

BAB IV

ANALISA DAN PEMBAHASAN

4.1 Umum

Dari rumusan masalah serta tujuan penelitian pada bab I, maka pada bab ini akan diuraikan analisa data serta pembahasan mengenai perencanaan geometrik dan tebal perkerasan ruas jalan Pedarro – Ramedue, kecamatan Hawu Mehara, Kabupaten Sabu Raijua. Mulai dari STA 0 + 000 – STA 1 + 500 sesuai dengan tujuan penelitian. Proses analisa data survey dan pembahasan dilakukan dengan mengacu pada teori-teori yang sudah tertera di bab II, dan mengikuti alur analisa dan pembahasan sesuai dengan diagram alir yang ada pada bab III.

4.2 Identifikasi Masalah

Penelitian ini dilakukan di Kabupaten Sabu Raijua, Kecamatan Hawu Mehara, tepatnya ruas jalan Pedarro – Ramedue, mulai dari titik awal STA 0 + 000 – titik akhir STA 1 + 500 yang dimana pada ruas jalan ini masih belum memenuhi syarat kenyamanan, kelakayakan, akibat dari kerusakan yang terjadi pada badan jalan yang berlubang karna pengaruh dari air atau kurangnya daya dukung tanah dasar, serta tikungan atau bentuk dalam hal ini geometrik jalan yang belum memenuhi syarat. Hal ini yang menyebabkan waktu tempuh yang semakin lama, perjalanan yang terhambat akibat kerusakan yang ada, menghambat pertumbuhan ekonomi masyarakat sekitar yang ingin mendistribusikan hasil bumi berupa rumput laut yang akan dibawa ke pengepul di kota, dan juga menghambat perjalanan masyarakat yang ingin pergi ke tempat wisata yang salah satu jalurnya melalui jalan yang ditinjau.

4.3 Pengumpulan Data

4.3.1 Data Primer

1. Data Topografi

Data topografi dalam hal ini adalah peta kontur, peta kontur ini didapatkan dengan melakukan pengukuran dengan menggunakan theodolit, pada ruas jalan Pedarro – Ramedue mulai dari STA 0 + 000 – STA 1 + 500, data pengukuran berupa bacaan vertikal, bacaan horizontal, tinggi alat ukur, serta bacaan benang atas (BA), benang bawah (BB), dan benang tengah (BT). Data pengukuran dapat dilihat pada lampiran (1 data survey Theodolit).

Berikut adalah contoh dari hasil pengukuran dapat dilihat pada tabel dibawah ini.

Tabel 4.1 Data Hasil Survey Topografi (Data Pengukuran)

No Titik	Target	Sudut Horizontal			Desimal	Sudut Vertikal			Desimal I	Azimut	Bacaan Benang		
		°	'	"		°	'	"			BA	BT	BB
		0	0	0									
1.46	0+075	256	16	30	256.275	92	6	30	92.108	76.275	1.200	1.160	1.120
	A	224	36	40	224.611	91	59	25	91.990	44.611	1.300	1.260	1.220
	B	238	11	15	238.188	92	9	30	92.158	58.188	1.310	1.270	1.230
	as	269	4	25	269.074	92	14	25	92.240	89.074	1.150	1.110	1.070
	2	284	45	55	284.765	92	21	50	92.364	104.765	1.000	1.055	1.110
	3	291	2	50	291.047	92	30	20	92.506	111.047	1.500	1.450	1.400
	P2	263	44	35	263.743	92	30	5	92.501	83.743	0.700	0.565	0.430

sumber : data hasil survey, 2020

keterangan :

P1,2 = patok atau tempat berdiri alat

A,B, as, 2, 3, = patok bidikan alat

Hasil pengukuran seperti yang ada pada tabel kemudian dihitung lagi untuk mendapatkan nilai X, Y dan Z, dimana nilai dari ketiga variable ini yang akan diinput ke CVL 3D untuk mendapatkan peta berupa kontur dari lokasi yang ditinjau. Dibawah ini akan dijelaskan langkah-langkah perhitungan untuk mendapatkan nilai X, Y dan Z.

1. Menghitung sudut

a) Menghitung sudut vertical/azimuth

Diketahui data P1 = 256° 16' 30"

$$\begin{aligned} \text{Perhitungan} &= 256 + \frac{16}{60} + \frac{30}{3600} - 180 \\ &= 76.275 \end{aligned}$$

b) Sudut vertikal

Diketahui data P1 = 92° 6' 30"

$$\begin{aligned} \text{Perhitungan} &= 92 + \frac{6}{60} + \frac{30}{3600} \\ &= 92,108 \end{aligned}$$

