

BAB V

DATA, ANALISIS, DAN PEMBAHASAN

5.1 Hasil Pengambilan Data

5.1.1 Data Lebar Jalan dan Lebar Bahu

Pengukuran langsung di lapangan maka didapatkan data lapangan lebar jalan dan lebar bahu dari jalan Klaten-Jatinom km 4,3- km 5,3.

1. Data lebar lajur jalan

Data lebar lajur jalan didapat dari pengukuran langsung di lapangan berdasarkan potongan melintang jalan tiap 50 meter. pada lokasi penelitian ini terdapat 2 lajur jalan dan hasil pengukuran lebar lajur jalan dapat dilihat pada Tabel 5.1.

Tabel 5.1 Hasil Pengukuran Lebar Lajur Jalan

Stasiun	Lajur (m)	
	Kiri	Kanan
4+300	4,13	4,37
4+350	4,73	4,85
4+400	3,39	3,75
4+450	3,22	3,34
4+500	3,32	3,56
4+550	3,19	3,31
4+600	3,53	3,65
4+650	3,52	3,88
4+700	3,92	4,04
4+750	3,73	3,97
4+800	3,99	4,11
4+850	4,49	4,73
4+900	3,89	4,01

Stasiun	Lajur (m)	
	Kiri	Kanan
4+950	3,55	3,67
5+000	3,37	3,73
5+050	3,45	3,57
5+100	3,20	3,32
5+150	3,67	4,03
5+200	3,61	3,73
5+250	3,42	3,66
5+300	4,47	4,59
5+350	3,49	3,73

2. Data lebar bahu jalan

Data lebar bahu jalan didapat pengukuran langsung di lapangan berdasarkan potongan melintang jalan tiap 50 meter. Pada lokasi penelitian ini terdapat 2 bahu jalan dan hasil pengukuran lebar lajur jalan dapat dilihat pada Tabel 5.2.

Tabel 5.2 Hasil Pengukuran Lebar Bahu Jalan

Stasiun	Lajur (m)	
	Kiri	Kanan
4+300	1,2	2,01
4+350	1,09	3,22
4+400	0,75	0,79
4+450	1,29	1,26
4+500	1,4	1,45
4+550	1,62	1,25
4+600	1,64	1,54
4+650	1,38	1,42
4+700	0,44	1,47
4+750	1,47	0,7

Stasiun	Lajur (m)	
	Kiri	Kanan
4+800	0,92	1,06
4+850	1,74	0,41
4+900	0,94	1,15
4+950	1,17	0,99
5+000	1,24	1,02
5+050	1,22	1,23
5+100	1,18	0,95
5+150	1,21	0,8
5+200	1,37	0,55
5+250	1,71	0,67
5+300	0,86	0,6
5+350	1,61	0,85

5.1.2 Data Lalu Lintas

Data lalu-lintas didapatkan dari pengamatan langsung di lapangan dengan mengamati jumlah kendaraan yang lewat sesuai pengelompokkan jenis kendaraan. Hasil pengamatan lalu-lintas dapat dilihat pada Lampiran 2. Rekapitulasi dari hasil pengamatan lalu lintas tersebut dapat dilihat pada Tabel 5.3 dan Tabel 5.4.

Tabel 5.3 Tabel Rekapitulasi Kendaraan Hari Senin, 11 September 2017

No	Tipe Kendaraan	Klasifikasi Kendaraan	Arah		Jumlah Kendaraan (SMP/hari)
			Boyolali (SMP/hari)	Klaten (SMP/hari)	
1	Sepeda Motor	MC	12426	11216	23642

No	Tipe Kendaraan	Klasifikasi Kendaraan	Arah		Jumlah Kendaraan (SMP/hari)
			Boyolali (SMP/hari)	Klaten (SMP/hari)	
2	Sedan, Pick up, Minibus, Mobil Box, Truk Kecil	LV	3676	3055	6731
3	Bus Besar, Truk Gandeng, Truk 2 sumbu 4 roda, Truk 2 sumbu 6 roda, Truk 3 sumbu, Truk semi trailer	HV	1498	1147	2645

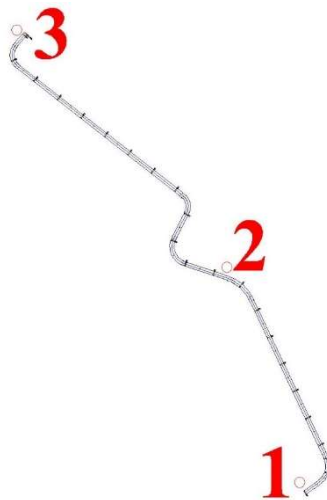
Tabel 5.4 Tabel Rekapitulasi Kendaraan Hari Selasa, 12 September 2017

No	Tipe Kendaraan	Klasifikasi Kendaraan	Arah		Jumlah Kendaraan (SMP/hari)
			Boyolali (SMP/hari)	Klaten (SMP/hari)	
1	Sepeda Motor	MC	10828	11181	22009
2	Sedan, Pick up, Minibus, Mobil Box, Truk Kecil	LV	3469	3343	6812

3	Bus Besar, Truk Gandeng, Truk 2 sumbu 4 roda, Truk 2 sumbu 6 roda, Truk 3 sumbu, Truk semi trailer	HV	1519	1414	2933
---	--	----	------	------	------

5.1.3 Data Kecepatan di Lapangan

Data kecepatan di lapangan yang diambil adalah dua arah yaitu arah klaten ke boyolali dan boyolali ke klaten. Pengambilan kecepatan menggunakan alat *speed gun*, titik pengambilan terdapat pada awal, tengah, dan akhir trase jalan yang diteliti. Gambar titik pengambilan dapat dilihat pada Gambar 5.1. Hasil pengamatan kecepatan kendaraan dapat dilihat pada Lampiran 3.

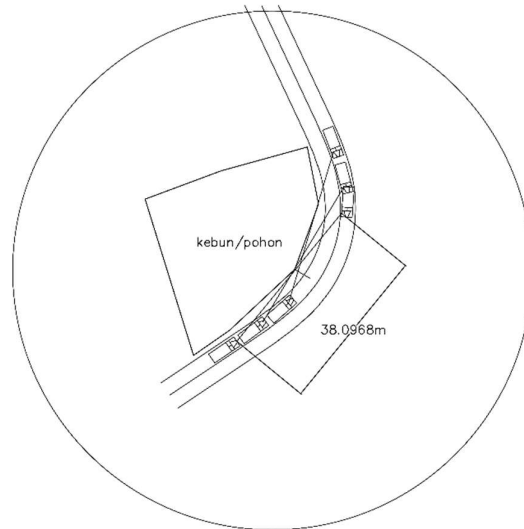


Gambar 5.1 Titik pengambilan kecepatan

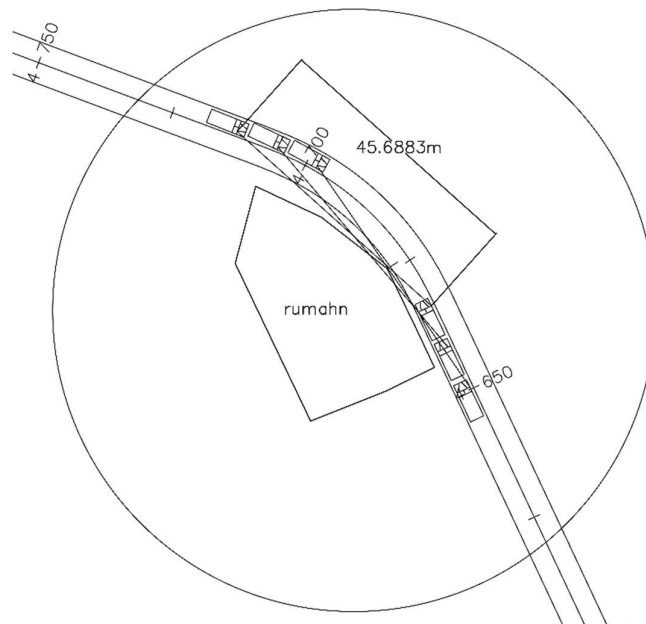
5.1.4 Data Jarak Pandang Henti

Data jarak pandang henti di tikungan didapatkan melalui hasil pengukuran situasi di lapangan yang digambarkan pada *software Land Desktop 2006* dan dihitung jarak pandang henti minimum yang tersedia di lapangan. Pengukuran jarak

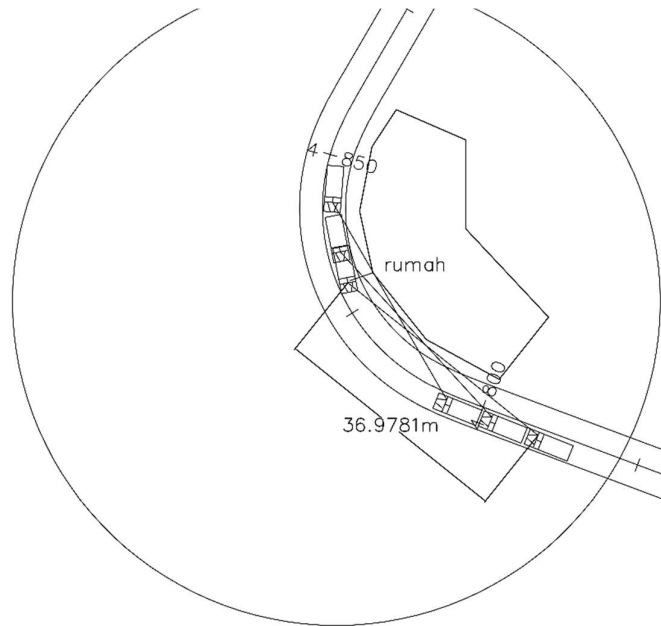
pandang henti minimum melalui *software Land Desktop 2006* dapat dilihat pada Gambar 5.2 sampai Gambar 5.6.



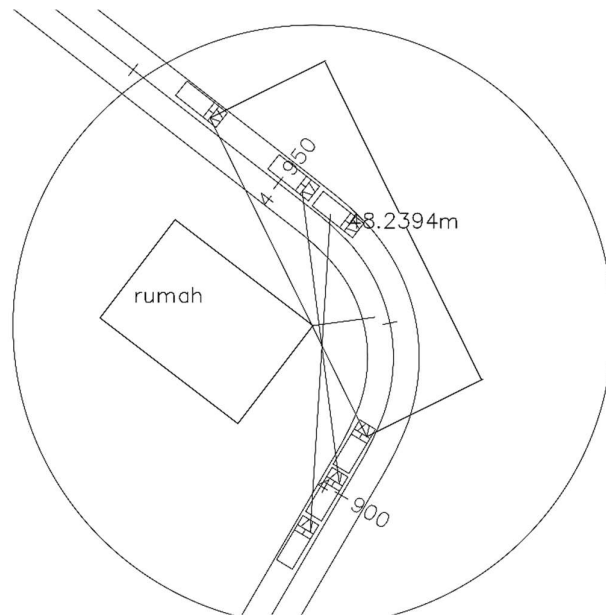
Gambar 5.2 Pengukuran Jarak Pandang Henti Tikungan 1



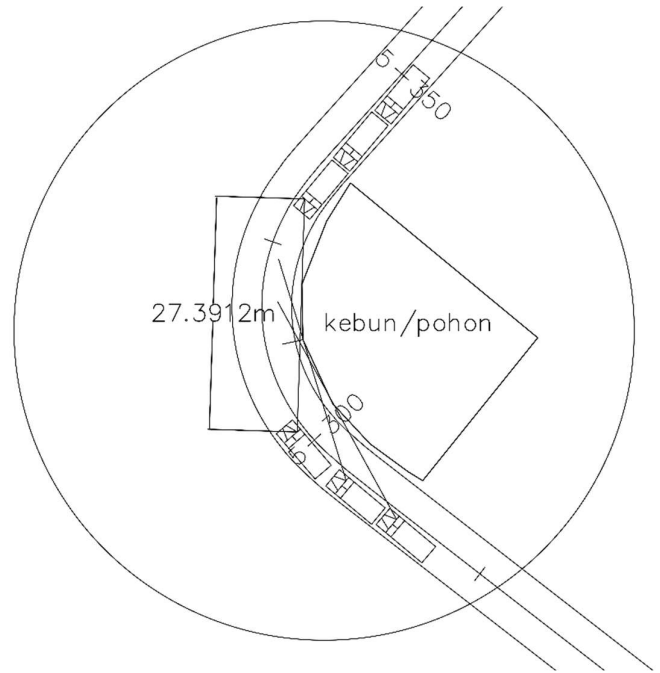
Gambar 5.3 Pengukuran Jarak Pandang Henti Tikungan 2



Gambar 5.4 Pengukuran Jarak Pandang Henti Tikungan 3



Gambar 5.5 Pengukuran Jarak Pandang Henti Tikungan 4



Gambar 5.6 Pengukuran Jarak Pandang Henti Tikungan 5

Hasil pengukuran jarak pandang henti minimum di lapangan menggunakan *Software Land Desktop 2006* dapat dilihat pada Tabel 5.5.

