

BAB V ANALISIS DAN PEMBAHASAN

5.1 HASIL PENGAMBILAN DATA

5.1.1 Data Lebar Jalan, Lebar Median dan Lebar Bahu

Setelah pengukuran langsung di lapangan maka didapatkan data lapangan lebar jalan, lebar median dan lebar bahu dari jalan *Ring Road* selatan, dimana jalan *Ring Road* merupakan jalan yang memiliki pembatas antara mobil dan motor yang memiliki lintasannya masing masing. Sehingga jalan tersebut terdiri dari 6 lajur, 2 arah, 2 bahu jalan dan 3 median. Adapun data untuk lebar jalan dapat dilihat pada Tabel 5.1 sebagai berikut ini.

Tabel 5.1 Hasil Rekapitulasi Data Lebar Jalan di Lapangan

No	Satasiun	Kiri		Kanan	
		Motor	Mobil	Mobil	Motor
1	36+700	3,42	6,65	6,53	3,81
2	36+750	3,40	6,33	6,42	4,12
3	36+770	4,35	6,46	6,48	4,05
4	36+790	4,08	6,43	6,39	4,45
5	36+810	3,34	6,67	6,58	3,88
6	36+830	3,25	6,78	6,48	4,18
7	36+850	4,00	6,65	6,62	4,25
8	36+870	3,55	6,20	6,60	4,38
9	36+890	3,67	6,40	6,58	4,48
10	36+910	3,76	6,52	6,60	3,92
11	36+930	3,46	6,42	6,58	4,05
12	36+950	3,78	6,65	6,50	4,10
13	36+970	3,48	6,70	6,58	3,88
14	36+990	3,65	6,54	6,38	3,56
15	37+10	3,87	6,25	6,50	3,45
16	37+30	3,88	6,70	6,80	3,50
17	37+50	3,81	6,48	6,55	3,45
18	37+70	4,05	6,32	6,74	3,50
19	37+90	3,82	6,84	6,80	3,67
20	37+110	3,98	6,54	6,58	4,12
21	37+130	3,78	6,98	6,68	4,26
22	37+150	3,68	6,54	6,58	3,80

Lanjutan Tabel 5.1 Hasil Rekapitulasi Data Lebar Jalan di Lapangan

No	Stasiun	Kiri		Kanan	
		Motor	Mobil	Mobil	Motor
23	37+170	3,50	6,72	6,70	3,54
24	37+190	3,55	6,45	6,50	3,46
25	37+210	3,70	6,65	6,65	3,48
26	37+230	3,84	6,66	6,56	3,68
27	37+250	3,62	6,40	6,60	3,15
28	37+270	11,00		11,00	
29	37+290	11,15		11,20	
30	37+310	11,12		11,18	
31	37+330	11,00		11,00	
32	37+350	11,25		11,05	
33	37+363,17	11,15		11,18	

Sumber: Pengukuran di Lapangan (2016)

Pengamatan langsung dilapangan dari stasiun 36 + 700 sampai Stasiun 37 + 363,17 dengan lebar di lapangan 3-4 meter dan minimum 3,5 meter (Tabel 3.7) disimpulkan sudah banyak bagian stasiun yang sudah terpenuhi sesuai dengan kelayakan lebar lajur ideal jalan arteri kelas I tetapi masih ada lebar lajur yang masih belum terpenuhi untuk lebar lajur ideal jalan tersebut.

Sedangkan untuk data lebar median dan lebar bahu jalan dapat di lihat pada Tabel 5.2 sebagai berikut.

Tabel 5.2 Hasil Rekapitulasi Data Lebar Medaian dan Lebar Bahu Jalan di Lapangan

No	Stasiun	Bahu Kiri	Median Kiri	Median Tengah	Median Kanan	Bahu Kanan
1	36+700	0,80	0,50	2,00	0,50	1,20
2	36+750	1,58	0,50	2,00	0,50	1,10
3	36+770	0,18	0,50	2,00	0,52	1,71
4	36+790	1,32	0,50	2,00	0,48	0,70
5	36+810	0,98	0,50	2,00	0,50	1,10
6	36+830	1,40	0,50	2,00	0,50	1,02
7	36+850	1,52	0,45	2,05	0,55	1,56
8	36+870	1,00	0,48	2,20	0,50	2,31
9	36+890	0,90	0,55	2,00	0,50	2,72
10	36+910	1,20	0,50	1,95	0,50	2,95
11	36+930	1,20	0,50	2,00	0,48	2,98

Lanjutan Tabel 5.2 Hasil Rekapitulasi Data Lebar Medaian dan Lebar Bahu Jalan di Lapangan

No	Satasiun	Bahu Kiri	Median Kiri	Median Tengah	Median Kanan	Bahu Kanan
12	36+950	2,82	0,50	2,00	0,50	2,66
13	36+970	2,28	0,54	1,90	0,50	2,18
14	36+990	1,78	0,52	2,00	0,55	0,90
15	37+10	1,84	0,50	2,00	0,45	1,78
16	37+30	1,48	0,48	2,00	0,45	2,23
17	37+50	0,88	0,50	1,95	0,50	2,55
18	37+70	1,46	0,50	2,10	0,50	2,30
19	37+90	2,32	0,50	2,00	0,50	1,98
20	37+110	2,12	0,50	2,00	0,52	1,44
21	37+130	2,22	0,50	2,20	0,50	4,45
22	37+150	1,32	0,52	2,10	0,48	4,56
23	37+170	1,42	0,55	2,00	0,50	0,57
24	37+190	1,68	0,50	2,00	0,50	1,30
25	37+210	2,32	0,48	1,90	0,50	1,67
26	37+230	2,23	0,50	2,00	0,50	1,41
27	37+250	1,00	0,50	2,00	0,50	1,60
28	37+270	1,00	-	2,00	-	1,18
29	37+290	0,90	-	2,00	-	0,52
30	37+310	-	-	2,00	-	-
31	37+330	-	-	2,00	-	-
32	37+350	-	-	2,00	-	-
33	37+363,17	-	-	2,00	-	-

Sumber: Pengukuran di Lapangan (2016)

Lebar bahu di lapangan dari stasiun 36 + 700 sampai stasiun 37 + 363,17 dilihat di Tabel 5.2, untuk jalan arteri kelas I dengan lebar lapangan 0-3 meter sedangkan standarnya adalah 1,25 meter (Tabel 3.6) banyak bahu jalan yang belum memenuhi standar lebar minimum dan lebar ideal yang ada. Hal ini disebabkan bahu jalan digunakan sebagai bagian dari bangunan di daerah tersebut. dan lebar median dilapangan dari stasiun 36 + 700 sampai stasiun 37 + 363,17 dilihat di Tabel 5.2, karena dari lebar yang didapat yaitu 1-2,2 meter, berdasarkan Tabel 3.5 lebar median sudah ideal untuk jalan kelas I yaitu berkisar 1-2,5 meter.

5.1.2 Data Kecepatan Lapangan

Kecepatan dilapangan yang diambil adalah dua arah yaitu arah normal (Utara ke Barat) dan *opposite* (Barat ke Utara), dimana dari masing-masing arah diambil 30 sampel mobil yang melintas sepanjang 500 m. Data kecepatan di lapangan tersebut dapat dilihat pada Tabel 5.3 sebagai berikut ini.

Tabel 5.3 Hasil Rekapitulasi Waktu Tempuh di Lapangan

Sampel	Arah	
	Normal	<i>Opposite</i>
1	00:00'22"50	00:00'24"90
2	00:00'25"08	00:00'23"86
3	00:00'23"12	00:00'24"99
4	00:00'21"53	00:00'25"01
5	00:00'20"04	00:00'23"82
6	00:00'25"10	00:00'20"55
7	00:00'24"56	00:00'22"04
8	00:00'23"15	00:00'24"07
9	00:00'24"78	00:00'21"58
10	00:00'21"95	00:00'24"92
11	00:00'23"46	00:00'26"08
12	00:00'20"47	00:00'21"29
13	00:00'25"68	00:00'21"10
14	00:00'25"91	00:00'26"17
15	00:00'26"02	00:00'22"18
16	00:00'21"59	00:00'20"81
17	00:00'26"83	00:00'26"72
18	00:00'25"95	00:00'25"76
19	00:00'20"83	00:00'21"35
20	00:00'22"68	00:00'23"47
21	00:00'20"01	00:00'22"86
22	00:00'20"58	00:00'20"87
23	00:00'20"41	00:00'23"50
24	00:00'25"09	00:00'24"24
25	00:00'24"67	00:00'22"52
26	00:00'19"75	00:00'26"48
27	00:00'20"43	00:00'20"20
28	00:00'24"99	00:00'21"85
29	00:00'23"12	00:00'20"12
30	00:00'23"09	00:00'20"83
Total Waktu	00:11'33"37	00:11'34"14

Sumber: Pengukuran di Lapangan (2016)

Keterangan : 00:11'34"14 dimaksudkan untuk 00 adalah menunjukkan jam, 11 menunjukkan menit, 34 menunjukkan detik, dan 14 menunjukkan seperenampuluh detik.

5.1.3 Data Survei Lalu Lintas Harian

Setelah didapat data survei lalu lintas harian seperti pada Lampiran 1 berikut ini adalah Tabel perhitungan Satuan Mobil Penumpang dari data survei yang dilakukan selama 3 hari dan dua arah yaitu arah normal dan *opposite*:

Tabel 5.4 Hasil Rekapitulasi Jumlah Satuan Mobil Penumpang Hari Sabtu

Golongan	Tipe Kendaraan	Klasifikasi Kendaraan	Arah		LHR (Kend/Hari)	EMP	Satuan Mobil Penumpang/Hari
			Normal	<i>Opposite</i>			
1	Motor	MC (<i>Motor Cycle</i>)	18937	17644	36581	1	36581
2	Sedan dan Jeep	LV (<i>Light Vehicle</i>)	5442	4742	10184	1	10184
3	Opelet, Pick up, Combi, dan Minibus	LV (<i>Light Vehicle</i>)	262	99	361	2	722
4	Pick-up, micro truck, Mobil Hantaran, Pick up Box	LV (<i>Light Vehicle</i>)	1528	1589	3117	2	6234
5a	Bus Kecil	HV (<i>Heavy Vehicle</i>)	391	306	697	2	1394
5b	Bus Besar	HV (<i>Heavy Vehicle</i>)	568	545	1113	3	3339
6a	Truck 2sumbu 4roda	HV (<i>Heavy Vehicle</i>)	256	262	518	3	1554
6b	Truck 2Sumbu6Roda	HV (<i>Heavy Vehicle</i>)	1761	1154	2915	3	8745
7a	Truck 3Sumbu	HV (<i>Heavy Vehicle</i>)	262	210	472	5	2360
7b	Truck Gandengan	HV (<i>Heavy Vehicle</i>)	65	31	96	5	480
7c	Truck Semi Trailer	HV (<i>Heavy Vehicle</i>)	47	53	100	5	500
8	Sepeda, Becak, Kereta Kuda	UM (Unmotorized)	204	82	286	0	0
$SMP \sum = 72093 \text{ SMP/Hari}$							

Sumber: Pengukuran di Lapangan (2016)

Tabel 5.5 Hasil Rekapitulasi Jumlah Satuan Mobil Penumpang Hari Minggu

Golongan	Tipe Kendaraan	Klasifikasi Kendaraan	Arah		LHR (Kend/Hari)	EMP	Satuan Mobil Penumpang/Hari
			Normal	<i>Opposite</i>			
1	Motor	MC (<i>Motor Cycle</i>)	17522	16640	34162	1	34162
2	Sedan dan Jeep	LV (<i>Light Vehicle</i>)	4783	4041	8824	1	8824
3	Opelet, Pick up, Combi, dan Minibus	LV (<i>Light Vehicle</i>)	280	76	356	2	712
4	Pick-up, micro truck, Mobil Hantaran, Pick up Box	LV (<i>Light Vehicle</i>)	1286	1201	2487	2	4974
5a	Bus Kecil	HV (<i>Heavy Vehicle</i>)	205	177	382	2	764
5b	Bus Besar	HV (<i>Heavy Vehicle</i>)	387	462	849	3	2547
6a	Truck 2sumbu 4roda	HV (<i>Heavy Vehicle</i>)	302	252	554	3	1662
6b	Truck 2Sumbu6Roda	HV (<i>Heavy Vehicle</i>)	1385	1043	2428	3	7284
7a	Truck 3Sumbu	HV (<i>Heavy Vehicle</i>)	200	262	462	5	2310
7b	Truck Gandengan	HV (<i>Heavy Vehicle</i>)	55	49	104	5	520
7c	Truck Semi Trailer	HV (<i>Heavy Vehicle</i>)	46	77	123	5	615
8	Sepeda, Becak, Kereta Kuda	UM (Unmotorized)	197	121	318	0	0
SMP Σ = 64374SMP/Hari							