2. Menghitung jarak

a) Jarak miring

Diketahui BA = 1.200

BT = 1.160

$$\begin{aligned}
BB &= 1.120 \\
\text{Perhitungan} &= (BA - BT) \times 100 \\
&= (1.200 - 1.120) \times 100 \\
&= 8 \\
\text{b) Jarak datar} &= \text{jarak optis} \times \cos(90 - \text{sudut vertikal})^2 \\
&= 8 \times \sin(\text{Radian } 92.108) \\
&= 7.995
\end{aligned}$$

3. Menghitung Dx, Dy, dan Dz

$$\begin{aligned}
\text{a) } \Delta x &= \text{jarak datar} \times \sin(\text{Azimuth}) \\
&= 7.995 \times \sin(\text{Radian } 76.725) \\
&= 7.766 \\
\text{b) } \Delta y &= \text{jarak datar} \times \cos(\text{azimuth}) \\
&= 7.995 \times \cos(76.725) \\
&= 1.897 \\
\text{c) } \Delta z &= 100 \times (BA - BB) \times \sin\left(\frac{\text{sudut vertikal}}{180 \times \pi}\right) \times \cos\left(\frac{\text{sudut vertikal}}{180 \times \pi}\right) + \\
&\quad T \text{ inggi Alat - BT} \\
&= 100 \times (1.200 - 1.12) \times \sin\left(\frac{92,018}{180 \times 3,14}\right) \times \cos\left(\frac{92,018}{180 \times 3,14}\right) + 1.460 \\
&\quad - 1.160 \\
&= 0.384
\end{aligned}$$

4. Menghitung nilai X, Y, dan Z

$$\begin{aligned}
\text{a) } X &= X \text{ awal} + \Delta x \\
&= 36335.03 + 7.766 \\
&= 363360.799 \\
\text{b) } Y &= Y \text{ awal} + \Delta y \\
&= 8828133.94 + 1.897 \\
&= 8828135.836 \\
\text{c) } Z &= Z \text{ awal} + \Delta z \\
&= 14.00 + 0.006 \\
&= 14.006
\end{aligned}$$

Untuk perhitungan titik yang lain dapat dilihat pada lampiran 1 berikut adalah data hitungan nilai X, Y dan Z pada STA 0 + 000

Tabel 4.2 nilai X, Y dan Z STA 0 + 00

Koordinat X	Koordinat Y	Titik Tinggi (Z)
363353.03	8828133.94	14.00
363360.799	8828135.836	14.006
363358.648	8828139.631	13.922
363359.826	8828138.153	13.889
363361.026	8828134.068	14.037
363360.762	8828131.902	14.075
363362.357	8828130.351	13.573
363379.847	8828136.879	13.717

sumber : hasil analisa

Dari hasil perhitungan didapat nilai X, Y dan Z. nilai dari ketiga variabel itu digunakan untuk menggambar trase jalan dengan menginput nilai X, y dan Z kedalam software Autocad Civil 3D dan hasil yang keluar berupa trase jalan sesuai dengan ukuran lebar jalan yang ingin direncanakan. Berikut adalah hasil penggambaran trase jalan pada ruas jalan Pedarro - Ramedue STA 0 + 000 – STA 1 + 500

2. Data kecepatan

Nilai elevasi yang ada pada perhitungan topografi kemudia digunakan untuk menghitung kelandaian memanjang yang nantinya nilai kelandaian memanjang digunakan untuk mengklasifikasi medan jalan, dengan melihat pada persentase kelandaian, dari situ kita tahu bahwa jika persentase kelandaiannya sekian maka titik ini masuk medan datar, bukit, atau gunung

Tabel 4.3 Tabel Perhitungan Kelas Medan

No	Sta	Elevasi		Beda Tinggi	Jarak	Kelandaian %	Klasifikasi Medan
		2	3				
1	0+000 - 0+025	14.006	13.599	-0.407	25	-1.627	D
2	0+025 - 0+050	13.599	13.602	0.003	25	0.012	D
3	0+050 - 0+075	13.602	13.721	0.119	25	0.476	D
4	0+075 - 0+100	13.721	12.725	-0.996	25	-3.984	D
5	0+100 - 0+125	12.725	12.475	-0.250	25	-1.000	D
6	0+125 - 0+150	12.475	12.365	-0.110	25	-0.440	D
7	0+150 - 0+175	12.365	12.310	-0.055	25	-0.220	D
8	0+175 - 0+200	12.310	11.810	-0.500	25	-2.000	D
9	0+200 - 0+225	11.810	11.399	-0.411	25	-1.644	D