Tabel 5.5 Hasil Pengukuran Jarak Pandang Henti di Lapangan

Tikungan	Jarak Pandang Henti Tersedia di Lapangan (m)
1	38,1
2	45,69
3	38,98
4	48,24
5	27,39

5.2 Analisis Kondisi Jalan Eksisting

5.2.1 Analisis Volume Lalu Lintas

Data pengambilan lapangan berupa jumlah kendaraan yang lewat sesuai dengan pengelompokan kendaraan kemudian dirubah menjadi satuan mobil penumpang yaitu dengan mengalikan jumlah kendaraan dan medan jalan. Adapun

perhitungan volume lalu lintas pengamatan pada hari senin, 11 september 2017 dapat dilihat sebagai berikut.

1. Sepeda Motor (MC)

$$\begin{aligned} \text{LHR} &= \text{Jumlah kendaraan} \times \text{EMP} \\ &= 23642 \times 0,5 \\ &= 11821 \text{ SMP} \end{aligned}$$
2. Kendaraan Ringan (LV)

$$\begin{aligned} \text{LHR} &= \text{Jumlah kendaraan} \times \text{EMP} \\ &= 6731 \times 1 \\ &= 6731 \text{ SMP} \end{aligned}$$
3. Kendaraan Berat (HV)

$$\begin{aligned} \text{LHR} &= \text{Jumlah kendaraan} \times \text{EMP} \\ &= 2645 \times 5 \\ &= 13225 \text{ SMP} \end{aligned}$$

Rekapitulasi volume lalu lintas hari senin, 11 september 2017.

Tabel 5.6 Rekapitulasi Volume Lalu Lintas Hari Senin, 11 September 2017

No	Jenis Kendaraan	Arah		Total Kendaraan	EMP	SMP/hari
		Boyolali	Klaten			
1	Sepeda Motor	12426	11216	23642	0,5	11821
2	Kendaraan Ringan	3676	3055	6731	1	6731
3	Kendaraan Berat	1498	1147	2645	5	13225
Total						31777

Tabel 5.7 Rekapitulasi Volume Lalu Lintas Hari Selasa, 12 September 2017

No	Jenis Kendaraan	Arah		Total Kendaraan	EMP	SMP/hari
		Boyolali	Klaten			
1	Sepeda Motor	10828	11181	22009	0,5	11004
2	Kendaraan Ringan	3469	3343	6812	1	6812
3	Kendaraan Berat	1519	1414	2933	5	14665
Total						32481

Hasil rekapitulasi tersebut dapat dihitung VLHR ruas jalan Klaten- Jatinom km 4,3- km 5,3 berdasarkan 2 hari pengamatan adalah sebagai berikut.

$$VLHR = \frac{\text{Volume Lalu Lintas Selama Pengamatan}}{\text{Lama Pengamatan}}$$

$$= \frac{31777+32481}{2}$$

$$= 32129 \text{ SMP/hari}$$

Hasil perhitungan di atas didapatkan VLHR sebesar 32129 SMP/hari. Berdasarkan pengamatan lapangan, ruas jalan Klaten-Jatinom km 4,3 – km 5,3 merupakan jenis jalan bermedan datar. Maka dapat dilihat pada Tabel 3.1 Bahwa jalan tersebut merupakan jenis jalan Kolektor kelas III.

5.2.2 Analisis Kecepatan Kendaraan

Hasil pengukuran kecepatan kendaraan pada Lampiran 3 digunakan untuk menghitung kecepatan terkoreksi sebenarnya dilapangan menggunakan rumus.

$$U_0 = 39 \text{ km/jam}$$

$$\begin{aligned}
 R &= 20 \text{ m} \\
 d &= 1,7 + 0,9 = 2,6 \text{ m} \\
 U_k &= \frac{U_0}{\cos \alpha} \\
 &= \frac{U_0}{\frac{R}{\sqrt{R^2 + d^2}}} \\
 &= \frac{39}{\frac{20}{\sqrt{20^2 + 2,6^2}}} \\
 &= 39,33 \text{ km/jam}
 \end{aligned}$$

Dari contoh perhitungan selanjutnya diambil rata-rata kecepatan maka dapat diketahui bahwa ruas jalan Klaten-Jatinom km 4,3-5,3 merupakan jalan raya bermedan pegunungan dengan kecepatan rencana sebesar 40 km/jam.

5.2.3 Analisis Jarak Pandang Henti (JPH)

Hasil dari analisis kecepatan di lapangan didapatkan kecepatan rencana pada 40 km/jam. maka dapat dihitung nilai JPH yang sesuai dengan kecepatan rencana menggunakan Persamaan 3.3.

$$\begin{aligned}
 JPH &= J_{ht} + J_{hr} \\
 JPH &= \frac{vr}{3,6} T + \frac{\left(\frac{vr}{3,6}\right)^2}{2gf} \\
 &= \left(\frac{40}{3,6} \times 2,5\right) + \left(\frac{\left(\frac{40}{3,6}\right)^2}{2 \times 9,81 \times 0,4}\right) \\
 &= 73,33 \text{ meter}
 \end{aligned}$$

Jarak pandang henti menurut pengukuran di lapangan pada tikungan 1, tikungan 2, tikungan 3, tikungan 4, dan tikungan 5. Tidak memenuhi syarat jarak pandang henti sesuai kecepatan di lapangan karena lebih kecil dari persyaratan tersebut. Perbandingan JPH yang ada di lapangan dengan hitungan dapat dilihat pada Tabel 5.8

Tabel 5.8 Perbandingan JPH di Lapangan dan Tersedia

Tikungan	JPH persyaratan (m)	JPH tersedia (m)	keterangan
1	73,33	38,09	Tidak memenuhi
2	73,33	45,69	Tidak memenuhi
3	73,33	36,9	Tidak memenuhi
4	73,33	18,24	Tidak memenuhi
5	73,33	27,39	Tidak memenuhi

5.2.4 Analisis Jarak Pandang Mendahului (JPM)

Kecepatan kendaraan rencana yang digunakan untuk perhitungan jarak pandang adalah 40 km/jam, kemudian nilai jarak mendahului dihitung menggunakan Persamaan 3.7.

$$Jd \text{ total} = d1 + d2 + d3 + d4$$

$$\begin{aligned} d1 &= 0,278 \times t1 \times \left(V - m + \frac{a \cdot t1}{2} \right) \\ &= 0,278 \times 3,16 \times \left(40 - 15 + \frac{2,196 \times 23,16}{2} \right) \\ &= 25,01 \text{ meter} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} d2 &= 0,278 \times 40 \times 8,48 \\ &= 94,30 \text{ meter} \end{aligned}$$

$$d3 = 50 \text{ meter}$$

$$\begin{aligned} d4 &= \frac{2}{3} \times 94,30 \\ &= 62,86 \text{ meter} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} Jd \text{ total} &= 25,01 + 94,3 + 50 + 62,86 \\ &= 232,17 \text{ meter} \end{aligned}$$

5.2.5 Analisis Lebar Jalan

Berdasarkan peraturan menteri pekerjaan umum no.19 tahun 2011 untuk fungsi jalan arteri kelas III. maka didapatkan lebar lajur ideal sebesar 3,5 meter dan lebar bahu luar minimum 2 meter. Data lebar lajur dan lebar bahu yang didapatkan dari pengamatan di lapangan kemudian dibandingkan dengan peraturan menteri pekerjaan umum no.19 tahun 2011 tersebut. Hasil pengamatan kelayakan kebutuhan lebar lajur jalan dapat dilihat pada Tabel 5.9.

Tabel 5.9 Kelayakan Lebar Lajur Setiap Stasiun

Stasiun	Lebar Lajur (m)				
	Lajur standar PU	Arah Boyolali	Keterangan	Arah Klaten	Keterangan
4+300	3,5	4,13	Memenuhi	4,37	Memenuhi
4+350	3,5	4,73	Memenuhi	4,85	Memenuhi
4+400	3,5	3,39	Tidak	3,75	Memenuhi
4+450	3,5	3,22	Tidak	3,34	Tidak
4+500	3,5	3,32	Tidak	3,56	Memenuhi
4+550	3,5	3,19	Tidak	3,31	Tidak
4+600	3,5	3,53	Memenuhi	3,65	Memenuhi
4+650	3,5	3,52	Memenuhi	3,88	Memenuhi
4+700	3,5	3,92	Memenuhi	4,04	Memenuhi
4+750	3,5	3,73	Memenuhi	3,97	Memenuhi
4+800	3,5	3,99	Memenuhi	4,11	Memenuhi
4+850	3,5	4,49	Memenuhi	4,73	Memenuhi
4+900	3,5	3,89	Memenuhi	4,01	Memenuhi
4+950	3,5	3,55	Memenuhi	3,67	Memenuhi
5+000	3,5	3,37	Tidak	3,73	Memenuhi
5+050	3,5	3,45	Tidak	3,57	Memenuhi
5+100	3,5	3,20	Tidak	3,32	Tidak
5+150	3,5	3,67	Memenuhi	4,03	Memenuhi

Stasiun	Lebar Lajur (m)				
	Lajur standar PU	Arah Boyolali	Keterangan	Arah Klaten	Keterangan
5+200	3,5	3,61	Memenuhi	3,73	Memenuhi
5+250	3,5	3,42	Tidak	3,66	Memenuhi
5+300	3,5	4,47	Memenuhi	4,59	Memenuhi
5+350	3,5	3,49	Tidak	3,73	Memenuhi

Sementara untuk hasil pengamatan kelayakan kebutuhan lebar bahu jalan dapat dilihat pada Tabel 5.10.

Tabel 5.10 Kelayakan Lebar Bahu Jalan Setiap Stasiun

Stasiun	Lebar Lajur (m)				
	Lajur standar PU	Arah Boyolali	Keterangan	Arah Klaten	Keterangan
4+300	2	1,2	Tidak	2,01	Memenuhi
4+350	2	1,09	Tidak	3,22	Memenuhi
4+400	2	0,75	Tidak	0,79	Tidak
4+450	2	1,29	Tidak	1,26	Tidak
4+500	2	1,4	Tidak	1,45	Tidak
4+550	2	1,62	Tidak	1,25	Tidak
4+600	2	1,64	Tidak	1,54	Tidak
4+650	2	1,38	Tidak	1,42	Tidak
4+700	2	0,44	Tidak	1,47	Tidak
4+750	2	1,47	Tidak	0,7	Tidak
4+800	2	0,92	Tidak	1,06	Tidak
4+850	2	1,74	Tidak	0,41	Tidak
4+900	2	0,94	Tidak	1,15	Tidak

Stasiun	Lebar Lajur (m)				
	Lajur standar PU	Arah Boyolali	Keterangan	Arah Klaten	Keterangan
4+950	2	1,17	Tidak	0,99	Tidak
5+000	2	1,24	Tidak	1,02	Tidak
5+050	2	1,22	Tidak	1,23	Tidak
5+100	2	1,18	Tidak	0,95	Tidak
5+150	2	1,21	Tidak	0,8	Tidak
5+200	2	1,37	Tidak	0,55	Tidak
5+250	2	1,71	Tidak	0,67	Tidak
5+300	2	0,86	Tidak	0,6	Tidak
5+350	2	1,61	Tidak	0,85	Tidak

Berdasarkan hasil pengukuran langsung di lapangan dengan peraturan menteri pekerjaan umum no. 19 tahun 2011 masih banyak titik di mana lebar lajur dan lebar bahu jalan tidak memenuhi standar.

5.2.6 Analisis Daerah Bebas Samping

Daerah bebas samping dapat dihitung menggunakan Persamaan 3.3 untuk $JPH < L_t$ dan Persamaan 3.4 untuk $JPH > L_t$. Berikut adalah perhitungan daerah bebas samping sesuai dengan kecepatan di lapangan pada tikungan 1.

$$R_c = 30 \text{ m}$$

$$L_s = 20 \text{ m}$$

$$JPH = 73,33 \text{ m}$$

$$L_{\text{tot}} = L_s + L_c + L_s$$

$$= 20 + 22,93 + 20$$

$$= 62,93 \text{ m}$$

JPH > Ltot, maka menggunakan Persamaan 3.4 berikut.

$$\begin{aligned}
 E &= R \cdot \left(1 - \cos \frac{90^\circ \cdot JPH}{\pi \cdot R}\right) + \left(\frac{JPH - Lt}{2} \cdot \sin \frac{90^\circ}{\pi \cdot R}\right) \\
 &= 30 \cdot \left(1 - \cos \frac{90^\circ \cdot 73,33}{\pi \cdot 30}\right) + \left(\frac{73,33 - 62,93}{2} \cdot \sin \frac{90^\circ}{\pi \cdot 30}\right) \\
 &= 5,05 \text{ m}
 \end{aligned}$$

Untuk menghasilkan perhitungan daerah bebas samping tikungan dapat dilihat pada Tabel 5.11.