Sumber: Pengukuran di Lapangan (2016)

Tabel 5.6 Hasil Rekapitulasi Jumlah Satuan Mobil Penumpang Hari Rabu

Golongan	Tipe Kendaraan	Klasifikasi Kendaraan	Arah		LHR (Kend/Hari)	EMP	Satuan Mobil Penumpang/Hari
			Normal	<i>Opposite</i>			
1	Motor	MC (<i>Motor Cycle</i>)	15732	16741	32473	1	32473
2	Sedan dan Jeep	LV (<i>Light Vehicle</i>)	5060	4444	9504	1	9504
3	Opelet, Pick up, Combi, dan Minibus	LV (<i>Light Vehicle</i>)	172	205	377	2	754

Lanjutan Tabel 5.6 Hasil Rekapitulasi Jumlah Satuan Mobil Penumpang Hari Rabu

Golongan	Tipe Kendaraan	Klasifikasi Kendaraan	Arah		LHR (Kend/Hari)	EMP	Satuan Mobil Penumpang/Hari
			Normal	Opposite			
4	Pick-up, micro truck, Mobil Hantaran, Pick up Box	LV (<i>Light Vehicle</i>)	1115	1438	2553	2	5106
5a	Bus Kecil	HV (<i>Heavy Vehicle</i>)	362	193	555	2	1110
5b	Bus Besar	HV (<i>Heavy Vehicle</i>)	579	441	1020	3	3060
6a	Truck 2sumbu 4roda	HV (<i>Heavy Vehicle</i>)	256	237	493	3	1479
6b	Truck 2Sumbu6Roda	HV (<i>Heavy Vehicle</i>)	1477	1344	2821	3	8463
7a	Truck 3Sumbu	HV (<i>Heavy Vehicle</i>)	265	255	520	5	2600
7b	Truck Gandengan	HV (<i>Heavy Vehicle</i>)	54	52	106	5	530
7c	Truck Semi Trailer	HV (<i>Heavy Vehicle</i>)	41	73	114	5	570
8	Sepeda, Becak, Kereta Kuda	UM (Unmotorized)	144	168	312	0	0
SMP Σ = 65649 SMP/Hari							

Sumber: Pengukuran di Lapangan (2016)

5.2 ANALISIS DATA

5.2.1 Analisis Volume Lalu Lintas Harian Rata-rata

Jumlah Satuan Mobil Penumpang yang diamati selama 3 hari dapat dilihat pada Tabel 5.4, Tabel 5.5 dan Tabel 5.6. Kemudian didapatkan total jumlah Satuan Mobil Penumpang di jalan *Ring Road* Selatan tersebut sebagai berikut: $72093 + 64374 + 65649 = 202116$ SMP. Volume Lalu Lintas Harian Rata-Rata dapat dihitung pada persamaan 3.17.

$$VLHR = \frac{\text{jumlah lalu-lintas selama pengamatan}}{\text{lamanya pengamatan}}$$

$$\begin{aligned} \text{VLHR} &= \frac{202116}{3} \\ &= 67372 \text{ SMP/Hari} \end{aligned}$$

Dari hasil perhitungan dengan menggunakan Persamaan 3.17 didapat VLHR adalah 67372 SMP/hari. Berdasarkan Tabel 3.1 jalan *Ring Road* Selatan yang diamati merupakan jenis medan jalan datar dan VLHR yang didapat lebih dari 50.000 SMP/hari maka jalan tersebut merupakan jenis jalan Arteri Kelas I.

5.2.2 Analisis Kecepatan Lapangan

Kecepatan rata-rata di lapangan dapat dihitung dengan menggunakan Persamaan 3.1 dengan berdasarkan waktu tempuh mobil di lapangan pada Tabel 5.3 sebagai berikut ini.

1. Arah Normal (Utara ke Barat)

$$SMS = \frac{x}{\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n t_i}$$

Keterangan:

SMS = *Space Mean Speed*/kecepatan rata-rata (km/jam)

x = 0.5 km

n = 30 Mobil

t = $\frac{\text{waktu tempuh rata-rata}}{\text{sampel kendaraan}}$

$$= \frac{00:11'33''37 \text{ (Tabel 5.3)}}{30}$$

$$= 23,1123 \text{ detik}$$

$$= 0,00642 \text{ jam}$$

$$SMS = \frac{0,5}{\frac{1}{30} \sum_{i=1}^{30} 0,00642}$$

$$= \frac{0,5}{\frac{1}{30} \times (0,00642 \times 30)}$$

$$= 77,8816 \text{ km/jam} \approx 78 \text{ km/jam}$$

2. Arah *Opposite* (Barat ke Utara)

$$\begin{aligned}
 t1 &= \frac{\text{waktu tempuh rata-rata}}{\text{sampel kendaraan}} \\
 &= \frac{00:11'34''14 \text{ (Tabel 5.3)}}{30} \\
 &= 23,138 \text{ detik} \\
 &= 0,00643 \text{ jam} \\
 SMS &= \frac{0,5}{\frac{1}{30} \sum_{i=1}^{30} 0,00643} \\
 &= \frac{0,5}{\frac{1}{30} \times (0,00643 \times 30)} \\
 &= 77,7604 \text{ km/jam} \approx 78 \text{ km/jam}
 \end{aligned}$$

Sehingga kecepatan kendaraan di lapangan jalur arah normal dan *opposite* adalah 78 km/jam. Berdasarkan klasifikasi jalan yaitu arteri kelas 1, kecepatan untuk daerah datar adalah 80 km/jam. Hasil survei lapangan jalan *Ring Road* Selatan yang dianalisis didapatkan kecepatan sebesar 78 km/jam. Karena perbedaan kecepatan tersebut hanya sebesar 2 km/jam kemungkinan kecepatan di lapangan masih bisa memenuhi kecepatan rencana jalan arteri kelas 1, hal ini bisa dipengaruhi keadaan lapangan dan kondisi dari pengemudi itu sendiri.

5.2.3 Analisis Jarak Pandang Henti

Kecepatan kendaraan di lapangan yang didapatkan dari hasil perhitungan adalah 78 km/jam, maka bisa diperoleh nilai jarak pandang henti dengan menggunakan Persamaan 3.2.

$$\begin{aligned}
 JPH &= Jht + Jhr \\
 &= \left(\frac{v}{3,6} \right) \times t + \left(\frac{(v/3,6)^2}{2 \times g \times f} \right) \\
 &= \left(\frac{78}{3,6} \right) \times 2,5 + \left(\frac{(78/3,6)^2}{2 \times 9,81 \times 0,35} \right) \\
 &= 122,53 \text{ meter}
 \end{aligned}$$

$$JPH > JPH \text{ minimum} = 120 \text{ m (Tabel 3.3)}$$

Kecepatan di lapangan adalah 78 km/jam, sehingga jarak pandang henti perhitungan adalah sebesar 122,53 meter, sedangkan jarak pandang tersedia di lapangan adalah 125 meter (Lampiran 5), dapat disimpulkan jarak pandang terhadap penghalang lapangan telah terpenuhi.

5.2.4 Analisis Jarak Pandang Mendahului

Kecepatan kendaraan di lapangan yang didapatkan dari hasil perhitungan adalah 78 km/jam, maka bisa diperoleh nilai jarak pandang mendahului dengan menggunakan Persamaan 3.4

$$\begin{aligned}
 \text{JPM Total} &= d1 + d2 + d3 + d4 \\
 d1 &= 0,278 \times t1 \times \left(V - m + \frac{a \cdot t1}{2} \right) \\
 &= 0,278 \times 2,5 \times \left(78 - 15 + \frac{2,34 \times 2,5}{2} \right) \\
 &= 45,8178 \text{ meter} \\
 d2 &= 0,278 \times V \times t2 \\
 &= 0,278 \times 78 \times 10,4 \\
 &= 225,5136 \text{ meter} \\
 d3 &= 50 \text{ meter} \\
 d4 &= \frac{2}{3} \times d2 \\
 &= \frac{2}{3} \times 225,5136 \\
 &= 150,3424 \text{ meter} \\
 \text{JPM Total} &= 45,8178 + 225,5136 + 50 + 150,3424 \\
 &= 471,68 \text{ meter}
 \end{aligned}$$

JPM > JPM minimum = 350 meter (Tabel 3.4)

Kecepatan di lapangan adalah 78 km/jam, sehingga jarak pandang mendahului adalah sebesar 471,68 meter, sedangkan jarak pandang tersedia di lapangan adalah 85 meter. Jadi dapat ditarik kesimpulan bahwa jarak pandang mendahului perhitungan kurang memenuhi dan melayani keadaan di lapangan karena jarak pandang mendahului perhitungan lebih besar dari jarak pandang tersedia di lapangan. Tetapi jarak pandang mendahului pada jalan *Ring Road*

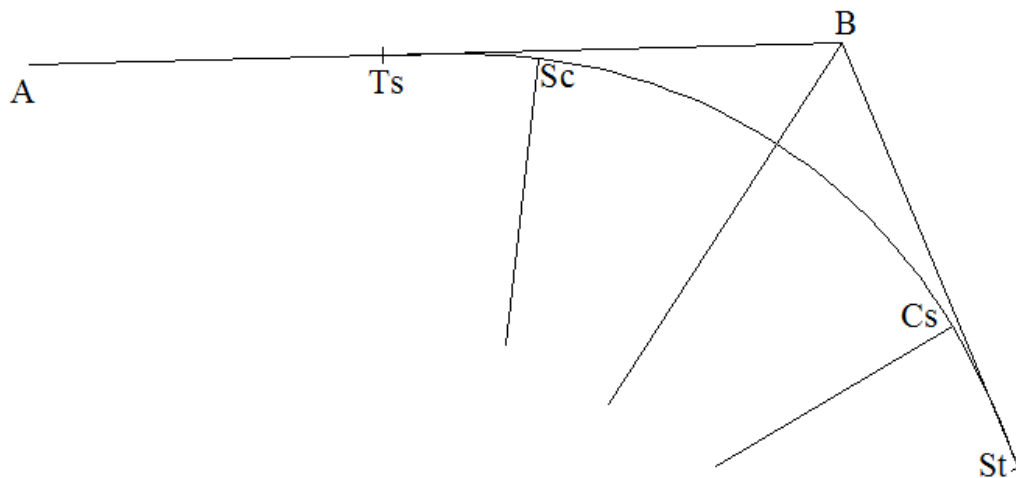
Selatan tidak terlalu dibutuhkan, karena jalan tersebut sudah dibatasi oleh median, sedangkan jarak pandang mendahului dibutuhkan untuk jalan yang tidak terbagi.

5.2.5 Analisis Alinyemen Horizontal

1. Analisis Tikungan Horizontal

Setelah data dari pengukuran di lapangan menggunakan theodolit didapat hasil detail panjang seperti pada Lampiran 2, kemudian digambar melalui program *autoland desktop* 2005 untuk mendapatkan hasil bentuk tikungan tersebut seperti pada Lampiran 3 dan detail lengkung horizontalnya seperti pada Lampiran 4. Lalu pada *autoland desktop* didapatkan trial lengkung horizontal dan hasil analisis perhitungan tikungan alinyemen horizontal tersebut yang terdapat pada Tabel 5.7 dan Tabel 5.8 sebagai berikut ini.