10	0+225 - 0+250	11.399	11.315	-0.084	25	-0.336	D
11	0+250 - 0+275	11.315	11.099	-0.216	25	-0.864	D
12	0+275 - 0+300	11.099	10.970	-0.129	25	-0.516	D
13	0+300 - 0+325	10.970	10.850	-0.120	25	-0.480	D
14	0+325 - 0+350	10.850	10.722	-0.128	25	-0.512	D
15	0+350 - 0+375	10.722	10.569	-0.153	25	-0.612	D
16	0+375 - 0+400	10.569	10.409	-0.160	25	-0.640	D
17	0+400 - 0+425	10.409	9.685	-0.724	25	-2.896	D
18	0+425 - 0+450	9.685	8.342	-1.343	25	-5.372	D
19	0+450 - 0+475	8.342	8.002	-0.340	25	-1.360	D
20	0+475 - 0+500	8.002	5.201	-2.801	25	-11.204	D
21	0+500 - 0+525	5.201	4.161	-1.040	25	-4.160	D
22	0+525 - 0+550	4.161	3.190	-0.971	25	-3.884	D
23	0+550 - 0+575	3.190	2.284	-0.906	25	-3.624	D
24	0+575 - 0+600	2.284	2.208	-0.076	25	-0.304	D
25	0+600 - 0+625	2.208	3.011	0.803	25	3.212	D
26	0+625 - 0+650	3.011	2.400	-0.611	25	-2.444	D
27	0+650 - 0+675	2.400	2.188	-0.212	25	-0.848	D
28	0+675 - 0+700	2.188	2.210	0.022	25	0.088	D
29	0+700 - 0+725	2.210	2.119	-0.091	25	-0.364	D
30	0+725 - 0+750	2.119	2.225	0.106	25	0.424	D
31	0+750 - 0+775	2.225	2.232	0.007	25	0.028	D
32	0+775 - 0+800	2.232	2.224	-0.008	25	-0.032	D
33	0+800 - 0+825	2.224	1.850	-0.374	25	-1.496	D
34	0+825 - 0+850	1.850	2.480	0.630	25	2.520	D
35	0+850 - 0+875	2.480	2.320	-0.160	25	-0.640	D
36	0+875 - 0+900	2.320	2.215	-0.105	25	-0.420	D
37	0+900 - 0+925	2.215	2.200	-0.015	25	-0.060	D
38	0+925 - 0+950	2.200	2.000	-0.200	25	-0.800	D
39	0+950 - 0+975	2.000	1.998	-0.002	25	-0.008	D
40	0+975 - 1+000	1.998	1.987	-0.011	25	-0.044	D
41	1+000 - 1+025	1.987	1.993	0.006	25	0.024	D
42	1+025 - 1+050	1.993	1.990	-0.003	25	-0.012	D
43	1+050 - 1+075	1.990	1.879	-0.111	25	-0.444	D
44	1+075 - 1+100	1.879	1.876	-0.003	25	-0.012	D
45	1+100 - 1+125	1.876	1.874	-0.002	25	-0.008	D
46	1+125 - 1+150	1.874	1.856	-0.018	25	-0.072	D

47	1+150 - 1+175	1.856	1.867	0.011	25	0.044	D
48	1+175 - 1+200	1.867	1.854	-0.013	25	-0.052	D
49	1+200 - 1+225	1.854	1.867	0.013	25	0.052	D
50	1+225 - 1+250	1.867	1.865	-0.002	25	-0.008	D
51	1+250 - 1+275	1.865	1.432	-0.433	25	-1.732	D
52	1+275 - 1+300	1.432	1.230	-0.202	25	-0.808	D
53	1+300 - 1+325	1.230	1.210	-0.020	25	-0.080	D
54	1+325 - 1+350	1.210	1.218	0.008	25	0.032	D
55	1+350 - 1+375	1.218	1.216	-0.002	25	-0.008	D
56	1+375 - 1+400	1.216	1.213	-0.003	25	-0.012	D
57	1+400 - 1+425	1.213	1.205	-0.008	25	-0.032	D
58	1+425 - 1+450	1.205	1.203	-0.002	25	-0.008	D
59	1+450 - 1+475	1.203	1.111	-0.092	25	-0.368	D
60	1+475 - 1+500	1.111	1.102	-0.009	25	-0.036	D

sumber : hasil analisa

Dari hasil perhitungan pada tabel didapat klasifikasi jalan sebagai berikut :

Medan datar (D) : < 3% (60 titik)

Medan bukit (B) : 3% - 25% (tidak ada)

Medan gunung (G) : > 25% (tidak ada)

Sesuai dengan hasil perhitungan dapat kita lihat bahwa ruas jalan pedarros – Ramedue masuk dalam medan datar, maka kecepatan rencana untuk jalan lokal dapat dipakai sesuai dengan **Tabel 2.2** Klasifikasi jalan berdasarkan medan jalan yakni 30 - 50 km/h.

