,33	77,33	memenuhi
3	234+317	40	69	37	25	10,38	24,91	1,50	0,38	12,48	35,88	4,16	20,54	70,54	memenuhi
4	234+661	40	70	37	25	10,24	24,94	1,49	0,37	12,48	35,20	4,20	20,17	70,17	memenuhi
5	234+845	40	23	134	25	31,15	24,26	4,52	1,21	12,36	40,67	38,97	28,76	78,76	memenuhi
6	235+028	40	41	83	25	17,47	24,76	2,54	0,65	12,46	42,62	14,61	34,37	84,37	memenuhi

Pelebaran Perkerasan pada Tikungan

Pelebaran perkerasan pada area tikungan bertujuan untuk mempertahankan kendaraan agar tetap berada di lajunya sehingga menciptakan kondisi di bagian tikungan sama dengan bagian lurus. Perhitungan pelebaran perkerasan di tikungan STA. 233+980 dengan data sebagai berikut:

$$Vr = 40 \text{ km/jam}$$

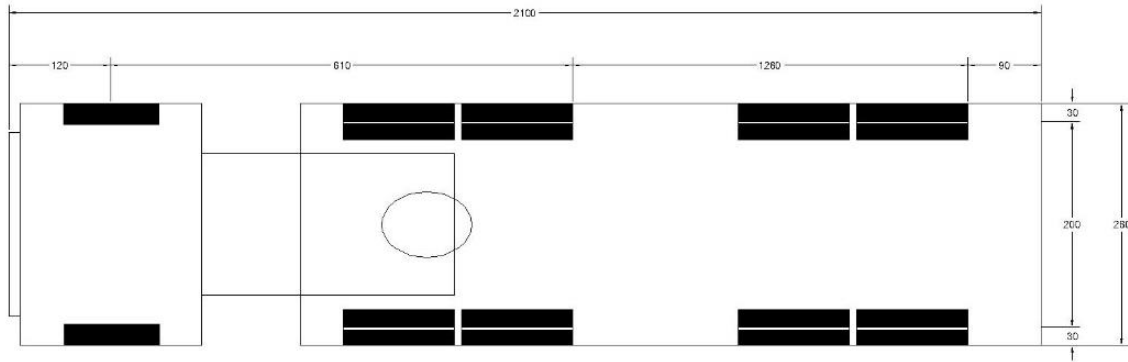
$$R = 35 \text{ m (radius lengkung)}$$

$$n = 2 \text{ (jumlah lajur)}$$

$$c = 0,5 \text{ m (kebebasan samping)}$$

$$b = 6 \text{ m (lebar perkerasan)}$$

Kendaraan rencana yang akan digunakan berupa Truk *Semitrailer* seperti ditunjukkan pada Gambar 4.



Gambar 4. Dimensi Kendaraan Rencana Menggunakan Kendaraan *Semitrailer*

Sumber: Tata Cara Perencanaan Geometrik Jalan Antar Kota, 1997.

P = 18,9 m (jarak antar gandar)

A = 1,2 m (tonjolan depan kendaraan)

L = 2,6 m (lebar kendaraan)

Persamaan-persamaan yang akan digunakan untuk memperoleh besar nilai pelebaran perkerasan di tikungan adalah sebagai berikut:

Menentukan lebar lintasan kendaraan rencana di tikungan menggunakan persamaan sebagai berikut:

$$b' = L + \left(R - \sqrt{R^2 - P^2} \right) = 4,4 \text{ m}$$

Menentukan lebar melintang kendaraan akibat tonjolan depan dapat menggunakan persamaan sebagai berikut:

$$Td = \sqrt{R^2 + A(2P + A)} - R = 0,23 \text{ m}$$

Menentukan tambahan lebar perkerasan akibat kesukaran pada jalan dapat menggunakan persamaan sebagai berikut:

$$Z = 0,105 \times \frac{V}{\sqrt{R}} = 0,42 \text{ m}$$

Menentukan tambahan lebar perkerasan total di tikungan menggunakan persamaan berikut :

$$\Delta B = \{ n \times (b' + c) + (n - 1) \times Td \times Z \} = 9,89 \text{ m}$$

Pemeriksaan :