Tikungan 1



Gambar 5.1 Lengkung Horizontal Tikungan 1

(Sumber: hasil analisis, 2016)

Diketahui Lapangan:

$$V = 78 \text{ km/jam}$$

$$E = 4,5 \%$$

$$\Delta = 68,879^\circ$$

$$R_c = 143 \text{ m}$$

$$L_s = 40 \text{ m}$$

Perhitungan:

$$\begin{aligned}\Theta_s &= \frac{90 \cdot Ls}{\pi \cdot Rc} \\ &= \frac{90 \cdot 40}{\pi \cdot 143} \\ &= 8,0118^\circ\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\Delta_c &= \Delta - 2 \cdot \Theta_s \\ &= 68,879 - 2 \times 8,0118 \\ &= 52,896^\circ\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}L_c &= \frac{\Delta_c}{360} \cdot 2\pi \cdot Rc \\ &= \frac{52,896}{360} \cdot 2\pi \cdot 143 \\ &= 131,919 \text{ m}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}L_{tot} &= L_c + 2 \cdot L_s \\ &= 131,919 + 2 \times 40 \\ &= 211,919 \text{ m}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}X_c &= L_s \cdot \left(1 - \frac{L_s^2}{40 Rc^2}\right) \\ &= 40 \cdot \left(1 - \frac{40^2}{40 \cdot 143^2}\right) \\ &= 39,922 \text{ m}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}Y_c &= \frac{L_s}{6 Rc} \\ &= \frac{40}{6 \cdot 143} \\ &= 1,862 \text{ m}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}P &= Y_c - Rc \cdot (1 - \cos \Theta_s) \\ &= 1,862 - 143 \times (1 - \cos (8,0118)) \\ &= 0,466 \text{ m}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}K &= X_c - Rc \sin \Theta_s \\ &= 39,922 - 143 \sin (8,0118) \\ &= 19,987 \text{ m}\end{aligned}$$

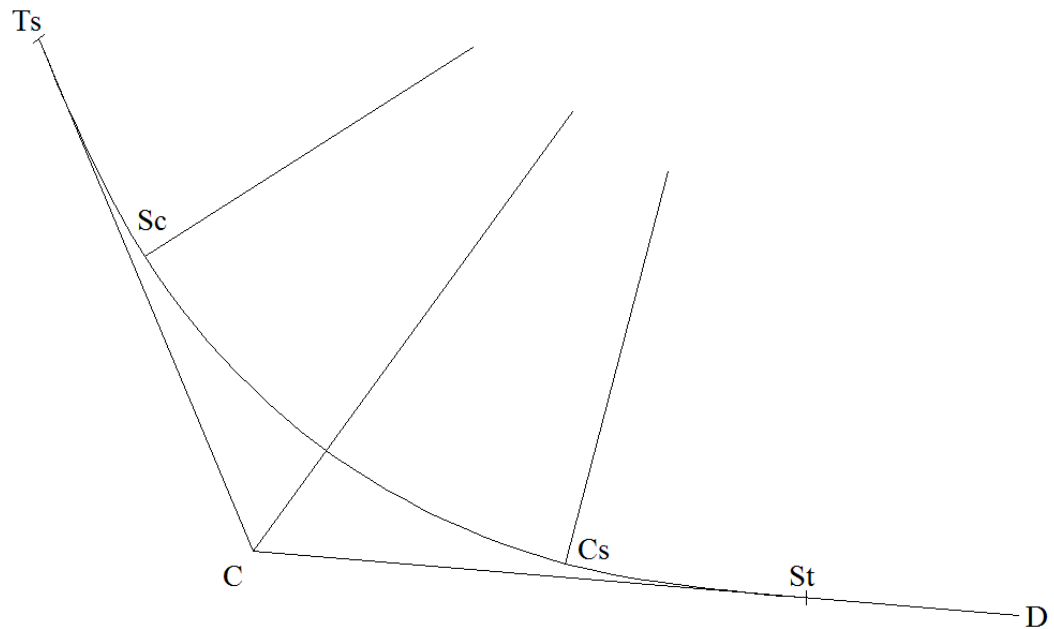
$$\begin{aligned}
 Ts &= (Rc + p) \tan \frac{\Delta}{2} + k \\
 &= (143 + 0,466) \tan \frac{68,879}{2} + 19,987 \\
 &= 118,372 \text{ m} \\
 Es &= \frac{Rc+p}{\cos \frac{\Delta}{2}} - Rc \\
 &= \frac{143+0,466}{\cos \frac{68,879}{2}} - 143 \\
 &= 30,96 \text{ m}
 \end{aligned}$$

Tabel 5.7 Rekapitulasi Perhitungan Alinyemen Horizontal (Tikungan 1)

Tipe Horizontal (SCS)			Satuan
Rc	=	143	M
Δ	=	68,879	°
Ls	=	40	M
Θ_s	=	8,0118	°
Δ_c	=	52,896	°
Lc	=	131,919	M
Xc	=	39,922	M
Yc	=	1,862	M
P	=	0,466	M
K	=	19,987	M
Ts	=	118,372	M
Es	=	30,96	M

Sumber: hasil analisis(2016)

Tikungan 2



Gambar 5.2 Lengkung Horizontal Tikungan 2

(Sumber: hasil analisis, 2016)

Diketahui Lapangan:

$$V = 78 \text{ km/jam}$$

$$E = 3,4 \%$$

$$\Delta = 62,467^\circ$$

$$R_c = 205 \text{ m}$$

$$L_s = 70 \text{ m}$$

Perhitungan :

$$\begin{aligned} \Theta_s &= \frac{90 \cdot L_s}{\pi \cdot R_c} \\ &= \frac{90 \cdot 70}{\pi \cdot 205} \\ &= 9,779^\circ \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \Delta_c &= \Delta - 2 \cdot \Theta_s \\ &= 62,467 - 2 \times 9,779 \\ &= 42,9^\circ \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
L_c &= \frac{4c}{360} \cdot 2\pi \cdot Rc \\
&= \frac{42,9}{360} \cdot 2\pi \cdot 205 \\
&= 153,509 \text{ m} \\
L_{tot} &= L_c + 2 \cdot L_s \\
&= 153,509 + 2 \times 70 \\
&= 239,509 \text{ m} \\
X_c &= L_s \cdot \left(1 - \frac{L_s^2}{40 Rc^2}\right) \\
&= 70 \cdot \left(1 - \frac{70^2}{70 \cdot 205^2}\right) \\
&= 69,796 \text{ m} \\
Y_c &= \frac{L_s}{6 Rc} \\
&= \frac{70}{6 \cdot 205} \\
&= 3,975 \text{ m} \\
P &= Y_c - Rc \cdot (1 - \cos \Theta_s) \\
&= 3,975 - 205 \times (1 - \cos (9,779)) \\
&= 0,995 \text{ m} \\
K &= X_c - Rc \sin \Theta_s \\
&= 69,796 - 205 \sin (9,779) \\
&= 34,966 \text{ m} \\
T_s &= (Rc + p) \tan \frac{\Delta}{2} + k \\
&= (205 + 0,995) \tan \frac{62,467}{2} + 34,966 \\
&= 159,89 \text{ m} \\
E_s &= \frac{Rc+p}{\cos^{\Delta/2}} - Rc \\
&= \frac{205+0,995}{\cos^{62,467/2}} - 205 \\
&= 35,915 \text{ m}
\end{aligned}$$

Tabel 5.8 Rekapitulasi Perhitungan Alinyemen Horizontal (Tikungan 2)

Tipe Horizontal (SCS)			Satuan
Rc	=	205	M
Δ	=	62,467	°
Ls	=	70	M
Θ_s	=	9,779	°
Δ_c	=	42,9	°
Lc	=	153,509	M
Xc	=	69,796	M
Yc	=	3,975	M
P	=	0,995	M
K	=	34,966	M
Ts	=	159,89	M
Es	=	35,915	M

Sumber: hasil analisis(2016)

Dari analisis perhitungan tikungan horizontal dengan menggunakan *Autoland desktop* didapat jarak antar tikungan yaitu 5,023 meter.

2. Analisis Perhitungan Stasiun Titik Penting

Tikungan 1

$$Ts = 118,372 \text{ m}$$

$$Ls = 40 \text{ m}$$

$$Lc = 131,919 \text{ m}$$

$$\text{Lengan 1} = 209,7 \text{ m}$$

$$\text{Lengan 2} = 283,285 \text{ m}$$

$$\text{Sta Awal} = 36 + 700$$

$$\begin{aligned} \text{Sta Ts} &= \text{Sta Awal} + (\text{Lengan 1} - Ts) \\ &= 36 + (700 + (209,7 - 118,372)) \\ &= 36 + 791,328 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Sta Sc} &= \text{Sta Ts} + \text{Ls} \\
 &= 36 + (791,328 + 40) \\
 &= 36 + 831,328 \\
 \text{Sta Cs} &= \text{Sta Sc} + \text{Lc} \\
 &= 36 + (831,328 + 131,919) \\
 &= 36 + 963,247 \\
 \text{Sta St} &= \text{Sta Cs} + \text{Ls} \\
 &= 36 + (963,247 + 40) \\
 &= 36 + 1003,247 \approx 37 + 3,247
 \end{aligned}$$

Tikungan 2

$$\begin{aligned}
 \text{Ts} &= 159,89 \text{ m} \\
 \text{Ls} &= 70 \text{ m} \\
 \text{Lc} &= 153,509 \text{ m} \\
 \text{Lengan 1} &= 221,28 \text{ m} \\
 \text{Jarak antar tikungan} &= 5,023 \text{ m} \\
 \text{Lengan 3} &= 221,28 \text{ m} \\
 \text{Sta Ts} &= \text{Sta St (Tikungan 1)} + \text{Jarak antar tikungan} \\
 &= 37 + (3,247 + 5,023) \\
 &= 37 + 8,270 \\
 \text{Sta Sc} &= \text{Sta Ts} + \text{Ls} \\
 &= 37 + (8,270 + 70) \\
 &= 37 + 78,270 \\
 \text{Sta Cs} &= \text{Sta Sc} + \text{Lc} \\
 &= 37 + (78,270 + 153,509) \\
 &= 37 + 231,779 \\
 \text{Sta St} &= \text{Sta Cs} + \text{Ls} \\
 &= 37 + (231,779 + 40) \\
 &= 37 + 301,79
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Sta Akhir} &= \text{Sta St} + (\text{Lengan 3} - \text{T}_s) \\
 &= 37 + (301,779 + (221,28 - 159,89)) \\
 &= 37 + 363,169
 \end{aligned}$$

3. Analisis Perhitungan Koordinat Titik Penting

Tikungan 1

$$\begin{aligned}
 \beta 1 &= 88,426^\circ \\
 \beta 2 &= 157,309^\circ \\
 \text{XA} &= 0 \text{ m} \\
 \text{YA} &= 0 \text{ m} \\
 \text{XB} &= \text{XA} + \text{Lengan 1} \times \sin \beta 1 \\
 &= 0 + (209,7 \times \sin 88,426) \\
 &= 209,6209 \text{ m} \\
 \text{YB} &= \text{YA} + \text{Lengan 1} \times \cos \beta 1 \\
 &= 0 + (209,7 \times \cos 88,426) \\
 &= 5,7600 \text{ m} \\
 \text{XT}_s &= \text{XA} + (\text{Lengan 1} - \text{T}_s) \times \sin \beta 1 \\
 &= 0 + (209,7 - 118,372) \times \sin 88,426 \\
 &= 91,235 \text{ m} \\
 \text{YT}_s &= \text{YA} + (\text{Lengan 1} - \text{T}_s) \times \cos \beta 1 \\
 &= 0 + (209,7 - 118,372) \times \cos 88,426 \\
 &= 2,5086 \text{ m} \\
 \text{XSt} &= \text{XB} + \text{T}_s \times \sin \beta 2 \\
 &= 209,6209 + 118,372 \times \sin 157,309 \\
 &= 255,2842 \text{ m} \\
 \text{YSt} &= \text{YB} + \text{T}_s \times \cos \beta 2 \\
 &= 5,7600 + 118,372 \times \cos 157,309 \\
 &= -103,45 \text{ m}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
\beta_{BO} &= \beta_2 + \left(180 - \frac{\beta_2 - \beta_1}{2}\right) \\
&= 157,309 + \left(180 - \frac{157,309 - 88,426}{2}\right) \\
&= 302,8675^\circ - 90^\circ = 212,8675^\circ \\
X_o &= X_B + (E_s + R_c) \times \sin \beta_{BO} \\
&= 209,6209 + (30,96 + 143) \times \sin 212,8675 \\
&= 115,2131 \text{ m} \\
Y_o &= Y_B + (E_s + R_c) \times \cos \beta_{BO} \\
&= 5,7600 + (30,96 + 143) \times \cos 212,8675 \\
&= -140,354 \text{ m} \\
\Delta Sc &= \frac{\Delta c}{2} + (180 - \beta_{BO}) \\
&= \frac{52,896}{2} + (180 - 212,8675) \\
&= -6,4195^\circ \\
X_{Sc} &= X_o - R_c \times \sin \Delta Sc \\
&= 115,2131 - 143 \times \sin -6,4195 \\
&= 131,2015 \text{ m} \\
Y_{Sc} &= Y_o + R_c \times \cos \Delta Sc \\
&= -140,354 + 143 \times \cos -6,4195 \\
&= 131,2015 \text{ m} \\
\Delta Cs &= \frac{\Delta c}{2} - (180 - \beta_{BO}) \\
&= \frac{52,896}{2} - (180 - 212,8675) \\
&= 59,3155^\circ \\
X_{Cs} &= X_o + R_c \times \sin \Delta Cs \\
&= 115,2131 + 143 \times \sin 59,3155 \\
&= 238,1917 \text{ m} \\
Y_{Cs} &= Y_o + R_c \times \cos \Delta Cs \\
&= -140,354 + 143 \times \cos 59,3155 \\
&= -67,3794 \text{ m}
\end{aligned}$$