3. Data lalulintas harian rata-rata

Setelah dilakukan survei Lalu Lintas Harian Rata – rata (LHR) selama 7 hari (22 September 2020 – 21 Oktober 2020) dengan rentang waktu 24 jam (07:00 – 07:00 WITA) dihitung LHR dengan Rumus :

$$LHR = \frac{\text{Jumlah Kendaraan selama pengamatan}}{\text{Jumlah Hari Pengamatan}}$$

Tabel 4.4 rekapitan LHR untuk 7 Hari

No	jenis kendaraan nama	koef.sumbu	gol kendaraan	LHR (kendaraan)
1	sedan/angkot/pick up	1.1	2,3 ,4	48
2	truck kecil 2 as L	1.2	6a	90
3	trailer	1.2 + 2.2	7c1	0
Jumlah				138

Sumber : hasil analisa

Untuk hasil survey tiap jenis kendaraan dalam 7 hari dapat dilihat pada Lampiran (1 data survey LHR).

Perhitungan LHR untuk Mobil Penumpang (1.1)

$$\begin{aligned} \text{LHRT} &= \text{Jumlah Kendaraan Selama Pengamatan} / \text{Jumlah Hari Pengamatan} \\ &= 48 \text{ Kend}/7 \text{ hari} \\ &= 7 \text{ Kend}/\text{hari}/2 \text{ arah} \end{aligned}$$

Perhitungan LHR untuk truck 2 sumbu ringan (1.2)

$$\begin{aligned} \text{LHRT} &= \text{Jumlah Kendaraan Selama Pengamatan} / \text{Jumlah Hari Pengamatan} \\ &= 90 \text{ Kend}/7 \text{ hari} \\ &= 13 \text{ Kend}/\text{hari}/2 \text{ arah} \end{aligned}$$

Pada jalan ini hanya terdapat 2 golongan kendaraan yaitu, motor (gol 1), sedan, angkot dan pick up (gol , 2 ,3, 4) dan truck 2 sumbu ringan dengan muatan pasir, semen (gol a), untuk kendaraan berat seperti trailer tidak terlihat pada saat survey. Dari data LHR diatas dapat digunakan untuk menghitung beban kumulatif.

4. Data CBR

Pengujian menggunakan alat DCP dilapangan dilakukan untuk mengetahui nilai CBR, dengan panjang jalan yang ditinjau ± 1500 m dilakukan pembagian titik pengamatan tiap 150 m. Berikut adalah hasil survei DCP dan analisa CBR pada STA 0 +000

$$\begin{aligned} \text{Kumulatif tumbukan} &= 40 \\ \text{Kumulatif penetrasi} &= 9.43 \text{ cm} \\ \text{Menghitung DCP} &= \text{kumulatif penetrasi} / \text{kumulatif tumbukan} \\ &= 9.43 / 40 \\ &= 0.24 \\ \text{Menghitung CBR Titik (\%)} &= 2.8135 - 1.313 \text{ Log}_{10} (\text{cm}/\text{tumbukan}) \\ &= 2.8135 - 1.313 \text{ Log}_{10} \times 0.24 \\ &= 3,63 \% \end{aligned}$$

Untuk keseluruhan perhitungan pada sta 0+000 dapat dilihat pada tabel 4.5

Tabel 4.5 Data Pengukuran DCP Pada STA 0+000

FORMULIR SURVEY NILAI CBR						
kota/kabupaten : Kabupaten Sabu Raijua						
Nama Jalan : Pedaro – Ramedue						
Cuaca : cerah						
Hari/Tanggal :						
STA : 0 + 000 (sebelah kanan)						
ukuran konus : 60°						
DCP konus 60°Log10 (CBR) = 2.8135 - 1.313 Log10 (cm/tumbukan)						
No	jumlah tumbukan	jumlah kumulatif tumbukan	kumulatif penetrasi	penetrasi	DCP	CBR(%)
	N		cm			
0	0	0	0	0	cm/tumbukan	
1	5	5	4,5	5	0,24	3,63
2	5	10	6	2		
3	5	15	7,25	6		
4	5	20	7,83	2		
5	5	25	8,12	6		
6	5	30	8,5	2		
7	5	35	8,8	6		
8	5	40	9,43	3		

Sumber: Data hasil survei, 2020

Untuk seluruh hasil survei dan analisa DCP bisa dilihat di lampiran (1 hasil survey DCP) sampai dengan tabel

Nilai CBR titik diperoleh dari data DCP. Ada 11 titik pengamatan pengujian dilapangan yaitu STA 0+000 samapi STA 1+500, dengan interval per STA 150 meter dengan menggunakan DCP (*Dynamic cone penetrometer*). Perhitungan untuk ke-11 titik CBR tersebut dibuat dalam tabel dibawah ini

Tabel 4.6 Tabel Rekapitulasi Nilai CBR Titik

No	STA	Nilai CBR %
1	0 + 000	3,63
2	0 + 150	3,48
3	0 + 300	3,97
4	0 + 450	3,69
5	0 + 600	3,84
6	0 + 750	3,87
7	0 + 900	3,88
8	1 + 050	3,91
9	1 + 200	3,77
10	1 + 350	3,66
11	1 + 500	3,62

sumber : Hasil analisa

Sebelum menghitung nilai CBR segmen, terlebih dahulu tentukan nilai CBR rata-rata.