Tabel 5.11 Rekapitulasi Perhitungan Daerah Bebas Samping

Data	Tikungan				
	1	2	3	4	5
Rc (m)	30	50	30	23	23
Lc (m)	22,94	22,76	38,17	21,71	26,53
Ls (m)	20	20	10	10	10
JPH (m)	73,33	73,33	73,33	73,33	73,33
L Total (m)	62,94	62,76	58,17	41,71	46,53
JPH >< Ltot	JPH > L	JPH > L	JPH > L	JPH > L	JPH > L
E (m)	5,06	12,95	3,11	3,24	2,67

Perbandingan daerah bebas samping seharusnya menurut kecepatan yang tersedia pada trase *existing* dapat dilihat pada Tabel 5.12. Daerah bebas samping yang tersedia di lapangan harus memenuhi kebutuhan daerah bebas samping menurut jarak pandang henti dan kecepatan.

Tabel 5.12 Perbandingan Daerah Bebas Samping

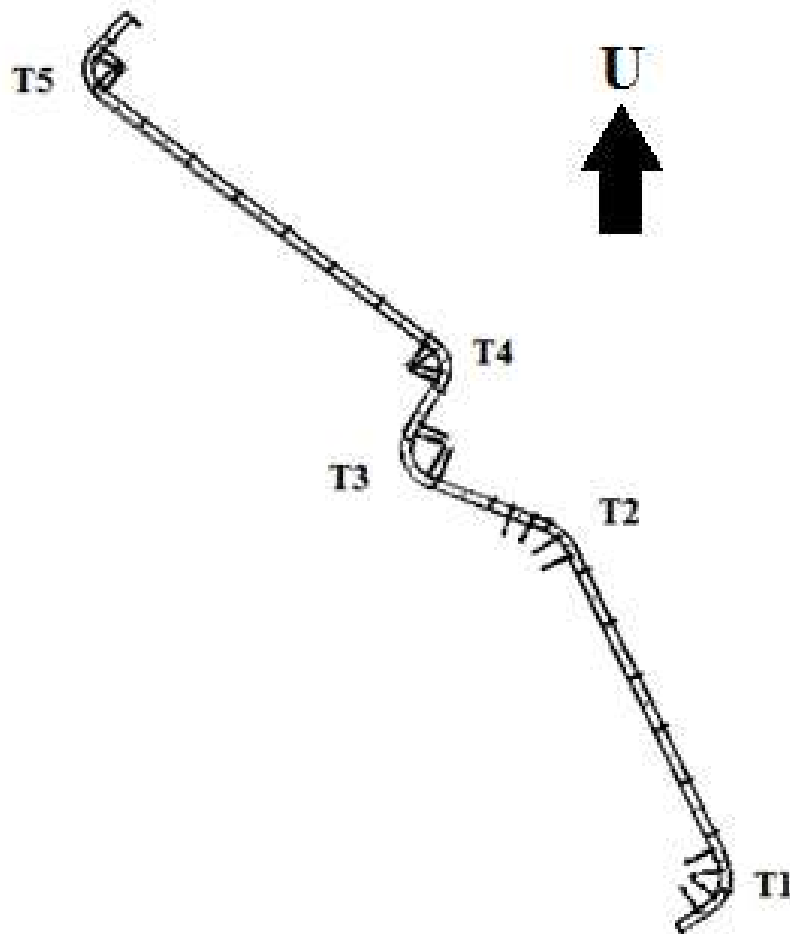
Tikungan	Ruang Bebas Samping (m)		Keterangan
	Berdasarkan kecepatan lapangan	Berdasarkan Kondisi <i>Exisitng</i>	
1	5,06	4,13	Tidak Memenuhi
2	12,95	3,2	Tidak Memenuhi
3	3,11	2,9	Tidak Memenuhi
4	3,24	5,6	Memenuhi
5	2,67	3,1	Memenuhi

5.2.7 Analisis Alinyemen Horisontal

Setelah data primer dan sekunder diambil, maka dilakukan analisis terhadap alinyemen horisontal existing.

1. Gambar Alinyemen Horisontal

Jarak antar tikungan berturut-turut adalah sebagai berikut T1-T2 sebesar 351,07 meter, T2-T3 sebesar 146,14 meter, T3-T4 sebesar 110,61 meter, dan T4-T5 sebesar 399,89 meter. Gambar alinyemen horisontal dapat dilihat pada Gambar 5.7.



Gambar 5.7 Alinyemen Horizontal Trase Existing

2. Analisis Tikungan Horisontal

Pengukuran di lapangan menggunakan alat theodolit kemudian bentuk tikungan diasumsikan Spiral-Circle-Spiral dan digambar menggunakan program Autocad Land Desktop 2006 untuk lengkung horisontal pada di dapatkan dengan cara trial. Perhitungan tikungan alinyemen horisontal tersebut terdapat pada Tabel Tabel 5.13 sedangkan untuk hasil perhitungan tikungan alinyemen horisontal sebagai berikut.

a. Tikungan 1

Data lapangan :

$$R_c = 30 \text{ meter}$$

$$L_s = 20 \text{ meter}$$

$$\Delta = 82^\circ$$

Perhitungan :

$$\begin{aligned} Y_c &= \frac{L_s^2}{6 \times R_c} \\ &= \frac{20^2}{6 \times 30} \\ &= 2,22 \text{ meter} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \emptyset_s &= \frac{90}{\pi} \times \frac{L_s}{R_c} \\ &= \frac{90}{\pi} \times \frac{20}{30} \\ &= 19,09^\circ \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \Delta_c &= \Delta - 2 \emptyset_s \\ &= 82 - (2 \times 19,09) \\ &= 43,80^\circ \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} L_c &= \frac{\Delta_c}{360} \times 2\pi R_c \\ &= \frac{43,80}{360} \times 2\pi \times 30 \\ &= 22,93 \text{ meter} \end{aligned}$$

$L_c > 20 \text{ m}$, maka menggunakan lengkung *circle* dipakai tikungan *Spiral-Circle-Spiral*(SCS).

$$\begin{aligned} L_{tot} &= L_c + 2 L_s \\ &= 22,93 + 2 \cdot 20 \\ &= 62,93 \text{ meter} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} X_c &= L_s \cdot \left(1 - \frac{L_s^2}{40 \cdot R_c^2}\right) \\ &= 20 \cdot \left(1 - \frac{20^2}{40 \cdot 30^2}\right) \end{aligned}$$

$$= 19,78 \text{ meter}$$

$$Y_c = \frac{Ls^2}{6.Rc}$$

$$= \frac{20^2}{6.30}$$

$$= 2,22 \text{ meter}$$

$$k = Ls - \frac{Ls^3}{40 \times Rc^2} - Rc \sin \phi_s$$

$$= 20 - \frac{20^3}{40 \times 30^2} - 30 \sin 19,09$$

$$= 9,96 \text{ meter}$$

$$p = \frac{Ls^2}{6 \times Rc} - Rc (1 - \cos \phi_s)$$

$$= \frac{20^2}{6 \times 30} - 30 (1 - \cos 19,09)$$

$$= 0,57 \text{ meter}$$

$$T_s = (Rc + p) \cdot \tan \left(\frac{1}{2} \Delta \right) + k$$

$$= (30 + 0,57) \cdot \tan \left(\frac{1}{2} 82 \right) + 9,96$$

$$= 36,54 \text{ meter}$$

$$E_s = (Rc + p) \sec \frac{1}{2} \Delta - Rc$$

$$= (30 + 0,57) \sec \frac{1}{2} 82^\circ - 30$$

$$= 10,51 \text{ meter}$$

Perhitungan yang dilakukan dengan menggunakan Persamaan 3.6 sampai Persamaan 3.25. Hasil rekapitulasi perhitungan tikungan 1 sampai dengan tikungan 5 dapat dilihat pada Tabel 5.13.

Tabel 5.13 Rekapitulasi Perhitungan Alinyemen Horisontal

	T1	T2	T3	T4	T5	Satuan
Rc	30	50	30	23	23	meter
Ls	20	20	10	10	10	meter
Δ	82	49	92	79	91	°
Yc	2,22	1,33	0,56	0,72	0,72	meter
\emptyset_s	19,09	11,46	9,55	12,46	12,46	°
Δ_c	43,80	26,08	72,90	54,09	66,09	°
Lc	22,93	22,76	38,17	21,71	26,53	meter
k	9,96	9,99	5,00	4,99	4,99	meter
p	0,57	0,34	0,14	0,18	0,18	meter
Es	10,51	5,32	13,39	7,04	10,08	meter

Jari-jari minimum untuk kecepatan 40 km/jam adalah 48,45 meter. Tikungan 1, tikungan 3, tikungan 4, dan tikungan 5 belum memenuhi standar jari-jari minimum untuk kecepatan lapangan dikarenakan jari-jari yang tersedia lebih kecil dari jari-jari minimum. Tikungan 2 sudah memenuhi syarat sebesar 50 meter lebih besar dari jari-jari minimum. Lengkung peralihan minimum sebesar 33,33 meter sementara lengkung peralihan trase yang tersedia tidak memenuhi syarat. Perbandingan jari-jari minimum dan lengkung peralihan minimum dapat dilihat pada Tabel 5.14 berikut ini.

Tabel 5.14 Perbandingan Jari-Jari Dan Lengkung Peralihan

Tikungan	Rmin (m)	Rtersedia (m)	Keterangan	Ls min (m)	Ls tersedia (m)	Keterangan
1	48,45	30	Tidak Memenuhi	33,33	20	Tidak Memenuhi
2	48,45	50	Memenuhi	33,33	20	Tidak Memenuhi
3	48,45	30	Tidak Memenuhi	33,33	10	Tidak Memenuhi
4	48,45	23	Tidak Memenuhi	33,33	10	Tidak Memenuhi
5	48,45	23	Tidak Memenuhi	33,33	10	Tidak Memenuhi

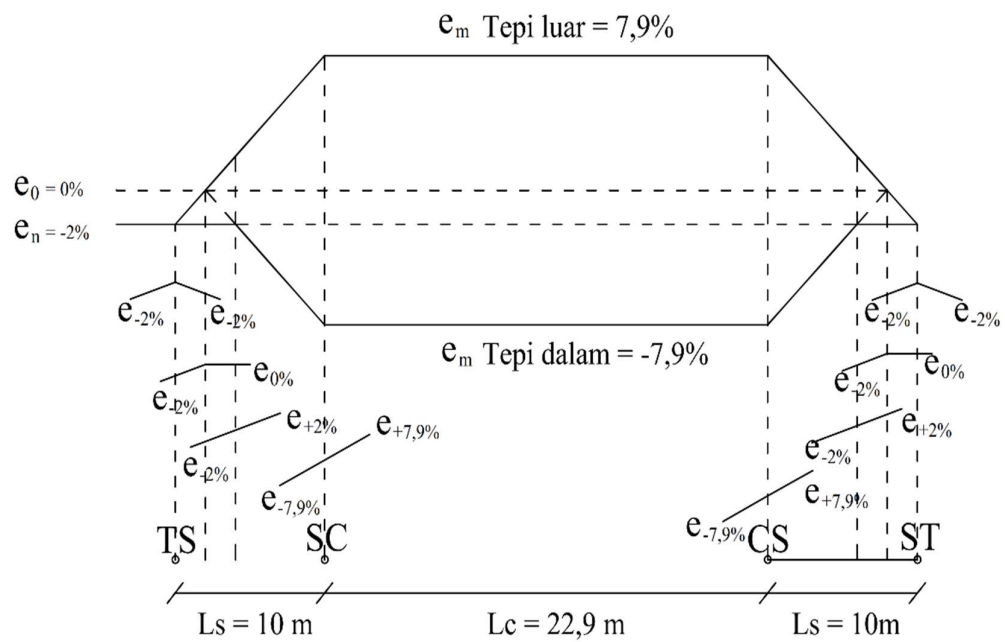
Tikungan gabungan berbalik secara tiba-tiba harus dihindari karena dalam kondisi ini pengemudi sangat sulit mempertahankan kendaraan pada lajunya. oleh karena itu, panjang lurus minimal antar tikungan sebesar 20 meter. Panjang jalan lurus antara tikungan didapatkan dari hasil penggambaran menggunakan aplikasi *Land Desktop 2006*. Hasil rekapitulasi bagian jalan lurus antar tikungan pada trase *existing* dapat dilihat pada Tabel 5.15.