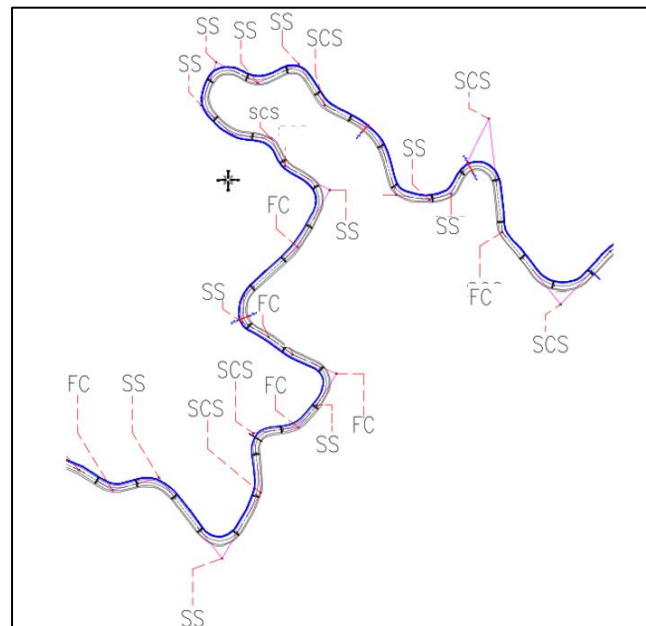
$$\Delta B < b$$

$$9,89 > 6$$

Berdasarkan analisa perhitungan pada pelebaran perkerasan di tikungan STA. 233+980. Nilai ΔB lebih besar daripada nilai b sehingga pada tikungan STA. 233+980 memerlukan pelebaran perkerasan di tikungan sebesar 3,89 m. Rekapitulasi hasil perhitungan pelebaran perkerasan di tikungan ditunjukkan pada Tabel 5. Layout Potongan Memanjang Eksisting Ruas Jalan Gunitir STA 231+000 - STA 235+100 dapat dilihat pada Gambar 5.

Tabel 5. Rekapitulasi Hasil Perhitungan Pelebaran Perkerasan di Tikungan

STA	Rc (m)	Vr (Km/jam)	Jumlah lajur	c (m)	b' (m)	Td (m)	Z (m)	ΔB (m)	Lebar jalur (m)	Tambahan perkerasan di tikungan (m)	Pemeriksaan Perlu / Tidak Pelebaran
231+507	35	40	2	0,5	8.14	0.66	0.7	17.75	6	11.75	Perlu
231+553	40	40	2	0,5	7.34	0.58	0.66	16.07	6	10.08	Perlu
232+659	26	40	2	0,5	10.74	0.88	0.82	23.21	6	17.22	Perlu
232+732	80	40	2	0,5	4.86	0.29	0.46	10.86	6	4.87	Perlu
232+808	50	40	2	0,5	6.3	0.46	0.59	13.89	6	7.9	Perlu
232+893	100	40	2	0,5	4.4	0.23	0.42	9.9	6	3.9	Perlu
233+918	25,5	40	2	0,5	10.98	1.59	0.83	24.28	6	18.29	Perlu
233+980	100	40	2	0,5	4.4	0.23	0.42	9.9	6	3.9	Perlu
234+013	180	40	2	0,5	3.59	0.12	0.31	8.23	6	2.23	Perlu
234+070	38	40	2	0,5	7.63	0.61	0.68	16.68	6	10.68	Perlu
234+154	130	40	2	0,5	3.98	0.17	0.36	9.02	6	3.03	Perlu
234+219	33	40	2	0,5	8.54	0.7	0.73	18.6	6	12.61	Perlu
234+317	59	40	2	0,5	5.7	0.39	0.54	12.63	6	6.63	Perlu
234+404	30	40	2	0,5	9.3	0.77	0.76	20.19	6	14.19	Perlu
234+446	24	40	2	0,5	11.8	0.95	0.85	25.43	6	19.44	Perlu
234+502	32	40	2	0,5	8.77	0.72	0.74	19.09	6	13.09	Perlu
234+548	21	40	2	0,5	14.44	1.086	0.916	30.88	6	24.89	Perlu
234+661	70	40	2	0,5	5.2	0.33	0.5	11,57	6	5.57	Perlu
234+744	27	40	2	0,5	10.32	0.85	0.81	22.33	6	16.33	Perlu
234+811	22	40	2	0,5	13.34	1.04	0.9	28.61	6	22.61	Perlu
234+845	23	40	2	0,5	12.49	1	0.88	26.86	6	20.86	Perlu
234+958	15	40	2	0,5	4,66	1,16	1,08	11,57	6	5,57	Perlu
235+028	41	40	2	0,5	7.22	0.57	0.66	5.80	6	9.80	Perlu