$$\text{CBR rata-rata} = \frac{\text{Jumlah CBR}}{\text{Jumlah Titik}} = \frac{41,31}{11} = 3,76 \%$$

Data:

CBR rata-rata = 3,76 %

CBR minimum = 3,48 %

CBR maksimum = 3,97

Nilai R = 3,18 (>10 titik pengujian tabel 2.12)

$$\begin{aligned} \text{CBR Segmen} &= \text{CBR rata-rata} - \left(\frac{\text{CBRmax} - \text{CBRmi}}{R} \right) \\ &= 3,76 - \left(\frac{3,97 - 3,48}{3,18} \right) \\ &= 3,60 \% \end{aligned}$$

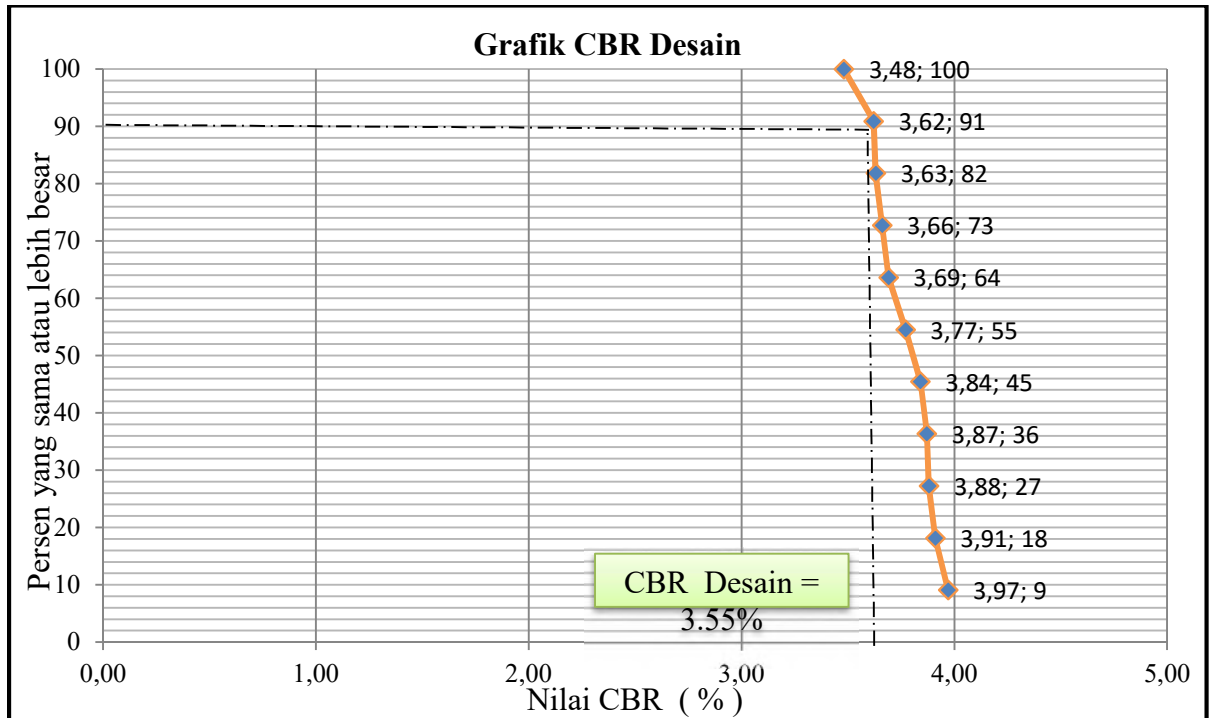
Nilai R = 3,18 karena jumlah titik pengamatan >10 titik.

CBR pertitik		CBR segmen	
CBR pertitik	Nilai CBR	urutan nilai CBR dari terkecil - terbesar	
titik 1	3,63	titik 1	3,97
titik 2	3,48	titik 2	3,91
titik 3	3,97	titik 3	3,88
titik 4	3,69	titik 4	3,87
titik 5	3,84	titik 5	3,84
titik 6	3,87	titik 6	3,77
titik 7	3,88	titik 7	3,69
titik 8	3,91	titik 8	3,66
titik 9	3,77	titik 9	3,63
titik 10	3,66	titik 10	3,62
titik 11	3,62	titik 11	3,48
			41,31