Tabel 5.15 Jalan Lurus Antar Tikungan Trase *Existing*

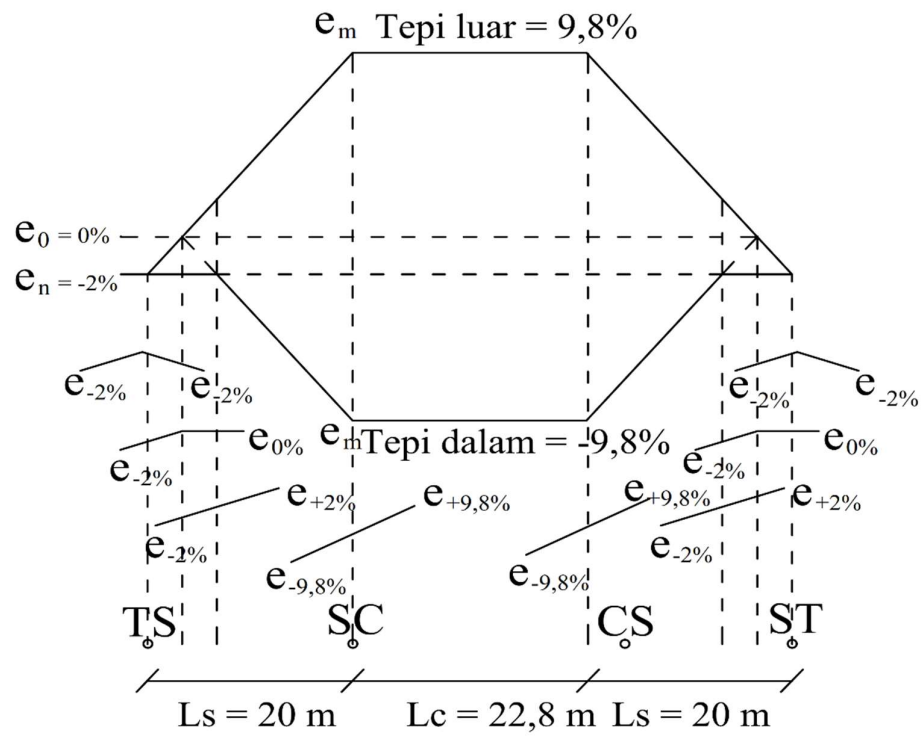
Tikungan	Jarak (m)	persyaratan	keterangan
1-2	278	>20 m	Memenuhi
2-3	88	>20 m	Memenuhi
3-4	37	>20 m	Memenuhi
4-5	344	>20 m	Memenuhi

5.2.8 Analisis Superelevasi

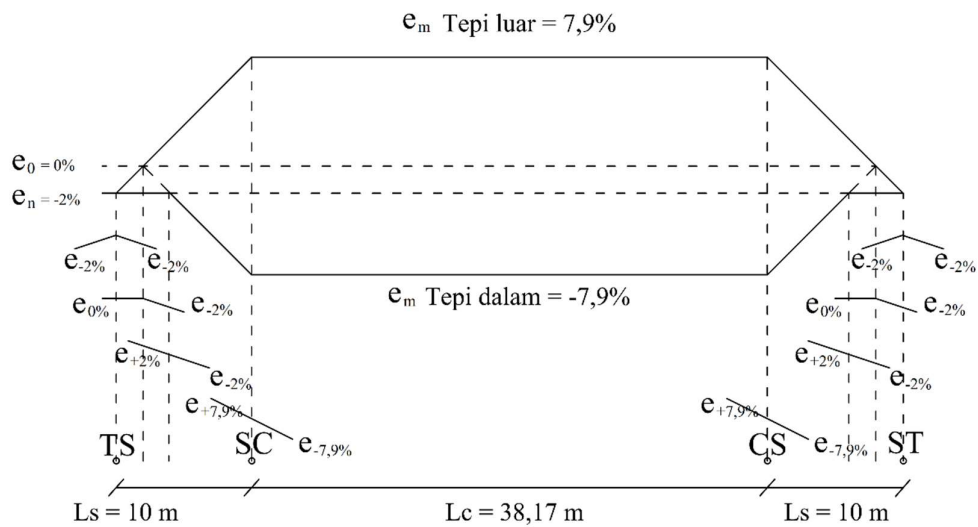
Analisis kebutuhan superelevasi sesuai kecepatan di lapangan dan menurut standar Bina Marga dapat dihitung menggunakan persamaan berikut.



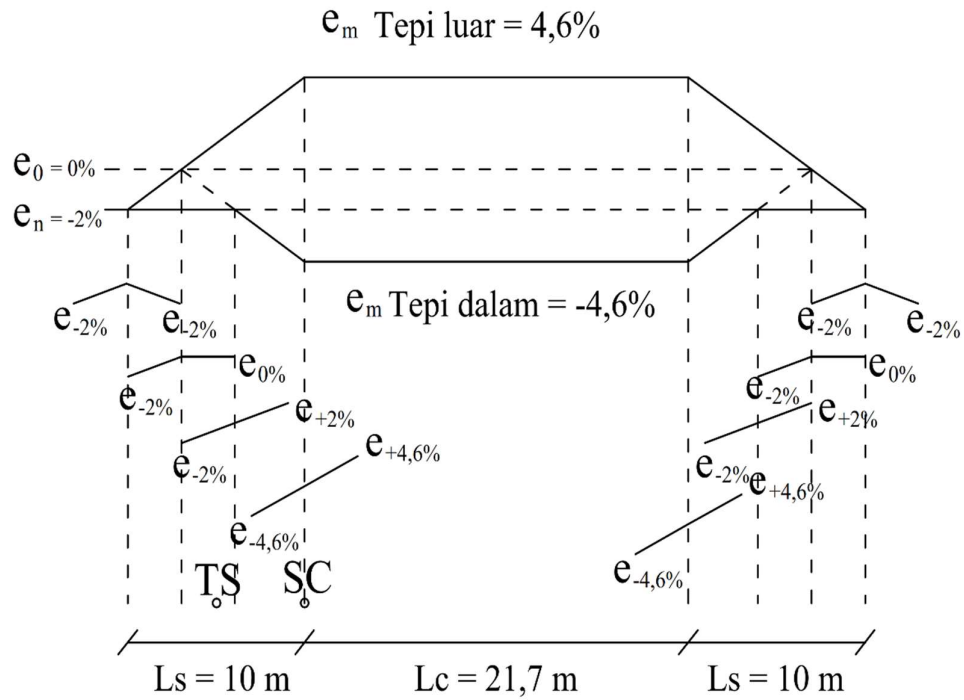
Gambar 5.8 Superelevasi Tikungan 1



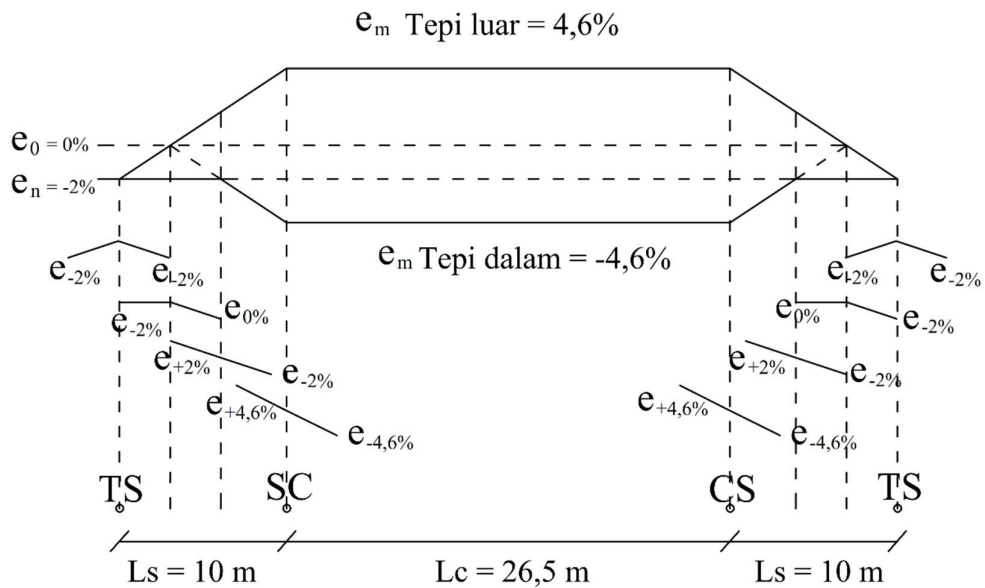
Gambar 5.9 Superelevasi Tikungan 2



Gambar 5.10 Superelevasi Tikungan 3



Gambar 5.11 Superelevasi Tikungan 4



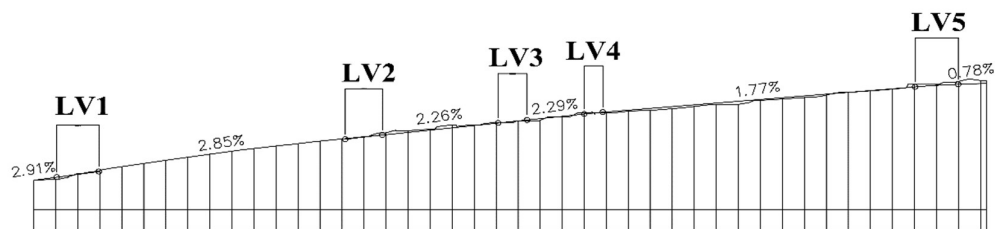
Gambar 5.12 Superelevasi Tikungan 5

5.2.9 Analisis Alinyemen Vertikal

Setelah dilakukan analisis alinyemen vertikal existing, maka dilakukan analisis terhadap alinyemen vertikal existing.

1. Gambar Alinyemen Vertikal

Berikut merupakan gambar redesign alinyemen vertikal jalan Jatinom-Bojolali km 4,3-5,3 dapat dilihat pada Gambar 5.13.



Gambar 5.13 Alinyemen Vertikal

2. Analisis Alinyemen Vertikal

Dari data pengukuran di lapangan menggunakan alat theodolit kemudian didapatkan kelandaian jalan pada tikungan tersebut, karena jalan tersebut termasuk jenis jalan datar jadi diambil kelandaian saja, kemudian dari kelandaian tersebut didapatkan perhitungan seperti berikut ini.

$$g_1 = 2,91 \%$$

$$g_2 = 2,85\%$$

$$\begin{aligned} \Delta &= g_2 - g_1 \\ &= 2,91 - 2,85 \\ &= -0,06 \% \end{aligned}$$

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

$$\begin{aligned} \text{Lv kenyamanan pengemudi} &= \frac{V_r}{3,6} \times T \\ &= \frac{40}{3,6} \times 3 \\ &= 33,33 \text{ m} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Lv serap guncangan} &= \frac{V_r^2 \times \Delta}{360} \\ &= \frac{40^2 \times 0,06}{360} \\ &= 0,267 \text{ m} \end{aligned}$$

diambil $L_v = 48$ m

$$\begin{aligned} E_v &= \frac{\Delta x L_v}{800} \\ &= \frac{0,06 \times 48}{800} \\ &= 0,0036 \text{ m} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} X &= 0,25 \times L_v \\ &= 0,25 \times 48 \\ &= 12 \text{ m} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} Y &= \frac{\Delta x X^2}{200 \times L_v} \\ &= \frac{0,06 \times 12^2}{200 \times 48} \\ &= 0,0009 \text{ m} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} J_h &= 0,278 \times V_r \times T + \frac{V_r^2}{254 \times (f_p + g)} \\ &= 0,278 \times 40 \times 2,5 + \frac{40^2}{254 \times (0,4 + 0,01)} \\ &= 43,164 \text{ m} \end{aligned}$$

Panjang L_v minimum

$$\begin{aligned} L_v \text{ min} &= \frac{J_h^2}{405} \\ &= \frac{43,16^2}{405} \\ &= 4,6 \text{ m} < 48 \text{ m (oke)} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} L_v \text{ min} &= \Delta \times Y \\ &= 0,06 \times 0,0009 \\ &= 0,00005 \text{ m} < 48 \text{ m (oke)} \end{aligned}$$

Elevasi dan stasiun tiap pias

$$\begin{aligned} X_1 &= \frac{L_v}{4} \\ &= \frac{48}{5} \\ &= 9,6 \text{ m} \end{aligned}$$

$$X_2 = 19,2 \text{ m}$$

$$X_3 = 28,8 \text{ m}$$

$$X_4 = 38,4 \text{ m}$$

X5 = 48 m

Perhitungan detail titik-titik vertikal selanjutnya dapat dilihat pada rekapitulasi perhitungan detail titik-titik variable Tabel 5.16.