Tikungan 2

$$\beta 2 = 157,309^\circ$$

$$\beta 3 = 94,838^\circ$$

$$\text{Jarak antar tikungan} = 5,023 \text{ m}$$

$$\begin{aligned} \text{XTs} &= (\text{XStTikungan 1}) + (\text{Jarak antar tikungan}) \times \text{Sin } \beta 2 \\ &= 255,2842 + 5,023 \times \text{Sin } 157,309 \\ &= 257,2219 \text{ m} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{YTs} &= (\text{YStTikungan 1}) + (\text{Jarak antar tikungan}) \times \text{Cos } \beta 2 \\ &= -103,45 + 5,023 \times \text{Cos } 157,309 \\ &= -108,084 \text{ m} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{XC} &= \text{XTs} + \text{Ts} \times \text{Sin } \beta 2 \\ &= 257,2219 + 159,89 \times \text{Sin } 157,309 \\ &= 318,9012 \text{ m} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{YC} &= \text{YTs} + \text{Ts} \times \text{Cos } \beta 2 \\ &= -108,084 + 159,89 \times \text{Cos } 157,309 \\ &= -255,598 \text{ m} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{XSt} &= \text{XC} + \text{Ts} \times \text{Sin } \beta 3 \\ &= 318,9012 + 159,89 \times \text{Sin } 94,838 \\ &= 478,2216 \text{ m} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{YSt} &= \text{YC} + \text{Ts} \times \text{Cos } \beta 3 \\ &= -255,598 + 159,89 \times \text{Cos } 94,838 \\ &= -269,083 \text{ m} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \beta \text{BO} &= \beta 3 + \left(180 - \frac{\beta 3 - \beta 2}{2}\right) \\ &= 94,838 + \left(180 - \frac{94,838 - 157,309}{2}\right) \\ &= 306,0735^\circ - 270^\circ = 36,0735^\circ \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Xo} &= \text{XC} + (\text{Es} + \text{Rc}) \times \text{Sin } \beta \text{BO} \\ &= 318,9012 + (25,915 + 205) \text{ Sin } 36,0735 \\ &= 460,7574 \text{ m} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} Y_o &= YC + (E_s + R_c) \times \cos \beta BO \\ &= -255,598 + (35,915 + 205) \cos 36,0735 \\ &= -60,8758 \text{ m} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \Delta Sc &= \frac{\Delta c}{2} + (180 - \beta BO) \\ &= \frac{42,9}{2} + (180 - 36,0735) \\ &= 165,377^\circ \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} XSc &= X_o - R_c \times \sin \Delta Sc \\ &= 460,7574 + 205 \times \sin 165,377 \\ &= 512,5112 \text{ m} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} YSc &= Y_o + R_c \times \cos \Delta Sc \\ &= -60,8758 + 205 \times \cos 165,377 \\ &= -259,2354 \text{ m} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \Delta Cs &= \frac{\Delta c}{2} - (180 - \beta BO) \\ &= \frac{42,9}{2} - (180 - 36,0735) \\ &= -122,477^\circ \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} XCs &= X_o + R_c \times \sin \Delta Cs \\ &= 460,7574 + 205 \times \sin -122,477 \\ &= 287,8179 \text{ m} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} YCs &= Y_o + R_c \times \cos \Delta Cs \\ &= -60,8758 + 205 \times \cos -122,477 \\ &= -170,9528 \text{ m} \end{aligned}$$

Berdasarkan bentuk lengkung horizontal yang diukur di lapangan, dengan menggunakan program *Autoland desktop* didapat tipe tikungan 1 dan tikungan 2 adalah *spiral-circle-spiral*, jari-jari di lapangan didapatkan dengan cara mencoba jari-jari yang sesuai dengan kondisi di lapangan yaitu tikungan 1 didapat $L_s = 40$ m dan $R_c = 143$ m, dan tikungan 2 didapat $L_s = 70$ m dan $R_c = 205$ m. Oleh karena itu nilai jari-jari dan panjang lengkung peralihan pada tikungan 1 kurang memenuhi standar Tabel Bina Mrga dan tikungan 2 memiliki panjang lengkung peralihan yang tergolong kecil terhadap jari-jari lapangan pada Tabel Bina Marga.

Adapun jarak antar kedua tikungan tersebut adalah 5,023 m sedangkan syarat jarak antar tikungan gabungan balik arah tersebut adalah minimum 20 m, hal ini dapat ditarik simpulan bahwa dari segi syarat jarak antar tikungan gabungan balik arah tersebut tidak memenuhi standar karena jarak antar tikungan kurang dari syarat jarak antar tikungan pada peraturan Bina Marga, hal ini membuat pengemudi akan sulit mempertahankan kendaraannya pada lajunya secara tiba-tiba.

5.2.6 Analisis Ruang Bebas Samping

Daerah ruang bebas samping dihitung menggunakan persamaan 3.9 sebagai berikut ini.

Tikungan 1

$$\begin{aligned}
 R &= 143 \text{ m} \\
 L_c &= 131,919 \text{ m} \\
 L_s &= 40 \text{ m} \\
 JPH &= 122,53 \text{ m} \\
 L \text{ Total} &= L_s + L_c + L_s \\
 &= 40 + 131,919 + 40 \\
 &= 211,919 \text{ m}
 \end{aligned}$$

$JPH < L \text{ Total}$ Maka Menggunakan Persamaan 3.9.

$$\begin{aligned}
 E &= R \times \left(1 - \cos \frac{90^\circ \cdot JPH}{\pi \cdot R}\right) \\
 E &= 143 \times \left(1 - \cos \frac{90^\circ \cdot 122,53}{\pi \cdot 143}\right) \\
 E &= 12,93 \text{ m}
 \end{aligned}$$

Tikungan 2

$$\begin{aligned}
 R &= 205 \text{ m} \\
 L_c &= 153,509 \text{ m} \\
 L_s &= 70 \text{ m} \\
 JPH &= 122,53 \text{ m}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 L \text{ Total} &= L_s + L_c + L_s \\
 &= 70 + 153,509 + 70 \\
 &= 293,509 \text{ m}
 \end{aligned}$$

JPH < L Total Mekan Menggunakan Persamaan 3.9

$$\begin{aligned}
 E &= R \times \left(1 - \cos \frac{90^\circ \cdot JPH}{\pi \cdot R}\right) \\
 E &= 205 \times \left(1 - \cos \frac{90^\circ \cdot 122,53}{\pi \cdot 205}\right) \\
 E &= 9,09 \text{ m}
 \end{aligned}$$

Kebutuhan ruang bebas samping pada tikungan 1 E = 12,93 meter, dan tikungan 2 E = 9,09 meter, sedangkan keadaan di lapangan untuk tikungan 1 E = 13 meter, dan tikungan 2 = 9,5 meter. Adapun jarak dari as jalan daerah mobil ke median adalah 3,5 meter dan jarak dari as jalan daerah motor ke penghalang adalah 6 meter, karena kondisi jalan memiliki pembatas antara daerah jalan mobil dan daerah jalan motor maka nilai kebebasan pada tikungan 1 dan tikungan 2 sama-sama terpenuhi.

5.2.7 Analisis Superelevasi

Tikungan 1

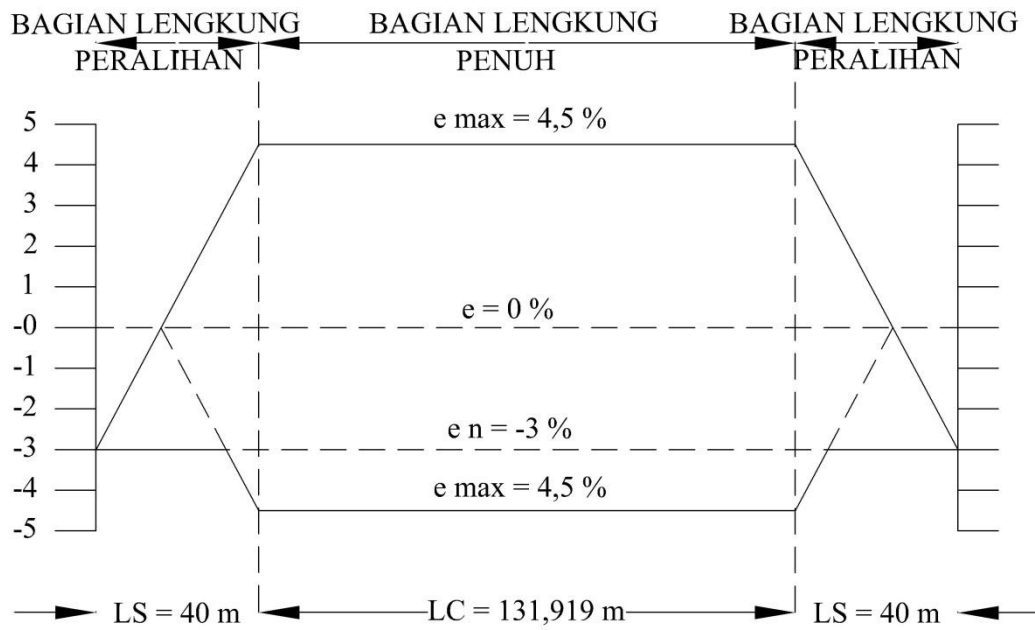
Kemiringan di lapangan didapatkan sebesar = 4,5 %, untuk kemiringan syarat dengan jari-jari = 143 m, didapatkan hitungannya adalah sebagai berikut ini.

$$\begin{aligned}
 R_{\min} &= \frac{V^2}{127(e+f)} \\
 e &= \frac{V^2}{127R} - f \\
 e &= \frac{78^2}{127 \times 143} - 0,16 \\
 e &= 0,1751 = 17,51 \% \text{ (Syarat)}
 \end{aligned}$$

Diketahui:

$$\begin{aligned}
 e_n &= -3 \% \\
 L_c &= 131,919 \text{ m} \\
 L_s &= 40 \text{ m} \\
 e &= 4,5 \%
 \end{aligned}$$

Adapun gambar *superelevasi* dapat dilihat pada Gambar 5.3 adalah sebagai berikut ini.



Gambar 5.3 *Superelevasi* Tikungan 1

(Sumber: hasil analisis, 2016)

Tikungan 2

Kemiringan di lapangan didapatkan sebesar = 3,4 %, untuk kemiringan syarat dengan jari-jari = 205 m, didapatkan hitungannya adalah sebagai berikut ini.

$$R_{min} = \frac{v^2}{127(e+f)}$$

$$e = \frac{v^2}{127R} - f$$

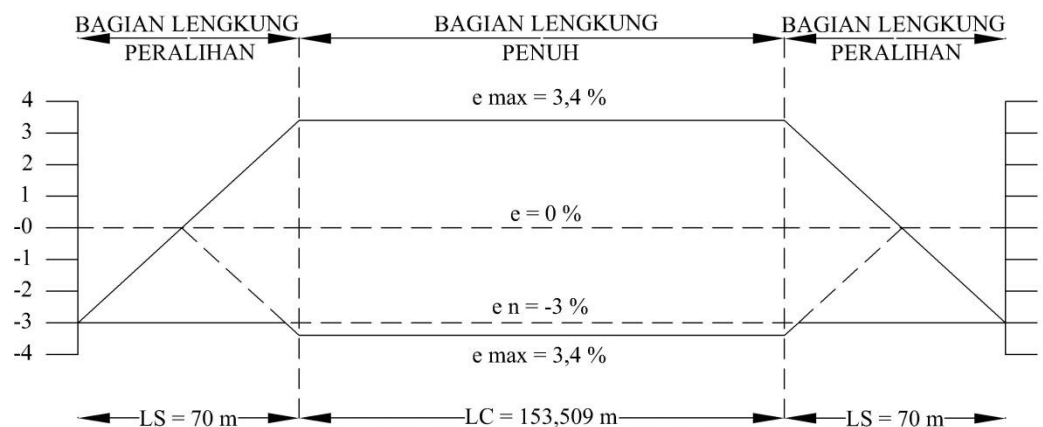
$$e = \frac{78^2}{127 \times 205} - 0,16$$

$$e = 0,0737 = 7,37 \% \text{ (Syarat)}$$

Diketahui:

e_n	= - 3 %
L_c	= 153,509 m
L_s	= 70 m
e	= 3,4 %

Adapun gambar *superelevasi* dapat dilihat pada Gambar 5.4 adalah sebagai berikut ini.