Tabel 4.7 Nilai presentase CBR terurut

No	Titik yang diamati	Nilai CBR (%)	Urutan Nilai CBR Dari Yang Terkecil Sampai Terbesar	Jumlah Data Dengan Nilai CBR Yang Sama Atau Lebih Besar	Presentase
1	STA 0+000	3,64	3,48	11	100
2	STA 0+100	3,49	3,62	10	91
3	STA 0+200	3,97	3,63	9	82
4	STA 0+300	3,74	3,66	8	73
5	STA 0+400	3,85	3,69	7	64
6	STA 0+500	3,87	3,77	6	55
7	STA 0+600	3,92	3,84	5	45
8	STA 0+700	3,91	3,87	4	36
9	STA 0+800	3,78	3,88	3	27
10	STA 0+900	3,66	3,91	2	18
11	STA 1+000	3,67	3,97	1	9

Sumber : hasil analisa



Gambar 4.1 Grafik Nilai CBR Segmen

sumber : Hasil analisa

4.4 Perencanaan Geometric Jalan

4.4.1 Perencanaan Alinyemen Horizontal

Alinyemen Horizontal ialah proyeksi sumbu jalan pada bidang horizontal atau proyeksi horisontal sumbu jalan tegak lurus bidang horisontal/kertas. Alinyemen horizontal merupakan trase jalan yang terdiri dari garis lurus dan garis lengkung. Garis lengkung ditempatkan antara 2 garis lurus untuk mendapatkan perubahan jurusan yang bertahap. Perhitungan alinyemen horizontal berdasarkan gambar trase jalan.

I. Perhitungan untuk tikungan 1 pada STA 0 + 026,78

Data trase maupun data lainnya berhubungan dengan tikungan pada STA 0+026,78 adalah

Kecepatan Rencana (V_r)	= 40 km/jam
Kemiringan melintang maksimum(e_{max})	= 10%
Kemiringan melintang normal(e_n)	= 2 %
Lebar perkerasan	= 2 x 2 m
Sudut Tikungan(β)	= 31°
Jari-jari tikungan(R_d)	= 50 m

Cara mendapatkan jari-jari eksisting:

Membuka gambar trase jalan yang sudah di gambar pada aplikasi AutoCad Civil 3D, setelah gambar sudah dibuka maka klik pada trase jalan kemudian pilih pada tab geometri editor, kemudian klik pada tab alignment grid view, maka akan muncul data-data berupa type garis, parameter constraint, length, radius (jari-jari eksisting) dan sudut luar tikungan (β) untuk setiap tikungannya.

Menghitung Fmax, Rmin dan Dmax menggunakan rumus:

$$\begin{aligned} F_{max} &= 0,192 - (0,00065 \times V_r) \\ &= 0,192 - (0,00065 \times 40) \\ &= 0,166 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} R_{min} &= \frac{V_R^2}{127(e_{maks} \times f_{maks})} \\ &= \frac{40^2}{127(0,10 \times 0,166)} \\ &= 47,36 \text{ m} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} D_{max} &= \frac{181913,53(e_{maks} + f_{maks})}{V^2} \\ &= \frac{181913,53(0,10 + 0,173)}{40^2} \\ &= 30,24^\circ \end{aligned}$$

Cek untuk tikungan Full Circle (FC)

Untuk kecepatan (V_r) 40 km/jam, menurut TPGJAK 1997 Rmin untuk full circle (FC) adalah 250 m (tabel 2.6)

Syarat tikungan full circle (FC):

$R_d > R_{min\ fc} = 50 < 250 \text{ m}$ (tidak memenuhi syarat)

1. Cek tikungan Spiral Circle Spital (S-C-S)

Perhitungan alinyemen horisontal menggunakan metode Bina Marga, dengan nilai e dan L_s . lengkung peralihan minimum dan superelevasi (e_{maks} 10%) dihitung menggunakan rumus sebagai berikut:

Menghitung Derajat kelengkungan (D) dan e (superelevasi) menggunakan rumus:

$$\begin{aligned} D &= \frac{1432,39}{R_d} \\ &= \frac{1432,39}{50} \\ &= 28,65^\circ \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} e &= \frac{-e_{max} \times D^2}{D_{max}^2} + \frac{2 \times e_{max} \times D}{D_{max}} \\ &= \frac{-0,10 \times 50,78^2}{30,24^2} + \frac{2 \times 0,10 \times 50,78}{30,24} \\ &= -0,0897 + 0,18945 \\ &= 0,0979 = 9,972 \% \end{aligned}$$

Menghitung lengkung peralihan (Ls)

Berdasarkan waktu tempuh maksimum (3 detik), untuk melintasi lengkung peralihan, maka panjang lengkung:

$$\begin{aligned} L_s &= \frac{V_R}{3,6} \times T \\ &= \frac{40}{3,6} \times 3 \\ &= 33,3 \text{ m} \end{aligned}$$

Menghitung sudut lengkung spiral:

$$\begin{aligned} \theta_s &= \frac{90 \times L_s}{\pi \times R_d} \\ &= \frac{90 \times 33,3}{3,14 \times 50} \\ &= 19,10^\circ \end{aligned}$$