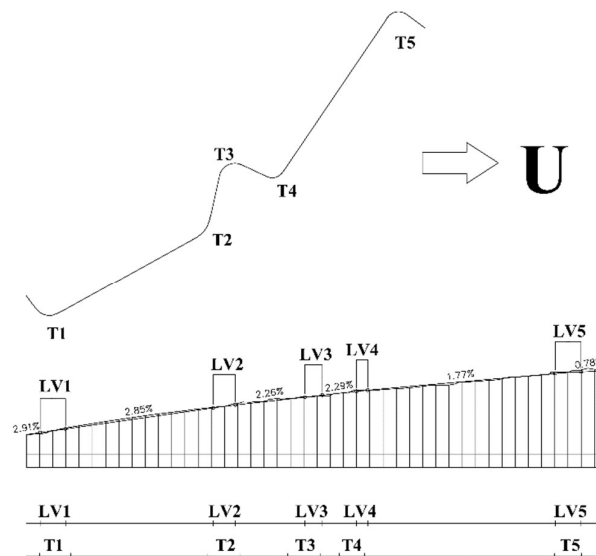
Tabel 5.16 Tabel Rekapitulasi Titik Pias dan Titik Penting

No	Titik	Elevasi	Stasiun
1	PPV1	218,76	4+349,987
2	PVC	218,06	4+325,987
3	1	218,34	4+335,587
4	2	218,62	4+345,187
5	3	218,90	4+354,787
6	4	219,19	4+364,387
7	PVT	219,47	4+373,987
1	PPV2	228,01	4+674,771
2	PVC	227,41	4+653,771
3	1	227,66	4+662,171
4	2	227,91	4+670,571
5	3	228,17	4+678,971
6	4	228,45	4+687,371
7	PVT	228,73	4+695,771
1	PPV3	231,83	4+843,680
2	PVC	231,46	4+827,180
3	1	231,61	4+833,780
4	2	231,75	4+840,380
5	3	231,90	4+846,980
6	4	232,05	4+853,580
7	PVT	232,20	4+860,180
1	PPV4	233,93	4+935,579
2	PVC	233,69	4+925,079
3	1	233,79	4+929,279

No	Titik	Elevasi	Stasiun
4	2	233,89	4+933,479
5	3	234,00	4+937,679
6	4	234,11	4+941,879
7	PVT	234,23	4+946,079
1	PPV5	240,81	5+325,193
2	PVC	240,38	5+300,693
3	1	240,56	5+310,493
4	2	240,76	5+320,293
5	3	240,98	5+330,093
6	4	241,23	5+339,893
7	PVT	241,49	5+349,693

5.2.10 Analisis Koordinasi Alinyemen Vertikal dan Horisontal

Koordinasi alinyemen horisontal dan alinyemen vertikal sangat diperlukan untuk menghasilkan keamanan serta rasa nyaman bagi pengemudi kendaraan yang melalui jalan tersebut. Berikut ini adalah gambar koordinasi alinyemen horisontal dan alinyemen vertikal trase alternatif pada Gambar 5.14 dan Lampiran 4.



Gambar 5.14 Koordinasi Alinyemen Horisontal dan Alinyemen Vertikal

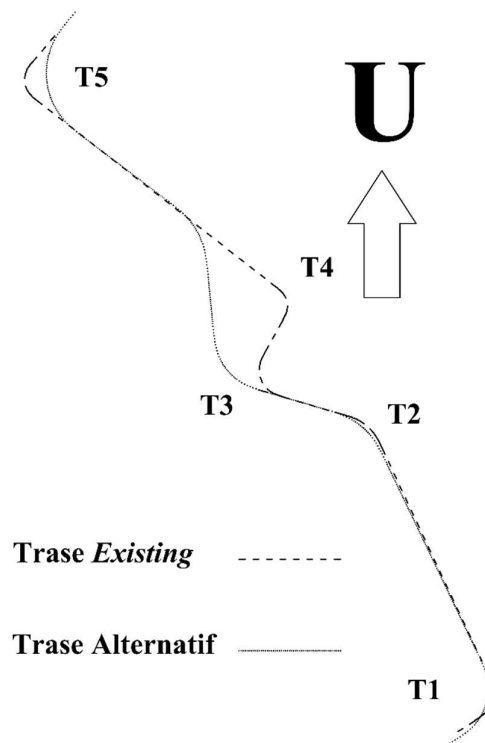
Berdasarkan kombinasi alinyemen horisontal dan alinyemen vertikal di atas, dapat disimpulkan bahwa ruas jalan Klaten-Jatinom km 4,3-5,3 untuk tikungan 2 memiliki kombinasi alinyemen yang tidak ideal karena lengkung vertikal tidak berimpit dengan alinyemen horisontal dengan kata lain berada diantara jalan lurus dan tikungan.

5.3 Geometri Jalan Alternatif

Setelah data primer dan sekunder diambil, maka dilakukan analisis terhadap alinyemen horisontal existing.

5.3.1 Gambar Alinyemen Horisontal

Jarak antar tikungan berturut-turut adalah sebagai berikut T1-T2 sebesar 361,95 meter, T2-T3 sebesar 175,06 meter, T3-T4 sebesar 170,59 meter, dan T4-T5 sebesar 268,93 meter. Gambar alinyemen horisontal dapat dilihat pada Gambar 5.7.



Gambar 5.15 Alinyemen Horisontal Trase Alternatif

5.3.2 Analisis Daerah Bebas Samping

Daerah bebas samping dapat dihitung menggunakan Persamaan 3.3 untuk $JPH < L_t$ dan Persamaan 3.4 untuk $JPH > L_t$. Berikut adalah perhitungan daerah bebas samping sesuai dengan kecepatan di lapangan pada tikungan 1.

$$RC = 60 \text{ m}$$

$$L_s = 35 \text{ m}$$

$$JPH = 73,33 \text{ m}$$

$$\begin{aligned} L_{\text{tot}} &= L_s + L_c + L_s \\ &= 35 + 59,25 + 35 \\ &= 129,25 \text{ m} \end{aligned}$$

$JPH > L_{\text{tot}}$, maka menggunakan Persamaan 3.4 berikut.

$$\begin{aligned} E &= R \cdot \left(1 - \cos \frac{90^\circ \cdot JPH}{\pi \cdot R}\right) \\ &= 60 \cdot \left(1 - \cos \frac{90^\circ \cdot 73,33}{\pi \cdot 60}\right) \\ &= 7,39 \text{ m} \end{aligned}$$

Untuk menghasilkan perhitungan daerah bebas samping tikungan dapat dilihat pada Tabel 5.17.

Tabel 5.17 Rekapitulasi Perhitungan Daerah Bebas Samping

Data	Tikungan				
	1	2	3	4	5
Rc (m)	60	70	60	80	80
Lc (m)	59,25	22,42	35,16	39	93,46
Ls (m)	35	35	35	35	35

Data	Tikungan				
	1	2	3	4	5
JPH (m)	73,33	73,33	73,33	73,33	73,33
L Total (m)	129,25	92,42	105,16	109	163,46
JPH>< Ltot	JPH<L	JPH<L	JPH<L	JPH<L	JPH<L
E (m)	7,43	22,20	12,46	18,77	8,43

5.3.3 Analisis Tikungan Horisontal

Pengukuran di lapangan menggunakan alat *theodolit* kemudian bentuk tikungan diasumsikan *Spiral-Circle-Spiral* dan digambar menggunakan program autocad *Land Desktop 2006* untuk lengkung horisontal pada didapatkan dengan cara trial. Perhitungan tikungan alinyemen horisontal tersebut terdapat pada Tabel 5.24 sampai Tabel 5.23 sedangkan untuk hasil perhitungan tikungan alinyemen horisontal sebagai berikut.

a. Tikungan 1

Data lapangan :

$$R_c = 60 \text{ meter}$$

$$L_s = 35 \text{ meter}$$

$$\Delta = 90^\circ$$

Perhitungan :

$$\begin{aligned} Y_c &= \frac{L_s^2}{6 \times R_c} \\ &= \frac{35^2}{6 \times 60} \\ &= 3,40 \text{ meter} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \phi_s &= \frac{90}{\pi} \times \frac{L_s}{R_c} \\ &= \frac{90}{\pi} \times \frac{35}{60} \\ &= 16,71^\circ \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\Delta c &= \Delta - 2 \phi_s \\ &= 90 - (2 \times 16,71) \\ &= 56,58^\circ\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}L_c &= \frac{\Delta c}{360} \times 2\pi R_c \\ &= \frac{56,58}{360} \times 2\pi \cdot 60 \\ &= 59,24 \text{ meter}\end{aligned}$$

$L_c > 20$ m, maka menggunakan lengkung *circle* dipakai tikungan *Spiral-Circle-Spiral*(SCS)

$$\begin{aligned}L_{tot} &= L_c + 2 L_s \\ &= 59,24 + 2 \cdot 35 \\ &= 129,24 \text{ meter}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}X_c &= L_s \cdot \left(1 - \frac{L_s^2}{40 \cdot R_c^2}\right) \\ &= 35 \cdot \left(1 - \frac{35^2}{40 \cdot 60^2}\right) \\ &= 34,70 \text{ meter}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}Y_c &= \frac{L_s^2}{6 \cdot R_c} \\ &= \frac{35^2}{6 \cdot 60} \\ &= 3,4 \text{ meter}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}k &= L_s - \frac{L_s^3}{40 \times R_c^2} - R_c \sin \phi_s \\ &= 35 - \frac{35^3}{40 \times 60^2} - 60 \sin 16,71 \\ &= 17,45 \text{ meter}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 p &= \frac{Ls^2}{6 \times Rc} - Rc (1 - \cos \phi_s) \\
 &= \frac{35^2}{6 \times 60} - 60 (1 - \cos 16,71) \\
 &= 0,87 \text{ meter}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 Ts &= (Rc+p) \cdot \tan \left(\frac{1}{2} \Delta\right) + k \\
 &= (60+0,87) \cdot \tan \left(\frac{1}{2} 90\right) + 17,44 \\
 &= 78,31 \text{ meter}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 Es &= (Rc+p) \sec \frac{1}{2} \Delta - Rc \\
 &= (60 + 0,87) \sec \frac{1}{2} 90^\circ - 60 \\
 &= 26,08 \text{ meter}
 \end{aligned}$$

Perhitungan yang dilakukan dengan menggunakan Persamaan 3.6 sampai Persamaan 3.25. Hasil rekapitulasi perhitungan tikungan 1 sampai dengan tikungan 5 dapat dilihat pada Tabel 5.18.

Tabel 5.18 Rekapitulasi Perhitungan Alinyemen Horizontal

	T1	T2	T3	T4	T5	Satuan
Rc	60	75	60	80	80	meter
Ls	35	35	35	35	35	meter
Δ	90	47	67	53	92	°
Yc	3,40	2,72	3,40	2,55	2,55	meter
ϕ_s	16,71	13,37	16,71	12,53	12,53	°
Δ_c	56,58	20,26	33,58	27,93	66,93	°
Lc	59,24	26,52	35,16	39,00	93,45	meter
k	17,44	17,46	17,45	17,47	17,47	meter
P	0,87	0,68	0,87	0,65	0,65	meter
Es	26,08	7,53	12,99	10,11	36,09	meter

Jari-jari minimum untuk kecepatan 40 km/jam adalah 48,45 meter. Tikungan 1, tikungan 2, tikungan 3, tikungan 4, dan tikungan 5 sudah memenuhi standar jari-jari minimum untuk kecepatan lapangan dikarenakan jari-jari yang tersedia lebih besar dari jari-jari minimum. Lengkung peralihan minimum sebesar 33,33 meter sementara lengkung peralihan trase alternatif lebih besar sehingga memenuhi syarat. Perbandingan jari-jari minimum dan lengkung peralihan minimum dapat dilihat pada Tabel 5.19 berikut ini.