Gambar 5.4 *Superelevasi* Tikungan 2

(Sumber: hasil analisis, 2016)

Kemiringan lapangan yang ditunjukkan pada *superelevasi* menunjukkan bahwa tikungan 1 = 4,5 % dan tikungan 2 = 3,4 %, tetapi kemiringan seharusnya untuk mengimbangi gaya sentrifugal pada tikungan 1 = 17,51 % dan tikungan 2 = 7,37 %, hal ini menunjukkan kemiringan di lapangan belum memenuhi standar dan keamanan untuk mengimbangi gaya sentrifugal di lapangan.

5.2.8 Analisis Alinyemen Vertikal

Dari data elevasi jalan dapat dihitung untuk menghasilkan kelandaian jalan pada tikungan tersebut, karena jalan tersebut adalah jenis jalan datar jadi hanya didapat 2 kelandaian saja, dari kelandaian yang ada dihitung menggunakan program *Microsoft excel* dan didapatkan perhitungan alinyemen vertikal sebagai berikut ini.

Elevasi Titik A	= 54,655 m
Elevasi Titik PPV1	= 54,355 m
Elevasi Titik B	= 54,572 m
Elevasi Titik PVC	= 54,471 m
Elevasi Titik PVT	= 54,360 m
Stasiun Titik A	= 36 + 000 m
Stasiun Titik PPV1	= 36 + 739,8380 m
Stasiun Titik B	= 36 + 1417,381 m
Stasiun Titik PVC	= 36 + 724,4313 m
Stasiun Titik PVT	= 36 + 755,2447 m

$$\begin{aligned}
 g1 &= \frac{ElvPPV1 - ElvTitikA}{LPPV1 - LTitikA} \times 100 \\
 &= \frac{54,355 - 54,655}{39,8380 - 0} \times 100 \\
 &= -0,753 \% \text{ (Turun)}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 g2 &= \frac{ElvTitikB - ElvPPV1}{LTitikB - LPPV1} \times 100 \\
 &= \frac{54,572 - 54,355}{717,381 - 39,8380} \times 100 \\
 &= -0,0320 \% \text{ (Naik)}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \Delta &= g2 - g1 \\
 &= 0,0320 - (-0,753) \\
 &= 0,79 \%
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 Lv \text{ Berdasarkan JPH} &= JPH^2 \times \frac{\Delta}{360} \\
 &= 127,47^2 \times \frac{0,0079}{360} \\
 &= 0,3566 \text{ m}
 \end{aligned}$$

$$Lv \text{ Lapangan} = 30,813 \text{ m}$$

$$Lv \text{ Seharusnya} = 70 \text{ m (Tabel 3.12)}$$

$$\begin{aligned} EV1 &= \frac{\Delta x Lv}{800} \\ &= \frac{0,0079 \times 30,813}{800} \\ &= 0,03024 \text{ m} \end{aligned}$$

Elevasi dan Stasiun Terendah (M)

$$\begin{aligned} Xm &= \frac{g1 \times Lv}{\Delta} \\ &= \frac{0,00753 \times 30,813}{0,0079} \\ &= 29,558 \text{ m} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Elevasi M} &= \text{Elv PVC} + g1 \times Xm + \frac{\Delta x Xm}{Lv} \\ &= 54,471 - 0,00753 \times 29,558 + \frac{0,0079 \times 29,558}{30,813} \\ &= 54,36 \text{ m} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Stasiun M} &= \text{Stasiun PVC} + Xm \\ &= 36 + (724,431 + 29,588) \\ &= 36 + 753,989 \text{ m} \end{aligned}$$

Elevasi dan Stasiun Pias

$$X1 = \frac{Lv}{5} = \frac{30,813}{5} = 6,163 \text{ m}$$

$$X2 = 12,325 \text{ m}$$

$$X3 = 18,488 \text{ m}$$

$$X4 = 24,651 \text{ m}$$

$$X5 = 30,813 \text{ m}$$

$$\begin{aligned} \text{Elevasi Pias 1} &= \text{Elv PVC} + g1 \times X1 + \frac{\Delta x X1}{Lv} \\ &= 54,471 + 0,00753 \times 6,163 + \frac{0,0079 \times 6,163}{30,813} \\ &= 54,429 \text{ m} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Stasiun Pias 1} &= \text{Stasiun PVC} + X1 \\
 &= 36 + (724,431 + 6,163) \\
 &= 36 + 730,594 \text{ m}
 \end{aligned}$$

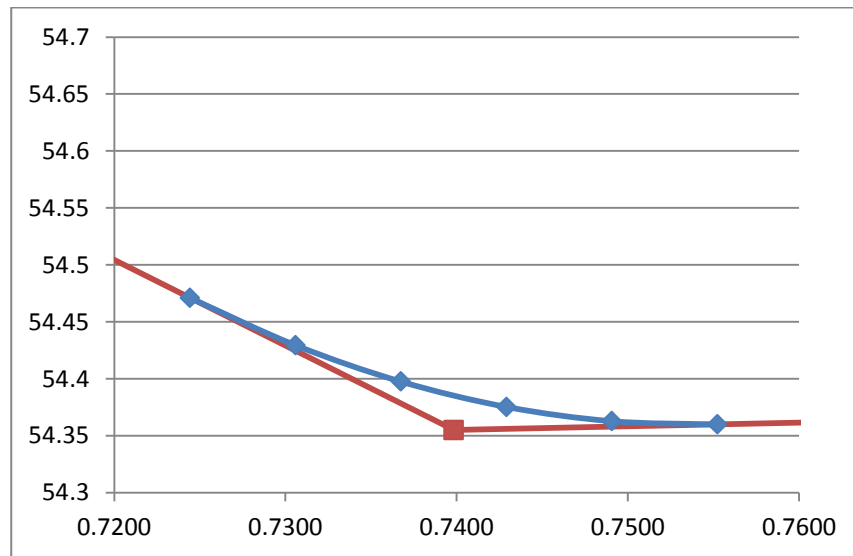
Untuk perhitungan pias selanjutnya bisa dilihat pada rekapitulasi dan titik-titik penting di Tabel 5.9.

Tabel 5.9 Rekapitulasi Titik Pias dan Penting

Nama	Elevasi Rencana	Stasiun (m)
A	54,655	36 + 700,0000
PPV1	54,355	36 + 739,8380
VPC	54,471	36 + 724,4313
1	54,429	36 + 730,5940
2	54,398	36 + 736,7567
3	54,375	36 + 742,9193
4	54,363	36 + 749,0820
5	54,360	36 + 755,2447
B	54,572	36 + 1417,381

Sumber: hasil analisis(2016)

Hasil perhitungan dengan menggunakan perangkat lunak Microsoft excel menunjukkan hasil lengkung vertikal tipe cekung dengan detail pada Tabel 5.9 dan dengan Alinyemen vertikal melalui grafik pada gambar 5.5 sebagai berikut.



Gambar 5.5 Grafik Alinyemen vertikal

(Sumber: hasil analisis, 2016)

Jenis medan jalan pada tikungan gabungan tersebut adalah jenis medan jalan datar, sehingga dari data elevasi jalan diperoleh hanya dua jenis kelandaian dan satu PPV, karena rata-rata kelandaian jalan pada tikungan gabungan tersebut memiliki kelandaian yang datar dan dari hasil perhitungan lengkung vertikal di lapangan adalah 30,813 meterkurang dari lengkung vertikal minimum adalah 70 meter (Tabel 3.12), sehingga pada lengkung vertikal di lapangan belum memenuhi dari standar lengkung vertikal seharusnya.

5.3 PEMBAHASAN

5.3.1 Pembahasan Hasil Analisis

Untuk mempermudah pembaca melihat hasil analisis penelitian ini, pembaca bisa melihat hasil rekapitulasi pada Tabel 5.10.

Tabel 5.10 Rekapitulasi Hasil Analisis

Jenis Analisis	Standar Bina Marga	Lapangan	Satuan	Keterangan
Lebar Jalur	3,5	3-4	Meter	Rata-Rata Terpenuhi
Lebar Bahu	1,25	0-3	Meter	Kurang Terpenuhi
Lebar Medan	1-2,5	0,9-2,2	Meter	Terpenuhi
VLHR		72093	SMP/Hari	Hari Sabtu
		64374	SMP/Hari	Hari Minggu
		65649	SMP/Hari	Hari Selasa
Total VLHR	Table 3.1	67372	SMP/Hari	Arteri Kelas I
Kecepatan	80	78	Km/jam	Hampir Terpenuhi
Jarak Pandang Henti	122,53	125	Meter	Tidak Terpenuhi
Jarak Pandang Mendahului	350	471,6738	Meter	Tidak Terpenuhi
Ruang Bebas Samping	12,93 dan 9,09	3,5 dan 6	Meter	Terpenuhi
<i>Superelevasi</i>	17,51	4,5	%	Tidak Terpenuhi
	7,37	3,4	%	Tidak Terpenuhi
Lengkung Vertikal	70	32,0688	Meter	Tidak Terpenuhi
Jarak Antar Tikungan	20	5,023	Meter	Tidak Terpenuhi
Jenis Analisis			Satuan	Keterangan
Tipe Horizontal (SCS)				
Rc	143		Meter	Tikungan 1
Δ	68,879		°	
Ls	40		Meter	
θ_s	8,0118		°	
Δ_c	52,896		°	
Lc	131,919		Meter	
Xc	39,922		Meter	

Lanjutan Tabel 5.10 Rekapitulasi Hasil Analisis

Jenis Analisis		Satuan	Keterangan
Tipe Horizontal (SCS)			
Yc	1,862	Meter	Tikungan 1
p	0,466	Meter	
k	19,987	Meter	
Ts	118,372	Meter	
Es	30,96	Meter	
Rc	205	Meter	Tikungan 2
Δ	62,467	°	
Ls	70	Meter	
θ_s	9,779	°	
Δ_c	42,9	°	
Lc	153,509	Meter	
Xc	69,796	Meter	
Yc	3,975	Meter	
p	0,995	Meter	
k	34,966	Meter	
Ts	159,89	Meter	
Es	35,915	Meter	

Sumber: hasil analisis(2016)

Dari Tabel 5.10 Rekapitulasi hasil analisis dapat terlihat bahwa kondisi dilapangan masih banyak yang belum memenuhi kriteria standar Bina Marga, maka dari itu peneliti akan melakukan pengembangan alternatif desain sesuai dengan standar Bina Marga.

5.3.2 Pembahasan Konfirmasi Hasil Analisis Peneliti dan Hasil Analisis Tugas Akhir Wasta, 2014

Setelah melakukan analisis penelitian kondisi geometri *Ring Road* Selatan maka peneliti akan mengkonfirmasi hasil analisis terhadap hasil analisis Tugas Akhir Wasta, 2014. Adapun untuk mempermudah pembaca melihat hasil konfirmasi penelitian ini, pembaca bisa melihat hasil rekapitulasi pada Tabel 5.11.

Tabel 5.11 Rekapitulasi Hasil Konfirmasi Penelitian dan Tugas Akhir Wasta, 2014.

Jenis Analisis	Peneliti (2016)	Wasta (2014)	Satuan	Keterangan
Lebar Jalur	3-4	3-4	Meter	Sama
Lebar Bahu	0-3	0-3	Meter	Sama
Lebar Medan	0,9-2,2	0,9-2,2	Meter	Sama
VLHR	67372	76581,67	SMP/Hari	Berbeda
Kecepatan	78	79	Km/jam	Berbeda
Jarak Pandang Henti	125	82,5	Meter	Berbeda
Jarak Pandang Mendahului	471,68	482,7	Meter	Berbeda
Ruang Bebas Samping	12,93 dan 9,09	13,44 dan 9,45	Meter	Berbeda
<i>Superelevasi</i>	4,5	4,5	%	Sama
	3,4	3,4	%	Sama
Lengkung Vertikal	32,0688	32,0688	Meter	Sama
Jarak Antar Tikungan	5,023	5,023	Meter	Sama
Tipe Horizontal (SCS) Tikungan 1				
Rc	143	143	Meter	Sama
Δ	68,879	68,879	°	Sama
Ls	40	40	Meter	Sama
θ_s	8,0118	8,0118	°	Sama
Δ_c	52,896	52,896	°	Sama
Lc	131,919	131,919	Meter	Sama
Xc	39,922	39,922	Meter	Sama
Yc	1,862	1,862	Meter	Sama
p	0,466	0,466	Meter	Sama
k	19,987	19,987	Meter	Sama
Ts	118,372	118,372	Meter	Sama
Es	30,96	30,96	Meter	Sama
Tipe Horizontal (SCS) Tikungan 2				
Rc	205	205	Meter	Sama
Δ	62,467	62,467	°	Sama
Ls	70	70	Meter	Sama
θ_s	9,779	9,779	°	Sama
Δ_c	42,9	42,9	°	Sama

Lanjutan Tabel 5.11 Rekapitulasi Hasil Konfirmasi Penelitian dan Tugas Akhir Wasta, 2014.