Menghitung sudut lengkung circle:

$$\begin{aligned} \theta_c &= \beta - (2 \times \theta_s) \\ &= 31 - (2 \times 19,10) \\ &= -7,20^\circ \end{aligned}$$

Menghitung panjang busur lingkaran

$$\begin{aligned} L_c &= \left(\frac{\theta_c}{360}\right) \times 2 \pi \times R_d \\ &= \left(\frac{36,54}{360}\right) \times 2 \times 3,14 \times 50 \\ &= -6,281 \text{ m} \end{aligned}$$

L Total = Lc + 2 x Ls

$$\begin{aligned} &= -6,281 \text{ m} + 2 \times 33,3 \\ &= 60,39 \text{ m} \end{aligned}$$

$$P = \frac{L_s^2}{6 R_d} - R_d (1 - \cos \theta_s)$$

Syarat tikungan jenis S-C-S = Lc > 20

$$= -6,281 < 20 \text{ (tidak memenuhi syarat)}$$

2. Cek tikungan spiral – spiral

Data-data perencanaan

- Kelas jalan = III C
- Kecepatan rencana (Vr) = 40 km/jam
- e_{maksimum} = 10%
- e_{normal} = 10%
- Lebar jalan = 2 x 1,5 m
- sudut b = 31°

direncanakan lengkung berbentuk spiral-spiral dan R yang digunakan adalah :

$$R_c = 50 \text{ m}$$

$$e = 0,10$$

$$L_s = 33,33 \text{ m}$$

menghitung sudut lengkung spiral

$$\theta_s = \frac{1}{2} \times b$$

$$\theta_s = \frac{1}{2} \times 31$$

$$\theta_s = 15,5^\circ$$

Panjang lengkungan perahlihan (panjang dari titik TS ke SC atau CS ke ST).

$$L_s = \theta_s \times \pi \times \frac{R}{90}$$

$$L_s = 15,5^\circ \times 3,14 \times \frac{50}{90}$$

$$L_s = 27,053 \text{ m}$$

Ls minimum berdasarkan landai relatif menurut metode Bina Marga adalah $m \times (e + en) \times B$.

$$m = 100 \text{ untuk } V_r 40 \text{ km/jam}$$

$$L_s \text{ minimum} = m \times (e + en) \times B$$

$$= 100 \times (0,02 + 0,10) \times 1,5$$

$$= 17,96 \text{ m}$$

$$L_s = 27,053 > L_s \text{ Minimum} = 17,96 \text{ m}$$

Karena hasil Ls lebih besar dari Ls minimum maka $R_c = 50 \text{ m}$ dapat digunakan

$$\theta_s = 15,5^\circ$$

Maka nilai p^* dan k^* dapat dilihat pada Tabel besaran p^* dan k^*

berdasarkan nilai θ_s Tabel 2.

$$p^* = 0,0230863$$

$$k^* = 0,498757$$

menghitung Pergeseran tangen terhadap spiral

$$p = p^* \times L_s$$

$$= 0,0230863 \times 27,053$$

$$= 0,625 \text{ m}$$

Menghitung Absis dari p pada garis tangen spiral.

$$k = k^* \times L_s$$

$$= 0,498757 \times 27,053$$

$$= 13,493 \text{ m}$$

$$\begin{aligned}
L &= 2 \times L_s \\
&= 2 \times 27,053 \\
&= 54,105 \text{ m} \\
T_s &= (R_c + p) \times \tan \frac{1}{2} \times b + k \\
&= (50 + 0,625) \times \tan \frac{1}{2} \times 31 + 13,493 \\
&= 27,532 \text{ m} \\
E_s &= (R_c + p) \times \sec \frac{1}{2} \times b + R_c \\
&= (50 + 0,625) \times \sec \frac{1}{2} \times 31 + 50 \\
&= 2,535 \text{ m}
\end{aligned}$$

Dari perhitungan diatas didapat data lengkung spira-spiral sebagai berikut :

V	= 40 km/jam	L	= 54,105 m
b	= 31°	e	= 0,097 = 10 %
θ_s	= 15,5°	L _s	= 33,3 m
R _c	= 50 m	L _c	= 0 m
E _s	= 2,54 m	p	= 0,625 m
T _s	= 27,53 m	k	= 13,493 m

Perhitungan landai relatif

$$\begin{aligned}
\text{Landai relatif} &= ((e_n + b) \times B) / L_s \\
\text{Landai relatif} &= ((0.02 + 0.10) \times 2.0) / 33,3 \\
\text{Landai relatif} &= 0.0070\%
\end{aligned}$$

3. Pelebaran pada tikungan

Data yang berhubungan dengan perhitungan pelebaran perkerasan pada tikungan 1 adalah:

Kendaraan rencana adalah Truck/Bus (tabel 2.7)