Tabel 5.19 Perbandingan Jari-Jari Dan Lengkung Peralihan

Tikungan	Rmin (m)	Rtersedia (m)	Keterangan	Ls min (m)	Ls tersedia (m)	Keterangan
1	48,45	60	Memenuhi	33,33	35	Memenuhi
2	48,45	75	Memenuhi	33,33	35	Memenuhi
3	48,45	60	Memenuhi	33,33	35	Memenuhi
4	48,45	80	Memenuhi	33,33	35	Memenuhi
5	48,45	80	Memenuhi	33,33	35	Memenuhi

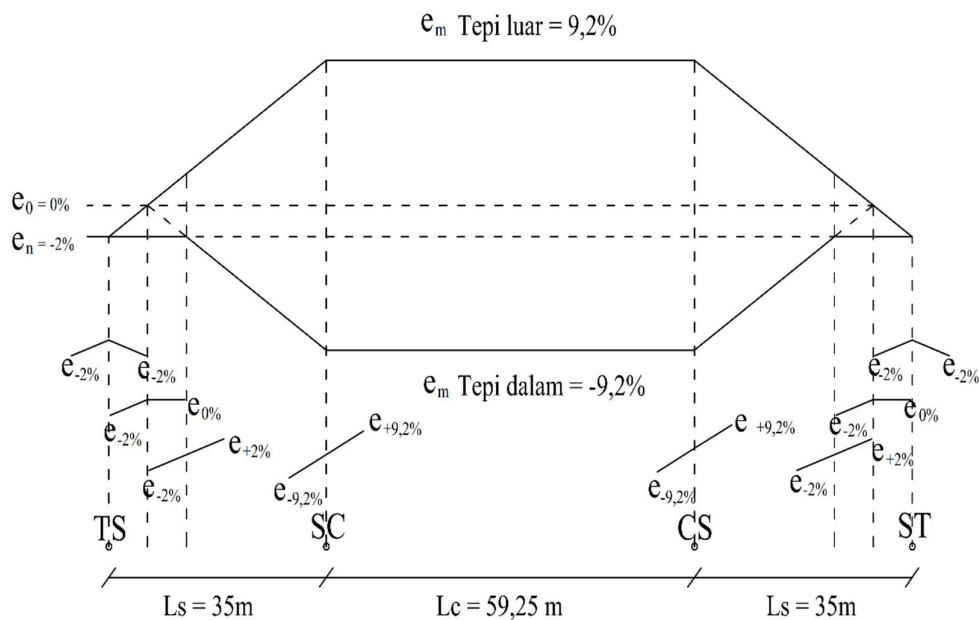
Panjang jalan lurus antara tikungan didapatkan dari hasil penggambaran menggunakan aplikasi *Land Desktop 2006*. Hasil rekapitulasi bagian jalan lurus antar tikungan pada trase alternatif dapat dilihat pada Tabel 5.20.

Tabel 5.20 Jarak Bagian Lurus Jalan Antar Tikungan Trase Alternatif

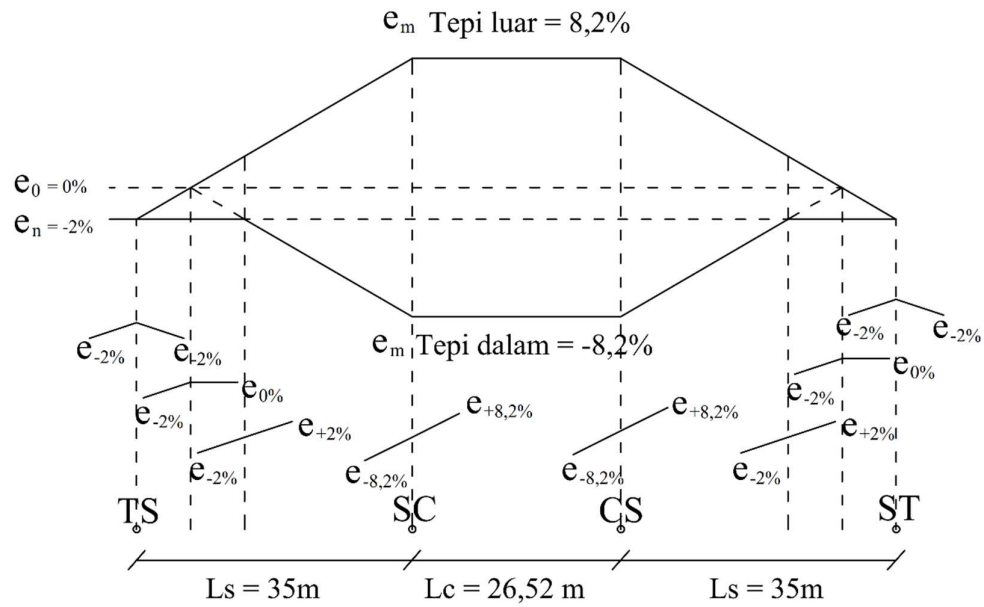
Tikungan	Jarak (m)	persyaratan	keterangan
1-2	226	>20 m	Memenuhi
2-3	34	>20 m	Memenuhi
3-4	56	>20 m	Memenuhi
4-5	162	>20 m	memenuhi

5.3.4 Analisis Superelevasi

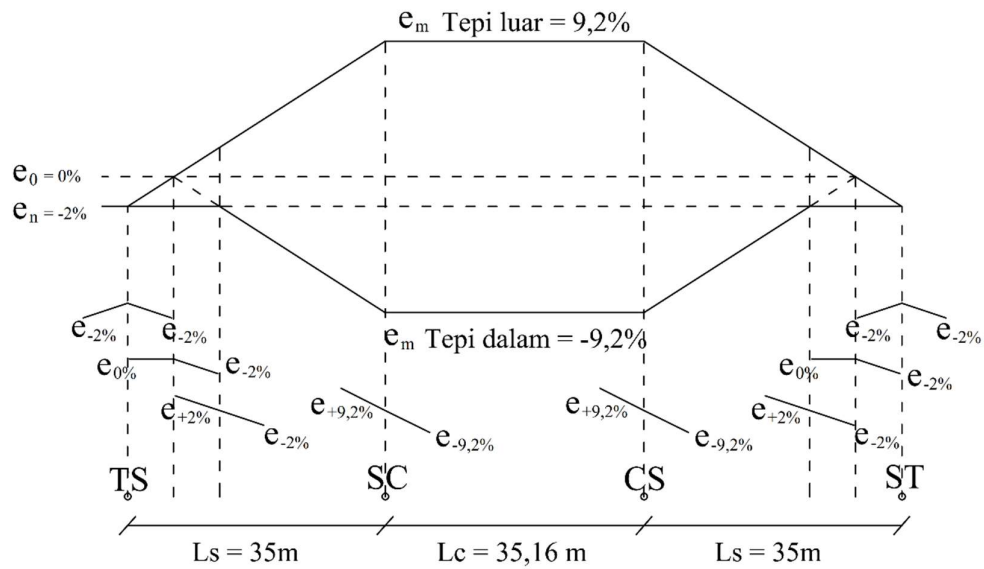
Analisis kebutuhan superelevasi sesuai dengan kecepatan di lapangan dan menurut standar Bina Marga dapat dihitung menggunakan persamaan berikut.



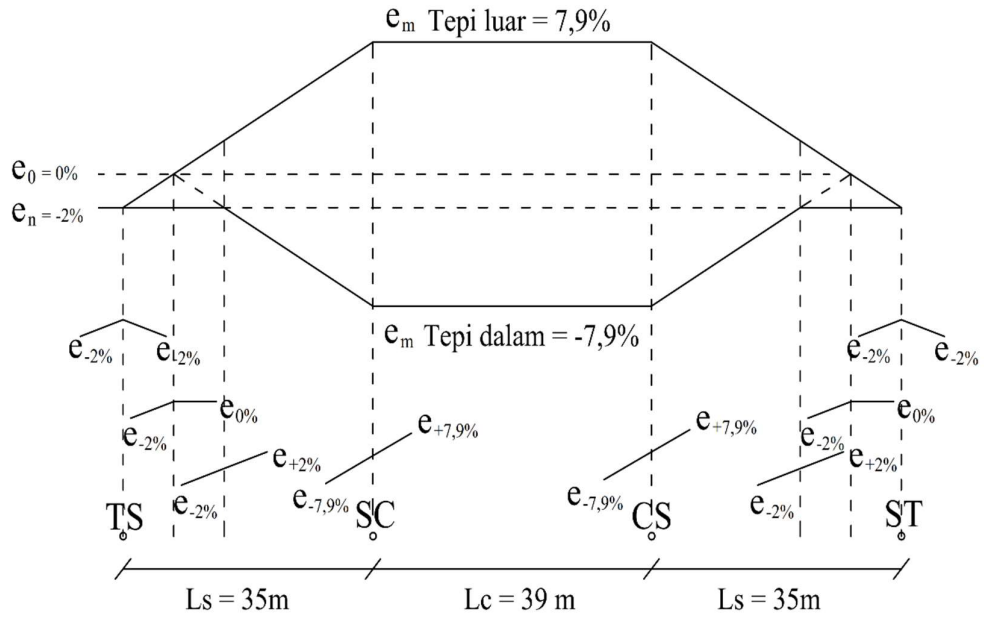
Gambar 5.16 Superelevasi Tikungan 1



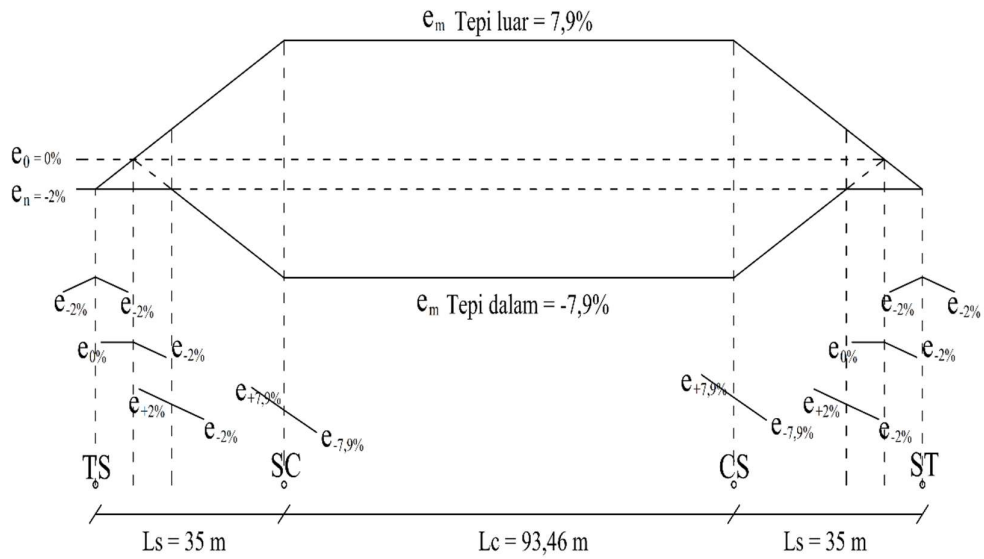
Gambar 5.17 Superelevasi Tikungan 2



Gambar 5.18 Superelevasi Tikungan 3



Gambar 5.19 Superelevasi Tikungan 4



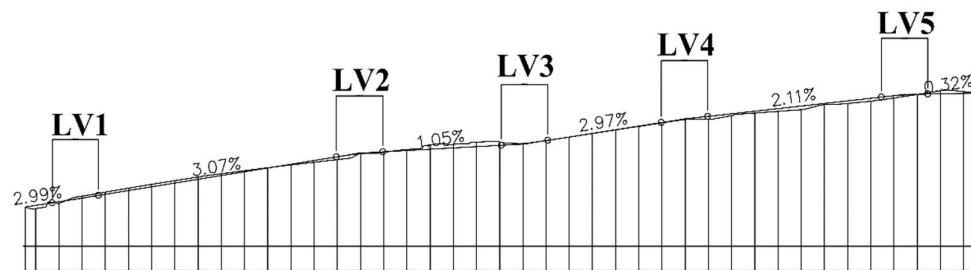
Gambar 5.20 Superelevasi Tikungan 5

5.3.5 Analisis Alinyemen Vertikal

Setelah dilakukan analisis alinyemen vertikal existing, maka dilakukan analisis terhadap alinyemen vertikal existing.

1. Gambar Alinyemen Vertikal

Berikut merupakan gambar redesign alinyemen vertikal jalan Jatinom-Bojolali km 4,3-5,3 dapat dilihat pada Gambar 5.21.