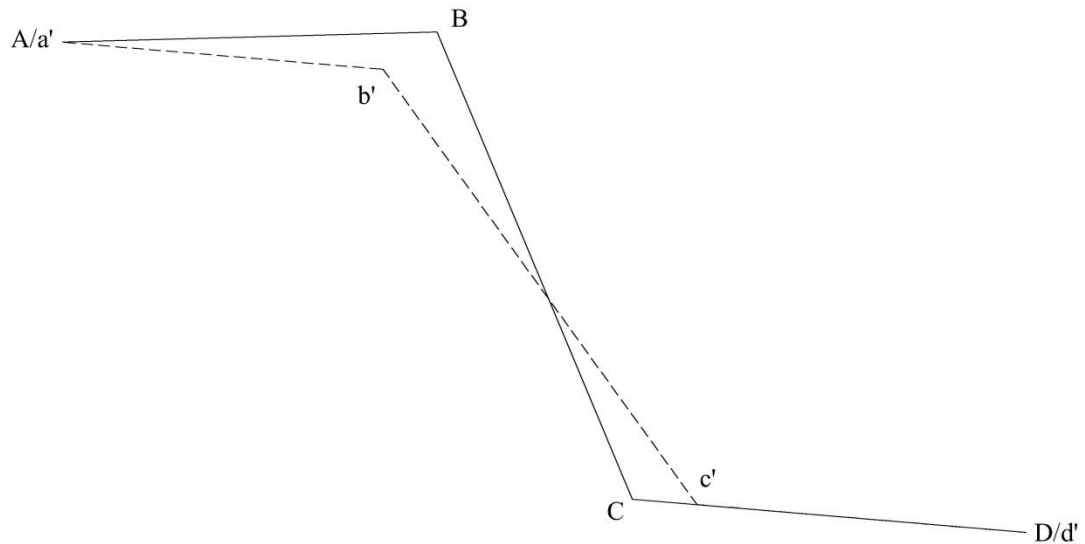
Jenis Analisis	Peneliti (2016)	Wasta (2014)	Satuan	Keterangan
Tipe Horizontal (SCS) Tikungan 2				
Lc	153,509	153,509	Meter	Sama
Xc	69,796	69,796	Meter	Sama
Yc	3,975	3,975	Meter	Sama
p	0,995	0,995	Meter	Sama
k	34,966	34,966	Meter	Sama
Ts	159,89	159,89	Meter	Sama
Es	35,915	35,915	Meter	Sama

Sumber: hasil analisis(2016)

5.3.3 Pembahasan Pengembangan Alternatif *Design Geometri*

5.3.3.1 Alinyemen Horizontal

Perancangan ulang alinyemen horizontal dilakukan untuk memberikan rancangan yang sesuai dengan acuan standar Bina Marga. Jari-jari minimal yang disyaratkan Bina Marga pada untuk kecepatan rencana 80 km/jam adalah 205 m, dan jarak minimal 20 m antar tikungan digunakan sebagai acuan penentuan trase baru. Penentuan trase baru direncanakan dengan mengurangi jarak A-B dari sebelumnya 209,7 meter menjadi 180 meter dan C-D dari 221,28 meter menjadi 185 meter serta memperpanjang jarak B-C dari sebelumnya 283,29 meter menjadi 300.25 meter sehingga masing-masing sudut alpha pada trase ini berubah dari sebelumnya yaitu pada titik A dari $88,426^\circ$ menjadi $94,842^\circ$, pada titik B dari $157,309^\circ$ menjadi $144,187^\circ$, dan titik C dari $94,839^\circ$ menjadi $94,842^\circ$ sehingga jari – jari minimum yang dapat memenuhi standar yang ditentukan. Perencanaan alternatif desain trase baru dapat dilihat pada Gambar 5.6.



Gambar 5.6 Perencanaan Alternatif Desain Trase Baru

(Sumber: hasil analisis, 2016)

1. Alinyemen Tikungan Horizontal

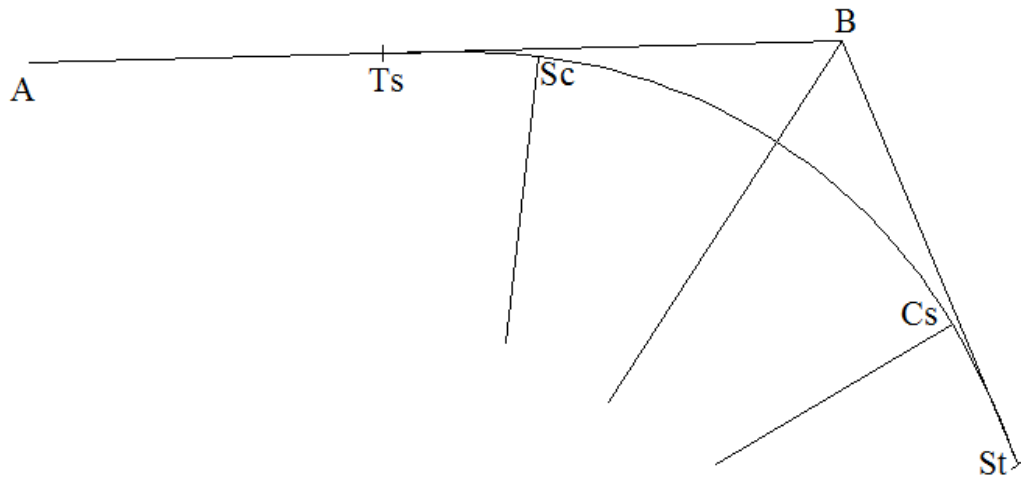
Menentukan Δ

$$\begin{aligned}\Delta B &= \beta_2 - \beta_1 \\ &= 144,187^\circ - 94,842^\circ \\ &= 49,345^\circ\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\Delta C &= \beta_2 - \beta_3 \\ &= 144,187^\circ - 94,842^\circ \\ &= 49,345^\circ\end{aligned}$$

Menentukan kaki terpendek BC

$$\begin{aligned}&= \frac{BC - 20}{2} \\ &= \frac{300,25 - 20}{2} \\ &= 140,1 \text{ meter}\end{aligned}$$

Tikungan 1

Gambar 5.7 Lengkung Horizontal Alternatif Tikungan 1

(Sumber: hasil analisis, 2016)

Diketahui:

$$V = 80 \text{ km/jam}$$

$$E_{\text{normal}} = 2 \%$$

$$E_{\text{maximal}} = 10 \%$$

$$f_{\text{maximal}} = 0,15 \%$$

Trial

$$R_c = 205 \text{ m}$$

$$e = 0,1$$

$$L_s = 80 \text{ m}$$

$$\Delta(B) = 49,345^\circ$$

Perhitungan:

$$R_{\text{min}} = \frac{vr^2}{127(e_{\text{max}} + f_{\text{max}})}$$

$$= \frac{80^2}{127(0,1 + 0,15)}$$

$$= 201,575 \text{ m}$$

$$\begin{aligned}\Theta_s &= \frac{90 \cdot L_s}{\pi \cdot R_c} \\ &= \frac{90 \cdot 80}{\pi \cdot 205} \\ &= 11,178^\circ\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\Delta c &= \Delta - 2 \cdot \Theta_s \\ &= 49,345 - 2 \times 11,178 \\ &= 26,989^\circ\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}L_c &= \frac{\Delta c}{360} \cdot 2\pi \cdot R_c \\ &= \frac{26,989}{360} \cdot 2\pi \cdot 205 \\ &= 96,575 \text{ m}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}L_{tot} &= L_c + 2 \cdot L_s \\ &= 96,575 + 2 \times 80 \\ &= 256,575 \text{ m}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\frac{1}{2} L_{tot} &= \frac{1}{2} \times 256,575 \\ &= 128,288 \leq \text{kaki terpendek BC (140,1 m)}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}X_c &= L_s \cdot \left(1 - \frac{L_s^2}{40 R_c^2}\right) \\ &= 80 \cdot \left(1 - \frac{80^2}{40 \cdot 205^2}\right) \\ &= 79,695 \text{ m}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}Y_c &= \frac{L_s}{6 R_c} \\ &= \frac{80^2}{6 \cdot 205} \\ &= 5,203 \text{ m}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}P &= Y_c - R_c \cdot (1 - \cos \Theta_s) \\ &= 5,203 - 205 \times (1 - \cos (11,178)) \\ &= 1,314 \text{ m}\end{aligned}$$

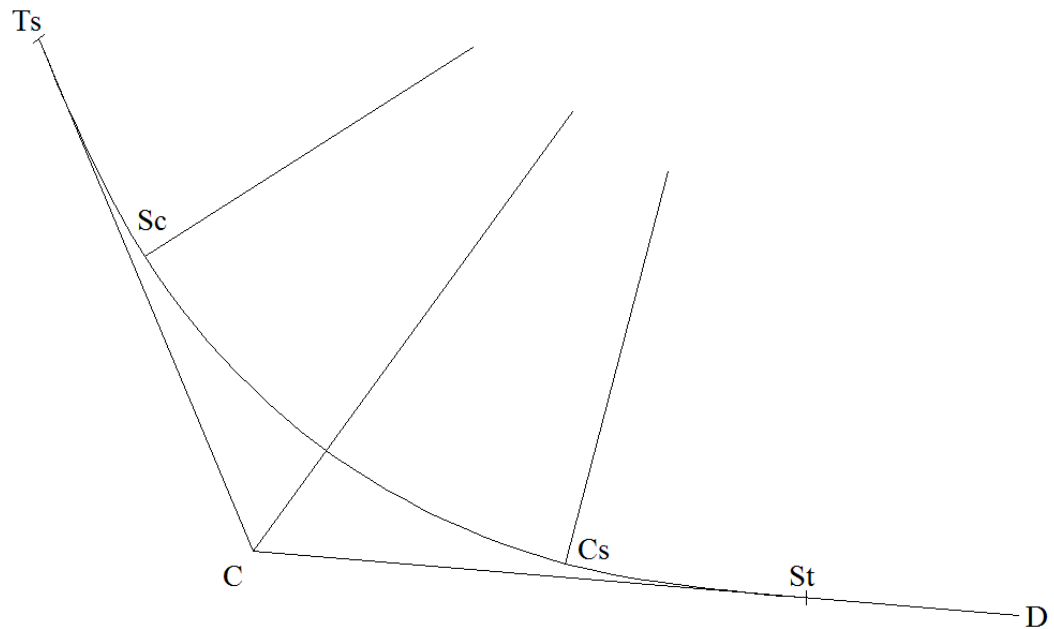
$$\begin{aligned}K &= X_c - R_c \sin \Theta_s \\ &= 79,695 - 205 \sin (11,178) \\ &= 39,954 \text{ m}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 Ts &= (Rc + p) \tan \frac{\Delta}{2} + k \\
 &= (205 + 1,314) \tan \frac{49,345}{2} + 39,954 \\
 &= 134,728 \text{ m} \\
 Es &= \frac{Rc+p}{\cos \Delta/2} - Rc \\
 &= \frac{205+1,314}{\cos 49,345/2} - 205 \\
 &= 22,041 \text{ m}
 \end{aligned}$$

Tabel 5.12 Rekapitulasi Desain Alternatif Alinyemen Horizontal (Tikungan 1)

Tipe Horizontal (SCS)			Satuan
Rc	=	205	M
Δ	=	49,345	°
Ls	=	80	M
Θ_s	=	11,178	°
Δ_c	=	26,989	°
Lc	=	96,575	M
Xc	=	79,695	M
Yc	=	5,203	M
P	=	1,314	M
K	=	39,954	M
Ts	=	134,728	M
Es	=	22,041	M

Sumber: hasil analisis (2016)

Tikungan 2

Gambar 5.8 Lengkung Horizontal Alternatif Tikungan 2

(Sumber: hasil analisis, 2016)