Gambar 5. Layout Potongan Memanjang Rencana Ruas Jalan Gunitir STA 231+000 - STA 235+100

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil analisis di Ruas Jalan Nasional Gumitir STA 231+000 - STA 235+100 yang direncanakan dengan kecepatan rencana 40 km/jam terdapat alinyemen horizontal sebanyak 23 tikungan dengan rincian 11 tikungan *Spiral – Spiral* (SS), 6 tikungan *Full Circle* (FC) dan 6 tikungan *Spiral – Circle – Spiral* (SCS) dan rata-rata pada setiap tikungan membutuhkan pelebaran sekitar 10 meter.

REFERENSI

- Bethary, R. T., & Pradana, M. F. (2016). Perencanaan geometrik jalan alternatif palima-curug (Studi kasus: kota serang). *Fondasi : Jurnal Teknik Sipil*, 5(2). <https://doi.org/10.36055/jft.v5i2.1253>
- Chasanah, K., Purwanto, M. Y. J., & Sudiby, T. (2018). Evaluation of vertical and horizontal alignment, case study: In front of library building of bogor agricultural university dramaga campus. *JSIL Jurnal Teknik Sipil Dan Lingkungan*, 03(02), 59–68.
- Fatikasari, A. D. (2021). Analisa tingkat kerusakan jalan menggunakan metode pci untuk mengevaluasi kondisi jalan di raya cangkring, kecamatan krembung, kabupaten sidoarjo. 6(2).
- Fatikasari, A. D., Puspitarsari, N. D., & Wardhani, C. (2021). Analisis tebal konstruksi perkerasan jalan untuk menangani kerusakan jalan dengan metode aashto (Studi kasus: jalan raya cangkring, kabupaten sidoarjo). *Prosiding Fintek I*, 28–37. www.intakindojatim.org/prosidingfintek%0AISSN
- Fitriana, R. (2014). Studi komparasi perencanaan tebal perkerasan kaku jalan tol menggunakan metode bina marga 2002 dan aashto 1993 (studi kasus : ruas jalan tol solo – kertosono). *Surakarta: Universitas Muhammadiyah Surakarta*.
- Kementrian PUPR dan BPSDM. (2017). *Dasar-dasar perencanaan geometrik ruas jalan*. 7.
- Manggala, R., J., J. A., Purwanto, D., & Indriastuti, A. K. (2016). Studi kasus faktor penyebab kecelakaan lalu lintas pada tikungan tajam. *Jurnal Karya Teknik Sipil*, 4(4), 462–470. <https://ejournal3.undip.ac.id/index.php/jkts/article/view/10575>
- Nurhariadi, F. T., Hidayat, M. F., Indriastuti, A. K., & Purwanto, D. (2018). Karakteristik kecelakaan lalu lintas di jalan pantura jawa tengah. *Jurnal Karya Teknik Sipil*, 7(1), 131–141.
- Prahara, E. (2011). Perencanaan geometri jalan berdasarkan metode bina marga menggunakan program visual basic. *ComTech: Computer, Mathematics and Engineering Applications*, 2(1), 325. <https://doi.org/10.21512/comtech.v2i1.2759>
- Qomaruddin, M., & Saputro, Y. A. (2016). Analisa alinyemen horizontal pada tikungan depan gardu pln ngabul di kabupaten jepara. *Jurnal DISPROTEK Universitas Islam Nahdlatul Ulama Jepara*, 7(2), 36–42.
- Subkhan, M. F. (2019). Evaluasi dan perencanaan ulang desain geometrik jalan berdasarkan standart bina marga pada ruas jalan dadaprejo kota batu. *PROKONS Jurusan Teknik Sipil*, 12(2), 79. <https://doi.org/10.33795/prokons.v12i2.158>
- Sumarsono, A., Pramesti, F. P., & Sarwono, D. (2010). Model Kecelakaan Lalulintas Di Tikungan Karena Pengaruh Konsistensi Alinyemen Horizontal dalam Desain Geometrik Jalan Raya. *Media Teknik Sipil*, X(Juli), 85–92.
- Zohri, S., Sutrisno, W., & Priyanto, A. (2019). Analisis tebal perkerasan kaku pada jalan tol pasuruan–probolinggo berdasarkan metode bina marga (manual desain perkerasan 2017) dan aashto (1993). *RENOVASI: Rekayasa Dan Inovasi Teknik Sipil*, 4(1), 33–41.