Gambar 5.21 Alinyemen Vertikal

2. Analisis Alinyemen Vertikal

Dari data pengukuran di lapangan menggunakan alat theodolit kemudian didapatkan kelandaian jalan pada tikungan tersebut, karena jalan tersebut termasuk jenis jalan datar jadi didapat 2 kelandaian saja, kemudian dari kelandaian tersebut didapatkan perhitungan seperti berikut ini.

$$g_1 = 2,99\%$$

$$g_2 = 3,07\%$$

$$\begin{aligned} \Delta &= g_2 - g_1 \\ &= 2,99 - 3,07 \\ &= -0,08\% \end{aligned}$$

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

$$\begin{aligned} L_v \text{ kenyamanan pengemudi} &= \frac{V_r}{3,6} \times T \\ &= \frac{40}{3,6} \times 3 \\ &= 33,33 \text{ m} \end{aligned}$$

$$L_v \text{ serap guncangan} = \frac{V_r^2 \times \Delta}{360}$$

$$= \frac{40^2 \times 0,08}{360}$$

$$= 0,356 \text{ m}$$

diambil $L_v = 50 \text{ m}$

$$E_v = \frac{\Delta \times L_v}{800}$$

$$= \frac{0,08 \times 50}{800}$$

$$= 0,005 \text{ m}$$

$$X = 0,25 \times L_v$$

$$= 0,25 \times 50$$

$$= 12,5 \text{ m}$$

$$Y = \frac{\Delta \times X^2}{200 \times L_v}$$

$$= \frac{0,08 \times 12,5^2}{200 \times 48}$$

$$= 0,0012 \text{ m}$$

$$J_h = 0,278 \times V_r \times T + \frac{V_r^2}{254 \times (f_p + g)}$$

$$= 0,278 \times 40 \times 2,5 + \frac{40^2}{254 \times (0,4 + 0,01)}$$

$$= 43,164 \text{ m}$$

Panjang L_v minimum

$$L_v \text{ min} = \frac{J_h^2}{405}$$

$$= \frac{43,16^2}{405}$$

$$= 4,6 \text{ m} < 48 \text{ m (oke)}$$

$$L_v \text{ min} = \Delta \times Y$$

$$= 0,08 \times 0,0012$$

$$= 0,00002 \text{ m} < 48 \text{ m (oke)}$$

Elevasi dan stasiun tiap pias

$$X1 = \frac{L_v}{4}$$

$$= \frac{50}{5}$$

$$= 10 \text{ m}$$

X2 = 20 m

X3 = 30 m

X4 = 40 m

X5 = 50 m

Perhitungan detail titik-titik vertikal selanjutnya dapat dilihat pada rekapitulasi perhitungan detail titik-titik variabel Tabel 5.21.

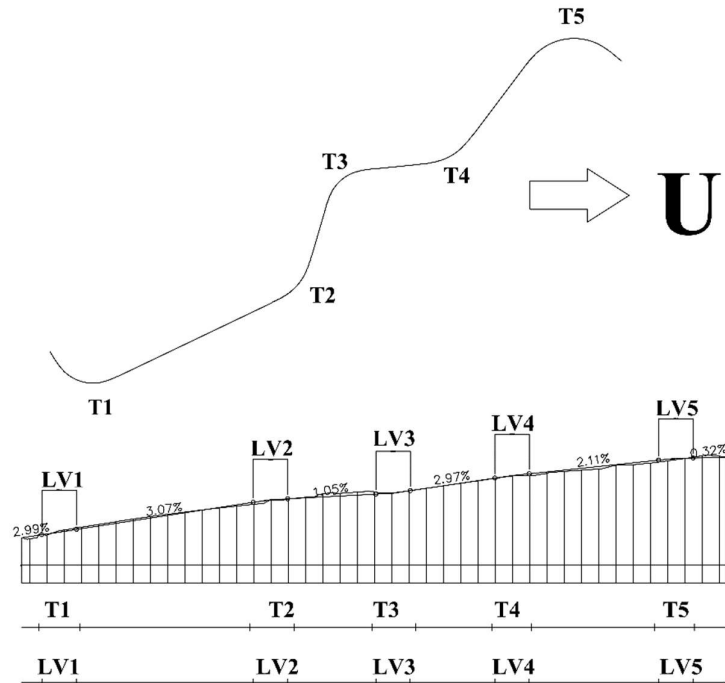
Tabel 5.21 Tabel Rekapitulasi Titik Pias dan Titik Penting

No	Titik	Elevasi	Stasiun
1	PPV1	219,62	4+392,689
2	PVC	218,87	4+367,689
3	1	219,17	4+377,689
4	2	219,47	4+387,689
5	3	219,76	4+397,689
6	4	220,06	4+407,689
7	PVT	220,35	4+417,689
1	PPV2	229,04	4+699,081
2	PVC	228,27	4+674,081
3	1	228,60	4+684,081
4	2	228,97	4+694,081
5	3	229,38	4+704,081
6	4	229,82	4+714,081
7	PVT	230,31	4+724,081
1	PPV3	230,91	4+876,780
2	PVC	230,65	4+851,780
3	1	230,73	4+861,780
4	2	230,78	4+871,780
5	3	230,79	4+881,780
6	4	230,76	4+891,780
7	PVT	230,69	4+901,780

No	Titik	Elevasi	Stasiun
1	PPV4	236,03	5+049,243
2	PVC	235,29	5+024,243
3	1	235,59	5+034,243
4	2	235,92	5+044,243
5	3	236,26	5+054,243
6	4	236,61	5+064,243
7	PVT	236,99	5+074,243
1	PPV5	241,05	5+286,505
2	PVC	240,52	5+261,505
3	1	240,75	5+271,505
4	2	241,02	5+281,505
5	3	241,32	5+291,505
6	4	241,65	5+301,505
7	PVT	242,03	5+311,505

5.3.6 Koordinasi alinyemen horisontal

Koordinasi alinyemen horisontal dan alinyemen vertikal sangat diperlukan untuk menghasilkan keamanan serta rasa nyaman bagi pengemudi kendaraan yang melalui jalan tersebut. Berikut ini adalah gambar koordinasi alinyemen horisontal dan alinyemen vertikal trase alternatif pada Gambar 5.22 dan Lampiran 4.



Gambar 5.22 Koordinasi Alinyemen Horisontal dan Alinyemen Vertikal

Berdasarkan kombinasi alinyemen horisontal dan alinyemen vertikal di atas, dapat disimpulkan bahwa ruas jalan Klaten-Jatinom km 4,3-5,3 untuk semua tikungan memiliki kombinasi alinyemen yang ideal karena lengkung vertikal berimpit dengan alinyemen horisontal dengan kata lain berada lengkung vertikal untuk masing-masing tikungan.

5.4 Pembahasan

5.4.1 Pembahasan Analisis Eksisting

Lebar lajur dan bahu jalan Klaten-Jatinom km 4,3-5,3 diukur setiap 50 meter. Ukuran lebar lajur sesuai peraturan menteri Pekerjaan Umum tahun 2011 yaitu minimal selebar 3,5 meter dan lebar bahu jalan minimal sebesar 2 meter. Pengukuran di lapangan menunjukkan ada beberapa lebar lajur jalan yang belum memenuhi persyaratan tersebut, namun pada umumnya sudah memenuhi. Ringkasan lebar lajur jalan Klaten-Jatinom km 4,3-5,3 dibuat dalam bentuk tabel pada Tabel 5.1 dan Tabel 5.2.

Pengamatan selama 48 jam dilakukan untuk mendapatkan volume lalu lintas harian. Pengamatan dilakukan dengan mencatat kendaraan yang melewati jalan Klaten-Jatinom km 4,3-5,3 setiap 15 menit. kendaraan tersebut digolongkan sesuai dengan Bina Marga 1997. Analisis volume lalu lintas rerata didapatkan sebesar 32129 SMP/hari. Berdasarkan VLHR tersebut maka didapatkan jalan Klaten-Jatinom km 4,3-5,3 bermedan datar kelas jalan kolektor kelas III.

Pengambilan data kecepatan menggunakan alat *speed gun*. Terdapat tiga titik pengambilan yaitu awal, tengah, dan akhir trase yang diteliti. Pengambilan sampel dibedakan berdasarkan jenis kendaraan. Ada tiga sampel yaitu motor, mobil, dan truk. Analisis dilakukan terhadap kecepatan yang terbaca pada alat *speed gun* untuk mendapatkan kecepatan koreksi. Jalan Klaten-Jatinom km 4,3-5,3 didapatkan kecepatan rencana sebesar 40 km/jam.

Jarak pandang henti menurut pengukuran di lapangan pada tikungan 1, tikungan 2, tikungan 3, tikungan 4, dan tikungan 5. Tidak memenuhi syarat jarak pandang henti sesuai kecepatan di lapangan karena lebih kecil dari persyaratan tersebut. Perbandingan JPH yang ada di lapangan dengan hitungan dapat dilihat pada Tabel 5.8.

Trase eksisting didapatkan melalui perhitungan menggunakan *trial* untuk mencari jari-jari dan lengkung peralihan setiap tikungan. Titik koordinat hasil penembakan dicocokkan dengan penggambaran menggunakan *Autocad Land Desktop 2006* akhirnya di dapatkan trase eksisting jalan Klaten-Jatinom km 4,3-5,3.

Terdapat lima tikungan dalam penelitian ini dengan tipe tikungan *spiral-circle-spiral*. Tikungan 1 memiliki jari-jari sebesar 30 meter dan lengkung peralihan 20 meter dengan sudut Δ sebesar 82° . Analisis dilakukan terhadap tikungan 1 didapatkan untuk kecepatan rencana 40 km/jam seharusnya jari-jari minimal adalah 48,45 meter. Tikungan 2 memiliki jari-jari sebesar 50 meter. Tikungan ini bertipe *spiral-circle-spiral* dengan panjang lengkung peralihan 20 meter. Hasil analisis menunjukkan untuk alinyemen horisontal sudah memenuhi

syarat sebuah tikungan dengan kecepatan rencana 40 km/jam. Hasil analisis pada tikungan 3 untuk jari-jari tikungan minimum sebesar 48,45 meter. Jari-jari tikungan eksisting menunjukkan 30 meter. ini menandakan jari-jari eksisting lebih kecil dari jari-jari seharusnya untuk kecepatan 40 km/jam. Tipe tikungan 3 adalah *spiral-circle-spiral*. Keadaan belum standar terjadi pada tikungan 4. Hasil analisis menunjukkan jari-jari pada tikungan 4 sebesar 48,45 meter sementara hasil eksisting sebesar 23 meter. Kecepatan rencana merupakan variabel dalam menghitung besaran jari-jari tikungan demi mendapatkan belokan yang aman dan nyaman. Eksisting tikungan 5 dengan besar jari-jari tikungan sebesar 23 meter masih belum standar karena lebih kecil dari hasil analisis sebesar 48,45 meter. Tikungan ini bertipe *spiral-circle-spiral* dengan lengkung peralihan sebesar 10 meter.

Lengkung vertikal di lapangan sendiri terdapat 5 lengkung vertikal. Terdapat 1 lengkung cekung dan 4 lengkung cembung dengan beragam panjang. Panjang lengkung vertikal sudah memenuhi standard yang ditetapkan Bina Marga 1997. untuk kecepatan 40 km/jam, panjang lengkung minimal 40 meter.

Koordinasi alinyemen horisontal dan alinyemen vertikal pada trase eksisting dilakukan dengan menggambarkan lengkung vertikal menggunakan *Autocad Land Desktop 2006* pada alinyemen vertikal. Tikungan pada alinyemen horisontal dicocokkan dengan lengkung vertikal yang ada pada alinyemen horisontal. Koordinasi alinyemen yang baik adalah kedua alinyemen berhimpitan ini dijelaskan pada Bina Marga 1997. Hasil analisis didapatkan pada trase eksisting menunjukkan koordinasi alinyemen belum baik sesuai saran Bina Marga 1997. Rekapitulasi hasil analisis eksisting dapat dilihat pada Tabel 5.25 berikut ini.