Diketahui :

$$V = 80 \text{ km/jam}$$

$$E_{\text{normal}} = 2 \%$$

$$E_{\text{maximal}} = 10 \%$$

$$f_m = 0,15 \%$$

Trial

$$R_c = 205 \text{ m}$$

$$e = 0,1$$

$$L_s = 80 \text{ m}$$

$$\Delta(C) = 49,345^\circ$$

Perhitungan:

$$\begin{aligned} R_{\min} &= \frac{vr^2}{127 (e_{\max} + f_{\max})} \\ &= \frac{80^2}{127 (0,1 + 0,15)} \\ &= 201,575 \text{ m} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \Theta_s &= \frac{90 \cdot L_s}{\pi \cdot R_c} \\ &= \frac{90 \cdot 80}{\pi \cdot 205} \\ &= 11,178^\circ \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \Delta_c &= \Delta - 2 \cdot \Theta_s \\ &= 49,345 - 2 \times 11,178 \\ &= 26,989^\circ \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} L_c &= \frac{\Delta_c}{360} \cdot 2\pi \cdot R_c \\ &= \frac{26,989}{360} \cdot 2\pi \cdot 205 \\ &= 96,575 \text{ m} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} L_{\text{tot}} &= L_c + 2 \cdot L_s \\ &= 96,575 + 2 \times 80 \\ &= 256,575 \text{ m} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \frac{1}{2} L_{\text{tot}} &= \frac{1}{2} \times 256,575 \\ &= 128,288 \leq \text{kaki terpendek BC (140,1 m)} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} X_c &= L_s \cdot \left(1 - \frac{L_s^2}{40 R_c^2}\right) \\ &= 80 \cdot \left(1 - \frac{80^2}{40 \cdot 205^2}\right) \\ &= 79,695 \text{ m} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} Y_c &= \frac{L_s}{6 R_c} \\ &= \frac{80^2}{6 \cdot 205} \\ &= 5,203 \text{ m} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 P &= Y_c - R_c \cdot (1 - \cos \Theta_s) \\
 &= 5,203 - 205 \times (1 - \cos (11,178)) \\
 &= 1,314 \text{ m} \\
 K &= X_c - R_c \sin \Theta_s \\
 &= 79,695 - 205 \sin (11,178) \\
 &= 39,954 \text{ m} \\
 T_s &= (R_c + p) \tan \frac{\Delta}{2} + k \\
 &= (205 + 1,314) \tan \frac{49,345}{2} + 39,954 \\
 &= 134,728 \text{ m} \\
 E_s &= \frac{R_c + p}{\cos^2 \frac{\Delta}{2}} - R_c \\
 &= \frac{205 + 1,314}{\cos^2 \frac{49,345}{2}} - 205 \\
 &= 22,041 \text{ m}
 \end{aligned}$$

Tabel 5.13 Rekapitulasi Desain Alternatif Alinyemen Horizontal (Tikungan 2)

Tipe Horizontal (SCS)			Satuan
Rc	=	205	M
Δ	=	49,345	°
Ls	=	80	M
Θ_s	=	11,178	°
Δ_c	=	26,989	°
Lc	=	96,575	M
Xc	=	79,695	M
Yc	=	5,203	M
P	=	1,314	M
K	=	39,954	M
Ts	=	134,728	M
Es	=	22,041	M

Sumber: hasil analisis (2016)

2. Stasiun Titik Penting

Tikungan 1

$$\begin{aligned}
 Ts &= 134,728 \text{ m} \\
 Ls &= 80 \text{ m} \\
 Lc &= 96,575 \text{ m} \\
 \text{Lengan 1} &= 180 \text{ m} \\
 \text{Lengan 2} &= 300,25 \text{ m} \\
 \text{Sta Awal} &= 36 + 700 \\
 \text{Sta Ts} &= \text{Sta Awal} + (\text{Lengan 1} - Ts) \\
 &= 36 + (700 + (180 - 134,728)) \\
 &= 36 + 745,272 \\
 \text{Sta Sc} &= \text{Sta Ts} + Ls \\
 &= 36 + (745,272 + 80) \\
 &= 36 + 825,272 \\
 \text{Sta Cs} &= \text{Sta Sc} + Lc \\
 &= 36 + (825,272 + 96,575) \\
 &= 36 + 921,848 \\
 \text{Sta St} &= \text{Sta Cs} + Ls \\
 &= 36 + (921,848 + 80) \\
 &= 36 + 1001,848 \approx 37 + 1,848
 \end{aligned}$$

Tikungan 2

$$\begin{aligned}
 Ts &= 134,728 \text{ m} \\
 Ls &= 80 \text{ m} \\
 Lc &= 96,575 \text{ m} \\
 \text{Lengan 1} &= 180 \text{ m} \\
 \text{Jarak antar tikungan} &= 20 \text{ m} \\
 \text{Lengan 3} &= 185 \text{ m} \\
 \text{Sta Ts} &= \text{Sta St (Tikungan 1)} + \text{Jarak antar tikungan} \\
 &= 37 + (1,848 + 20) \\
 &= 37 + 42,638
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
\text{Sta Sc} &= \text{Sta Ts} + L_s \\
&= 37 + (42,638 + 80) \\
&= 37 + 122,638 \\
\text{Sta Cs} &= \text{Sta Sc} + L_c \\
&= 37 + (122,638 + 96,575) \\
&= 37 + 219,213 \\
\text{Sta St} &= \text{Sta Cs} + L_s \\
&= 37 + (219,213 + 80) \\
&= 37 + 299,545 \\
\text{Sta Akhir} &= \text{Sta St} + (\text{Lengan 3} - T_s) \\
&= 37 + (299,545 + (185 - 134,728)) \\
&= 37 + 349,817
\end{aligned}$$

3. Koordinat Titik Penting

Tikungan 1

$$\begin{aligned}
\beta 1 &= 94,842^\circ \\
\beta 2 &= 144,187^\circ \\
X_A &= 0 \text{ m} \\
Y_A &= 0 \text{ m} \\
X_B &= X_A + \text{Lengan 1} \times \sin \beta 1 \\
&= 0 + (180 \times \sin 94,842) \\
&= 179,358 \text{ m} \\
Y_B &= Y_A + \text{Lengan 1} \times \cos \beta 1 \\
&= 0 + (180 \times \cos 94,842) \\
&= -15,194 \text{ m} \\
X_{T_s} &= X_A + (\text{Lengan 1} - T_s) \times \sin \beta 1 \\
&= 0 + (180 - 134,728) \times \sin 94,842 \\
&= 45,111 \text{ m} \\
Y_{T_s} &= Y_A + (\text{Lengan 1} - T_s) \times \cos \beta 1 \\
&= 0 + (180 - 134,728) \times \cos 94,842 \\
&= -3,822 \text{ m}
\end{aligned}$$

$$\begin{aligned} X_{St} &= X_B + T_s \times \sin \beta_2 \\ &= 179,358 + 134,728 \times \sin 144,187 \\ &= 258,23 \text{ m} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} Y_{St} &= Y_B + T_s \times \cos \beta_2 \\ &= -15,194 + 134,728 \times \cos 144,187 \\ &= -124,45 \text{ m} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \beta_{BO} &= \beta_2 + \left(180 - \frac{\beta_2 - \beta_1}{2}\right) \\ &= 144,187 + \left(180 - \frac{144,187 - 94,842}{2}\right) \\ &= 299,515^\circ - 90^\circ = 209,515^\circ \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} X_o &= X_B + (E_s + R_c) \times \sin \beta_{BO} \\ &= 179,358 + (22,041 + 205) \times \sin 209,515 \\ &= 67,506 \text{ m} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} Y_o &= Y_B + (E_s + R_c) \times \cos \beta_{BO} \\ &= -15,194 + (22,041 + 205) \times \cos 209,515 \\ &= -212,772 \text{ m} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \Delta_{Sc} &= \frac{\Delta c}{2} + (180 - \beta_{BO}) \\ &= \frac{29,989}{2} + (180 - 209,515) \\ &= -14,521^\circ \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} X_{Sc} &= X_o - R_c \times \sin \Delta_{Sc} \\ &= 67,506 - 205 \times \sin -14,521 \\ &= 118,907 \text{ m} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} Y_{Sc} &= Y_o + R_c \times \cos \Delta_{Sc} \\ &= -212,772 + 205 \times \cos -14,521 \\ &= -14,321 \text{ m} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \Delta_{Cs} &= \frac{\Delta c}{2} - (180 - \beta_{BO}) \\ &= \frac{26,989}{2} - (180 - 209,515) \\ &= 43,001^\circ \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} XCs &= X_o + R_c \times \sin \Delta C_s \\ &= 67,506 + 205 \times \sin 43,001 \\ &= 207,319 \text{ m} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} YCs &= Y_o + R_c \times \cos \Delta C_s \\ &= -212,772 + 205 \times \cos 43,001 \\ &= -42,847 \text{ m} \end{aligned}$$

Tikungan 2

$$\beta 2 = 144,187^\circ$$

$$\beta 3 = 94,842^\circ$$

$$\text{Jarak antar tikungan} = 20 \text{ m}$$

$$\begin{aligned} XT_s &= (XSt \text{ Tikungan 1}) + (\text{Jarak antar tikungan}) \times \sin \beta 2 \\ &= 258,23 + 20 \times \sin 144,187 \\ &= 269,933 \text{ m} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} YT_s &= (YSt \text{ Tikungan 1}) + (\text{Jarak antar tikungan}) \times \cos \beta 2 \\ &= -124,45 + 20 \times \cos 144,187 \\ &= -140,667 \text{ m} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} XC &= XT_s + T_s \times \sin \beta 2 \\ &= 269,933 + 134,728 \times \sin 144,187 \\ &= 348,768 \text{ m} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} YC &= YT_s + T_s \times \cos \beta 2 \\ &= -124,45 + 134,728 \times \cos 144,187 \\ &= -233,706 \text{ m} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} XSt &= XC + T_s \times \sin \beta 3 \\ &= 348,768 + 134,728 \times \sin 94,842 \\ &= 483,016 \text{ m} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} YSt &= YC + T_s \times \cos \beta 3 \\ &= -233,706 + 134,728 \times \cos 94,842 \\ &= -245,079 \text{ m} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
\beta_{BO} &= \beta_3 + \left(180 - \frac{\beta_3 - \beta_2}{2}\right) \\
&= 94,842 + \left(180 - \frac{94,842 - 144,187}{2}\right) \\
&= 299,515^\circ - 270^\circ = 29,515^\circ \\
X_o &= X_C + (E_s + R_c) \times \sin \beta_{BO} \\
&= 348,768 + (22,041 + 205) \sin 29,515 \\
&= 460,621 \text{ m} \\
Y_o &= Y_C + (E_s + R_c) \times \cos \beta_{BO} \\
&= -233,706 + (22,041 + 205) \cos 29,515 \\
&= -36,129 \text{ m} \\
\Delta Sc &= \frac{\Delta c}{2} + (180 - \beta_{BO}) \\
&= \frac{26,988}{2} + (180 - 29,515) \\
&= 163,979^\circ \\
X_{Sc} &= X_o - R_c \times \sin \Delta Sc \\
&= 460,621 + 205 \times \sin 163,979 \\
&= 287,817 \text{ m} \\
Y_{Sc} &= Y_o + R_c \times \cos \Delta Sc \\
&= -36,129 + 205 \times \cos 163,979 \\
&= -233,167 \text{ m} \\
\Delta Cs &= \frac{\Delta c}{2} - (180 - \beta_{BO}) \\
&= \frac{26,988}{2} - (180 - 29,515) \\
&= -136,991^\circ \\
X_{Cs} &= X_o + R_c \times \sin \Delta Cs \\
&= 460,621 + 205 \times \sin -136,991 \\
&= 320,788 \text{ m} \\
Y_{Cs} &= Y_o + R_c \times \cos \Delta Cs \\
&= -36,129 + 205 \times \cos -136,991 \\
&= -186,035 \text{ m}
\end{aligned}$$

Berdasarkan bentuk lengkung horizontal yang telah di desain ulang dengan beberapa percobaan tipe tikungan 1 dan tikungan 2 adalah *spiral-circle-spiral*, jari-jari telah sesuai dengan standar Bina Marga yaitu masing-masing pada tikungan 1 dan tikungan 2 adalah $R_c = 205$ meter dan $L_s = 80$ meter. Adapun jarak antar kedua tikungan tersebut telah berubah menjadi 20 meter sesuai dengan syarat standar minimum jarak antar tikungan gabungan balik arah pada peraturan Bina Marga.