Tabel 5.22 Rekapitulasi Analisis Eksisting

Jenis Analisis	Syarat	Kondisi Lapangan	Keterangan
VLHR (SMP/Hari)	-	32129	Tahun 2017
Jenis Jalan (SMP/Hari)	Tabel 3.1	32129	Kolektor III
Kecepatan (km/jam)	30-50	40	Terpenuhi
Jarak Pandang Henti (m)	73,33	38,09	Tidak terpenuhi
		45,69	Tidak terpenuhi
		36,9	Tidak terpenuhi
		18,24	Tidak terpenuhi
		27,39	Tidak terpenuhi
Lengkung Vertikal (m)	40	48	Terpenuhi
		42	Terpenuhi
		33	Tidak terpenuhi
		21	Tidak terpenuhi
		49	Terpenuhi
Tikungan 1 Tipe S-C-S			
Rc (m)	48,45	30	Tidak terpenuhi
Ls (m)	>33,33	20	Tidak terpenuhi
Δ (°)	-	82	-
Yc (m)	-	2,22	-
ϕ_s (°)	-	19,09	-
Δc (°)	-	43,80	-
Lc (m)	>36,01	22,93	Tidak terpenuhi
k (m)	-	9,96	-
p (m)	-	0,57	-

Jenis Analisis	Syarat	Kondisi Lapangan	Keterangan
Es (m)	-	10,51	-
Tikungan 2 Tipe S-C-S			
Rc (m)	48,45	50	Terpenuhi
Ls (m)	>33,33	20	Tidak terpenuhi
Δ (°)	-	49	-
Yc (m)	-	1,33	-
\emptyset_s (°)	-	11,46	-
Δ_c (°)	-	26,08	-
Lc (m)	>8,1	22,76	Terpenuhi
k (m)	-	9,99	-
p (m)	-	0,34	-
Es (m)	-	5,32	-
Tikungan 3 Tipe S-C-S			
Rc (m)	48,45	30	Tidak terpenuhi
Ls (m)	>33,33	10	Tidak terpenuhi
Δ (°)	-	92	-
Yc (m)	-	0,56	-
\emptyset_s (°)	-	9,55	-
Δ_c (°)	-	72,90	-
Lc (m)	>44,47	38,17	Tidak Terpenuhi
k (m)	-	5,00	-
p (m)	-	0,14	-
Es (m)	-	13,39	-
Tikungan 4 Tipe S-C-S			
Rc (m)	48,45	23	Tidak terpenuhi
Ls (m)	>33,33	10	Tidak terpenuhi
Δ (°)	-	79	-

Jenis Analisis	Syarat	Kondisi Lapangan	Keterangan
Yc (m)	-	0,72	-
ϕ_s (°)	-	12,46	-
Δc (°)	-	54,09	-
Lc (m)	>33,47	21,71	Tidak terpenuhi
k (m)	-	4,99	-
p (m)	-	0,18	-
Es (m)	-	7,04	-
Tikungan 5 Tipe S-C-S			
Rc (m)	48,45	23	Tidak terpenuhi
Ls (m)	>33,33	10	Tidak terpenuhi
Δ (°)	-	91	-
Yc (m)	-	0,72	-
ϕ_s (°)	-	12,46	-
Δc (°)	-	66,09	-
Lc (m)	>43,63	26,53	Tidak terpenuhi
k (m)	-	4,99	-
p (m)	-	0,18	-
Es (m)	-	10,08	-

Hasil pembahasan di atas, dapat dilihat ada beberapa aspek yang tidak memenuhi persyaratan dari Bina Marga 1997. Hal ini dapat membahayakan para pengemudi yang melalui ruas jalan tersebut. Oleh karena itu, disarankan untuk dilakukan perbaikan baik dari aspek alinyemen horisontal maupun alinyemen vertikal agar ruas jalan tersebut menjadi aman untuk dilalui.

5.4.2 Pembahasan Analisis Alternatif

Lengkung horisontal berdasarkan pengukuran di lapangan didapatkan menggunakan program *Autocad Land Desktop 2006*. Bentuk lengkung alternatif berupa *spiral-circle-spiral*. Terdapat 5 tikungan dengan jari sebesar 60 m, 70 m, 60

m, 80 m, dan 80 m. Jari-jari tikungan sudah memenuhi syarat Bina Marga 1997 untuk kecepatan rencana 40 km/jam. Panjang lengkung peralihan sudah memenuhi persyaratan minimal yaitu 33,33 meter.

Untuk rekapitulasi hasil analisis desain alternatif dapat dilihat pada Tabel 5.26 berikut ini.

Tabel 5.23 Rekapitulasi Analisis Desain Alternatif

Jenis Analisis	Syarat	Kondisi Lapangan	Keterangan
VLHR (SMP/Hari)	-	32129	Tahun 2017
Jenis Jalan (SMP/Hari)	Tabel 3.1	32129	Kolektor III
Kecepatan (km/jam)	30-50	40	Terpenuhi
Jarak Pandang Henti (m)	73,33	75	Terpenuhi
		75	Terpenuhi
		75	Terpenuhi
		75	Terpenuhi
		75	Terpenuhi
Lengkung Vertikal (m)	40	50	Terpenuhi
		50	Terpenuhi
		50	Terpenuhi
		50	Terpenuhi
		50	Terpenuhi
Tikungan 1 Tipe S-C-S			
Rc (m)	48,45	60	Terpenuhi
Ls (m)	>33,33	35	Terpenuhi
Δ (°)	-	90	-
Yc (m)	-	3,40	-

Jenis Analisis	Syarat	Kondisi Lapangan	Keterangan
ϕ_s (°)	-	16,71	-
Δc (°)	-	56,58	-
Lc (m)	>42,78	59,24	Terpenuhi
k (m)	-	17,44	-
p (m)	-	0,87	-
Es (m)	-	26,08	-
Tikungan 2 Tipe S-C-S			
Rc (m)	48,45	75	Terpenuhi
Ls (m)	>33,33	35	Terpenuhi
Δ (°)	-	50	-
Yc (m)	-	2,72	-
ϕ_s (°)	-	13,37	-
Δc (°)	-	20,26	-
Lc (m)	>6,41	26,52	Terpenuhi
k (m)	-	17,46	-
p (m)	-	0,69	-
Es (m)	-	7,54	-
Tikungan 3 Tipe S-C-S			
Rc (m)	48,45	60	Terpenuhi
Ls (m)	>33,33	35	Terpenuhi
Δ (°)	-	67	-
Yc (m)	-	3,40	-
ϕ_s (°)	-	16,71	-
Δc (°)	-	33,58	-
Lc (m)	>23,33	35,16	Terpenuhi
k (m)	-	17,45	-
p (m)	-	0,87	-
Es (m)	-	12,99	-

Jenis Analisis	Syarat	Kondisi Lapangan	Keterangan
Tikungan 4 Tipe S-C-S			
Rc (m)	48,45	80	Terpenuhi
Ls (m)	>33,33	35	Terpenuhi
Δ (°)	-	53	-
Yc (m)	-	2,55	-
ϕ_s (°)	-	12,53	-
Δ_c (°)	-	27,93	-
Lc (m)	>11,49	39,00	Terpenuhi
k (m)	-	17,47	-
p (m)	-	0,65	-
Es (m)	-	10,11	-
Tikungan 5 Tipe S-C-S			
Rc (m)	48,45	80	Terpenuhi
Ls (m)	>33,33	35	Terpenuhi
Δ (°)	-	92	-
Yc (m)	-	2,55	-
ϕ_s (°)	-	12,53	-
Δ_c (°)	-	66,93	-
Lc (m)	>44,47	93,45	Terpenuhi
k (m)	-	17,47	-
p (m)	-	0,65	-
Es (m)	-	36,09	-

Trase alternatif mengikuti lahan yang sudah tersedia. Dengan kata lain, tidak perlu melakukan perubahan total pada keseluruhan ruas jalan. Semua aspek mulai dari jari-jari kelengkungan, panjang lengkung lingkaran dan peralihan, jarak pandang henti, jarak pandang menyiap dan daerah bebas samping sudah memenuhi.

Ketersediaan lahan untuk desain perbaikan ini mencukupi karena pada daerah tersebut pemukiman warga tidak terlalu padat.

Bila dibandingkan kondisi trase eksisting, desain alternatif relatif jauh lebih aman karena segala aspek yang dibutuhkan telah memenuhi persyaratan seperti yang telah disebutkan pada paragraf sebelumnya. Jumlah tikungan pada trase eksisting dan trase alternatif sama banyak karena desain alternatif kebanyakan mengikuti trase yang sudah ada. Desain trase alternatif memberikan pengalaman berkendara bagi pengemudi yang lebih aman dan nyaman.

5.4.3 Perbandingan Trase *Existing* dan Trase Alternatif

Perbandingan ini sebagai bentuk penyederhaan agar lebih mudah dipahami. Variabel yang dibandingkan antara trase *existing* dan trase alternatif meliputi kecepatan, jarak pandang henti, lengkung vertikal, jari-jari lengkung, lengkung peralihan dan lengkung lingkaran. Perbandingan tersebut dapat dilihat pada Tabel 5.29 berikut ini.

Tabel 5.24 Perbandingan Hasil Rekapitulasi Trase *Existing* dengan Trase Alternatif

Jenis Analisis	Syarat	Kondisi <i>Existing</i>	Keterangan	Kondisi Alternatif	Keterangan
VLHR (SMP/Hari)	-	32129	Tahun 2017	32129	Tahun 2017
Jenis Jalan (SMP/Hari)	Tabel 3.1	32129	Kolektor III	32129	Kolektor III
Kecepatan (km/jam)	30-50	40	Terpenuhi	40	Terpenuhi
Jarak Pandang Henti (m)	73,33	38,09	Tidak terpenuhi	75	Terpenuhi
		45,69	Tidak terpenuhi	75	Terpenuhi

Jenis Analisis	Syarat	Kondisi Existing	Keterangan	Kondisi Alternatif	Keterangan
		36,9	Tidak terpenuhi	75	Terpenuhi
		18,24	Tidak terpenuhi	75	Terpenuhi
		27,39	Tidak terpenuhi	75	Terpenuhi
Lengkung Vertikal (m)	40	48	Terpenuhi	50	Terpenuhi
		42	Terpenuhi	50	Terpenuhi
		33	Tidak terpenuhi	50	Terpenuhi
		21	Tidak terpenuhi	50	Terpenuhi
		49	Terpenuhi	50	Terpenuhi
Tikungan 1 Tipe S-C-S					
Rc (m)	48,45	30	Tidak terpenuhi	60	Terpenuhi
Ls (m)	>33,33	20	Tidak terpenuhi	35	Terpenuhi
Δ (°)	-	82	-	90	-
Yc (m)	-	2,22	-	3,40	-
\emptyset s (°)	-	19,09	-	16,71	-
Δ c (°)	-	43,80	-	56,58	-
Lc (m)	>42,78	22,93	Tidak terpenuhi	59,24	Terpenuhi
k (m)	-	9,96	-	17,44	-
p (m)	-	0,57	-	0,87	-
Es (m)	-	10,51	-	26,08	-
Tikungan 2 Tipe S-C-S					

Jenis Analisis	Syarat	Kondisi Existing	Keterangan	Kondisi Alternatif	Keterangan
Rc (m)	48,45	50	Terpenuhi	75	Terpenuhi
Ls (m)	>33,33	20	Tidak terpenuhi	35	Terpenuhi
Δ (°)	-	49	-	50	-
Yc (m)	-	1,33	-	2,72	-
\emptyset s (°)	-	11,46	-	13,37	-
Δ c (°)	-	26,08	-	20,26	-
Lc (m)	>6,41	22,76	Terpenuhi	26,52	Terpenuhi
k (m)	-	9,99	-	17,46	-
p (m)	-	0,34	-	0,69	-
Es (m)	-	5,32	-	7,54	-
Tikungan 3 Tipe S-C-S					
Rc (m)	48,45	30	Tidak terpenuhi	60	Terpenuhi
Ls (m)	>33,33	10	Tidak terpenuhi	35	Terpenuhi
Δ (°)	-	92	-	67	-
Yc (m)	-	0,56	-	3,40	-
\emptyset s (°)	-	9,55	-	16,71	-
Δ c (°)	-	72,90	-	33,58	-
Lc (m)	>23,33	38,17	Tidak Terpenuhi	35,16	Terpenuhi
k (m)	-	5,00	-	17,45	-
p (m)	-	0,14	-	0,87	-
Es (m)	-	13,39	-	12,99	-
Tikungan 4 Tipe S-C-S					
Rc (m)	48,45	23	Tidak terpenuhi	80	Terpenuhi

Jenis Analisis	Syarat	Kondisi Existing	Keterangan	Kondisi Alternatif	Keterangan
Ls (m)	>33,33	10	Tidak terpenuhi	35	Terpenuhi
Δ (°)	-	79	-	53	-
Yc (m)	-	0,72	-	2,55	-
\emptyset s (°)	-	12,46	-	12,53	-
Δ c (°)	-	54,09	-	27,93	-
Lc (m)	>11,49	21,71	Tidak terpenuhi	39,00	Terpenuhi
k (m)	-	4,99	-	17,47	-
p (m)	-	0,18	-	0,65	-
Es (m)	-	7,04	-	10,11	-
Tikungan 5 Tipe S-C-S					
Rc (m)	48,45	23	Tidak terpenuhi	80	Terpenuhi
Ls (m)	>33,33	10	Tidak terpenuhi	35	Terpenuhi
Δ (°)	-	91	-	92	-
Yc (m)	-	0,72	-	2,55	-
\emptyset s (°)	-	12,46	-	12,53	-
Δ c (°)	-	66,09	-	66,93	-
Lc (m)	>44,47	26,53	Tidak terpenuhi	93,45	Terpenuhi
k (m)	-	4,99	-	17,47	-
p (m)	-	0,18	-	0,65	-
Es (m)	-	10,08	-	36,09	-