5.3.3.2 Superelevasi

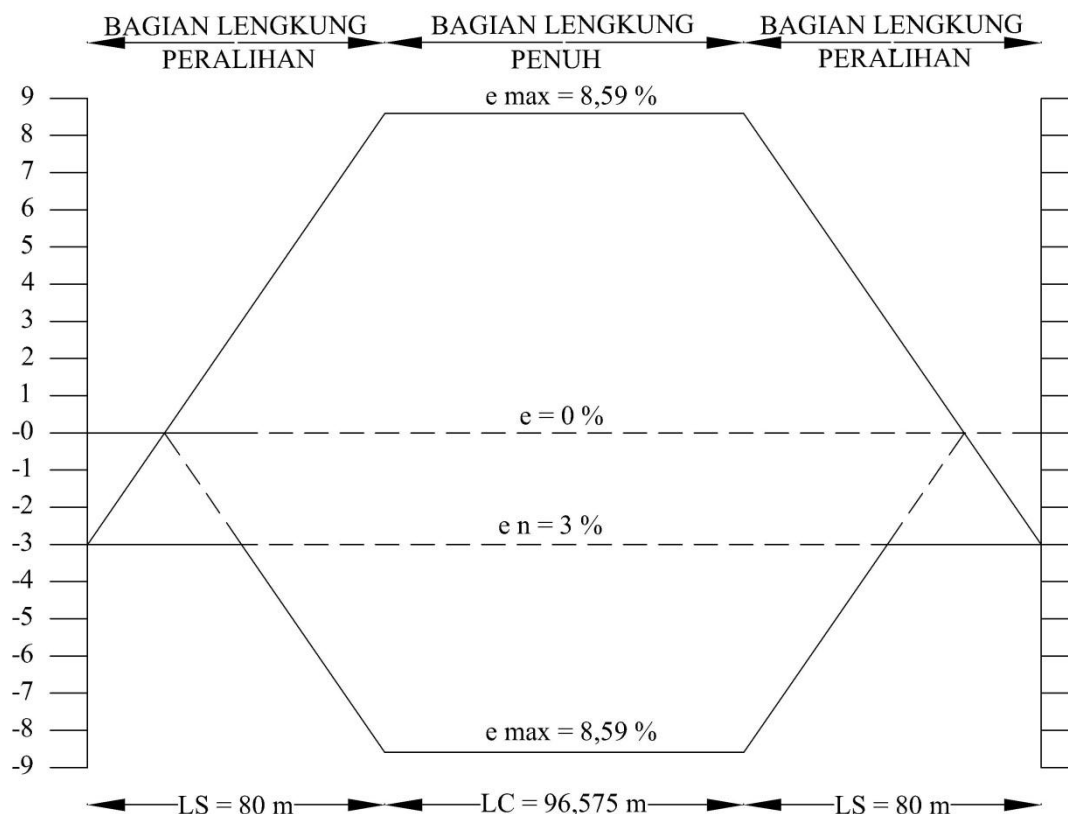
Pada tikungan 1 dan tikungan 2 dengan jari-jari yang di rencanakan dengan kemiringan maksimal sebesar $= 10 \%$, untuk kemiringan syarat dengan jari-jari $= 205$ m, didapatkan hitungannya adalah sebagai berikut ini.

$$\begin{aligned} R_{\min} &= \frac{v^2}{127(e+f)} \\ e &= \frac{v^2}{127R} - f \\ e &= \frac{80^2}{127 \times 205} - 0,16 \\ e &= 0,0859 = 8,59 \% \end{aligned}$$

Diketahui:

$$\begin{aligned} e_n &= -3 \% \\ L_c &= 96,575 \text{ m} \\ L_s &= 80 \text{ m} \\ e &= 8,59 \% \end{aligned}$$

Adapun gambar desain *superelevasi* tikungan 1 dan tikungan 2 dapat dilihat pada Gambar 5.9 adalah sebagai berikut ini.



Gambar 5.9 Desain *Superelevasi* Tikungan 1 dan Tikungan 2

(Sumber: hasil analisis, 2016)

Kemiringan lapangan yang ditunjukkan pada *superelevasi* menunjukkan bahwa tikungan 1 dan tikungan 2 adalah 8,59 % dan telah mengimbangi gaya sentrifugal pada masing masing tikungan serta memenuhi standar dan keamanan bagi pengendara.

5.3.3.3 Alinyemen Vertikal

Untuk Desain Alinyemen vertikal menggunakan data elevasi sebelumnya dan merubah elevasi PPV1 54,355 meter menjadi 52 meter kemudian memperpanjang L_v dari yang sebelumnya 30,813 meter menjadi 71,616 meter agar sesuai dengan L_v seharusnya pada Tabel 3.12, dari kelandaian yang ada

dihitung menggunakan program Microsoft excel dan didapatkan perhitungan alinyemen vertikal sebagai berikut ini.

Elevasi Titik A	= 54,655 m
Elevasi Titik PPV1	= 52 m
Elevasi Titik B	= 54,572 m
Elevasi Titik PVC	= 52,476 m
Elevasi Titik PVT	= 52,178 m
Stasiun Titik A	= 36 + 000 m
Stasiun Titik PPV1	= 36 + 900 m
Stasiun Titik B	= 36 + 1417,381 m
Stasiun Titik PVC	= 36 + 864,1921 m
Stasiun Titik PVT	= 36 + 935,8079 m

$$\begin{aligned}
 g1 &= \frac{ElvPPV1 - ElvTitikA}{LPPV1 - LTitikA} \times 100 \\
 &= \frac{52 - 54,655}{200 - 0} \times 100 \\
 &= -1,328 \% \text{ (Turun)}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 g2 &= \frac{ElvTitikB - ElvPPV1}{LTitikB - LPPV1} \times 100 \\
 &= \frac{54,574 - 52}{917,381 - 200} \times 100 \\
 &= 0,497 \% \text{ (Naik)}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \Delta &= g2 - g1 \\
 &= 0,497 - (-1,328) \\
 &= 1,82 \%
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 Lv \text{ Berdasarkan JPH} &= JPH^2 \times \frac{\Delta}{360} \\
 &= 127,47^2 \times \frac{0,0182}{360} \\
 &= 0,8154 \text{ m}
 \end{aligned}$$

$$Lv \text{ Rencana} = 71,616 \text{ m} > 70 \text{ m (Standar Bina Marga)}$$

$$\begin{aligned}
 EV1 &= \frac{\Delta x Lv}{800} \\
 &= \frac{0,0182 x 71,616}{800} \\
 &= 0,1633 \text{ m}
 \end{aligned}$$

Elevasi dan Stasiun Terendah (M)

$$\begin{aligned}
 Xm &= \frac{g1 x Lv}{\Delta} \\
 &= \frac{0,01328 x 71,616}{0,0182} \\
 &= 52,106 \text{ m}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Elevasi M} &= \text{Elv PVC} + g1 x Xm + \frac{\Delta x Xm}{Lv} \\
 &= 52,476 + - 0,01328 x 52,106 + \frac{0,0182 x 52,106}{71,616} \\
 &= 52,13 \text{ m}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Stasiun M} &= \text{Stasiun PVC} + Xm \\
 &= 36 + (864,192 + 52,106) \\
 &= 36 + 916,298 \text{ m}
 \end{aligned}$$

Elevasi dan Stasiun Pias

$$X1 = \frac{Lv}{5} = \frac{71,616}{5} = 14,323 \text{ m}$$

$$X2 = 28,646 \text{ m}$$

$$X3 = 42,970 \text{ m}$$

$$X4 = 57,293 \text{ m}$$

$$X5 = 71,616 \text{ m}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Elevasi Pias 1} &= \text{Elv PVC} + g1 x X1 + \frac{\Delta x X1}{Lv} \\
 &= 52,476 + 0,01328 x 14,323 + \frac{0,0182 x 14,323}{71,616} \\
 &= 52,312 \text{ m}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Stasiun Pias 1} &= \text{Stasiun PVC} + X1 \\
 &= 36 + (864,192 + 14,323) \\
 &= 36 + 878,515 \text{ m}
 \end{aligned}$$

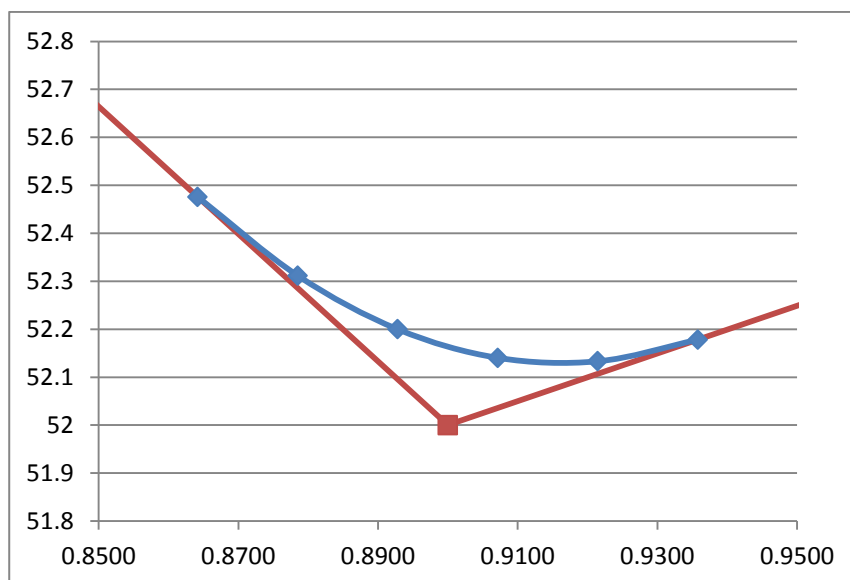
Untuk perhitungan pias selanjutnya bisa dilihat pada rekapitulasi dan titik-titik penting di Tabel 5.16

Tabel 5.14 Rekapitulasi Desain Alternatif Titik Pias dan Titik Penting

Nama	Elevasi Rencana	Stasiun (m)
A	54,655	36 + 700,0000
PPV1	52,000	36 + 900,0000
VPC	52,476	36 + 864,1921
1	52,312	36 + 878,5152
2	52,200	36 + 892,8384
3	52,140	36 + 907,1616
4	52,133	36 + 921,4848
5	52,178	36 + 935,8079
B	54,572	36 + 1417,381

Sumber: hasil analisis (2016)

Hasil perhitungan dengan menggunakan perangkat lunak Microsoft excel menunjukkan hasil lengkung vertikal tipe cekung dengan detail pada Tabel 5.16 dan dengan Alternatif Alinyemen vertikal melalui grafik pada gambar 5.10 sebagai berikut.



Gambar 5.10 Grafik Desain Alternatif Alinyemen vertikal

(Sumber: hasil analisis, 2016)

Dari hasil perhitungan sebelumnya didapatkan panjang lengkung vertikal di lapangan adalah 30,813 meter, maka sesuai dengan standar Bina Marga yaitu lengkung vertikal minimum adalah 70 meter, desain ulang lengkung vertikal adalah dengan merubah trase alinyemen vertikal sehingga di dapatkan hasil perhitungan lengkung vertikal sebesar 71,616 meter dan telah memenuhi standar lengkung vertikal seharusnya.

Untuk mempermudah pembaca dapat membandingkan hasil analisis penelitian ini dan hasil setelah dilakukan alternatif yaitu pada Tabel 5.17.

Tabel 5.15 Perbandingan Hasil Analisis dan Alternatif Desain

Jenis Analisis	Hasil Analisis	Alternatif Desain	Satuan	Keterangan
Kecepatan	78	80	Km/jam	Terpenuhi
<i>Superelevasi</i>	17,51	8,59	%	Terpenuhi
	7,37	8,59	%	Terpenuhi
Lengkung Vertikal	32,0688	71,616	Meter	Terpenuhi
Jarak Antar Tikungan	5,023	20	Meter	Terpenuhi
Jenis Analisis			Satuan	Keterangan
Tipe Horizontal (SCS)				
Rc	143	205	Meter	Tikungan 1 (Terpenuhi)
Δ	68,879	49,345	°	
Ls	40	80	Meter	
θ_s	8,0118	11,178	°	
Δ_c	52,896	26,989	°	
Lc	131,919	96,575	Meter	
Xc	39,922	79,695	Meter	
Yc	1,862	5,203	Meter	
p	0,466	1,314	Meter	
k	19,987	39,954	Meter	
Ts	118,372	134,728	Meter	
Es	30,96	22,041	Meter	

Lanjutan Tabel 5.15 Perbandingan Hasil Analisis dan Alternatif Desain

Jenis Analisis			Satuan	Keterangan	
Tipe Horizontal (SCS)					
Rc	205	205	Meter	Tikungan 2 (Terpenuhi)	
Δ	62,467	49,345	°		
Ls	70	80	Meter		
θ_s	9,779	11,178	°		
Δ_c	42,9	26,989	°		
Lc	153,509	96,575	Meter		
Xc	69,796	79,695	Meter		
Yc	3,975	5,203	Meter		
p	0,995	1,314	Meter		
k	34,966	39,954	Meter		
Ts	159,89	134,728	Meter		
Es	35,915	22,041	Meter		
Rc	205	205	Meter		Tikungan 2 (Terpenuhi)
Δ	62,467	49,345	°		
Ls	70	80	Meter		
θ_s	9,779	11,178	°		
Δ_c	42,9	26,989	°		
Lc	153,509	96,575	Meter		
Xc	69,796	79,695	Meter		
Yc	3,975	5,203	Meter		
p	0,995	1,314	Meter		
k	34,966	39,954	Meter		
Ts	159,89	134,728	Meter		
Es	35,915	22,041	Meter		

Sumber: hasil analisis (2016)