Lebar kendaraan (b)	= 2,5 m
Jarak gandar (p)	= 6,5 m
Tonjolan depan kendaraan (a)	= 1,5 m
Kecepatan rencana (V _r)	= 40 km
Jumlah lajur lintasan (n)	= 2
Jari-jari tikungan (R)	= 40,14 m
Lebar total perkerasan (B _n)	= 4 m
Kebesaran samping (C)	= 0,8 m

$$B = \sqrt{\left\{ \sqrt{(RC^2 - 64) + 1,25} \right\}^2 + 64} - \sqrt{(RC^2 - 64) + 1,25}$$

$$\begin{aligned}
&= \sqrt{\left\{ \sqrt{(40,14^2 - 64)} + 1,25 \right\}^2} + 64 - \sqrt{(40^2 - 64)} + 1,25 \\
&= 41,37 + 39,33 + 1,25 \\
&= 3,28 \text{ m}
\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
Z &= \frac{0,105 Vr}{\sqrt{RC}} \\
&= \frac{0,105 \times 40}{\sqrt{40,14}} \\
&= 0,7 \text{ m}
\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
U &= B - b \\
&= 3,28 - 2,5 \\
&= 0,78 \text{ m}
\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
Bt &= n (B + C) + Z \\
&= 2 (3,28 + 0,8) + 0,7 \\
&= 8,82
\end{aligned}$$

Jadi lebar total perkerasan pada tikungan 1 adalah 8,82 m

II. Perhitungan untuk tikungan 2 STA 0 + 068,45

Data trase maupun data lainnya berhubungan dengan tikungan pada STA 0 + 068,45 adalah

Kecepatan Rencana (V_r)	= 40 km/jam
Kemiringan melintang maksimum(e_{max})	= 10%
Kemiringan melintang normal(e_n)	= 2 %
Lebar perkerasan	= 2 x 1,5 m
Sudut Tikungan(β)	= 49,05°
Jari-jari tikungan(R_d)	= 70 m

Menghitung F_{max} , R_{min} dan D_{max} menggunakan rumus:

$$\begin{aligned}
F_{max} &= 0,192 - (0,00065 \times V_r) \\
&= 0,192 - (0,00065 \times 40) \\
&= 0,166
\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
R_{min} &= \frac{V_R^2}{127(e_{maks} \times f_{maks})} \\
&= \frac{40^2}{127(0,10 \times 0,166)} \\
&= 47,36 \text{ m}
\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
D_{max} &= \frac{181913,53 (e_{maks} + f_{maks})}{V^2} \\
&= \frac{181913,53 (0,10 + 0,173)}{40^2} \\
&= 30,24^\circ
\end{aligned}$$

Cek untuk tikungan Full Circle (FC)

Untuk kecepatan (Vr) 40 km/jam, menurut TPGJAK 1997 Rmin untuk full circle (FC) adalah 250 m (tabel 2.6)

Syarat tikungan full circle (FC):

$R_d > R_{min\ fc} = 70 < 250\ m$ (tidak memenuhi syarat)

1. Cek tikungan Spiral Circle Spitral (S-C-S)

Menghitung Derajat kelengkungan (D) dan e (superelevasi) menggunakan rumus:

$$\begin{aligned} D &= \frac{1432,39}{R_d} \\ &= \frac{1432,39}{70} \\ &= 20,46^\circ \\ e &= \frac{-e_{max} \times D^2}{D_{max}^2} + \frac{2 \times e_{max} \times D}{D_{max}} \\ &= \frac{-0,10 \times 20,46^2}{30,24^2} + \frac{2 \times 0,10 \times 20,46}{30,24} \\ &= \frac{-0,10 \times 418,72}{914,65} + \frac{2 \times 0,10 \times 20,46}{30,24} \\ &= -0,0458 + 0,1353 \\ &= 0,0859 = 8,954\ \% \end{aligned}$$

2. Menghitung lengkung peralihan (Ls)

Berdasarkan waktu tempuh maksimum (3 detik), untuk melintasi lengkung peralihan, maka panjang lengkung:

$$\begin{aligned} L_s &= \frac{VR}{3,6} \times T \\ &= \frac{40}{3,6} \times 3 \\ &= 33,3\ m \end{aligned}$$

Menghitung sudut lengkung spiral:

$$\begin{aligned} \theta_s &= \frac{90 \times L_s}{\pi \times R_d} \\ &= \frac{90 \times 33,3}{3,14 \times 70} \\ &= 13,64^\circ \end{aligned}$$

Menghitung sudut lengkung circle:

$$\begin{aligned} \theta_c &= \beta - (2 \times \theta_s) \\ &= 49,045 - (2 \times 13,64) \\ &= 21,77^\circ \end{aligned}$$

Menghitung panjang busur lingkaran

$$L_c = \left(\frac{\theta_c}{360}\right) \times 2 \pi \times R_d$$

$$= \left(\frac{17,22}{360}\right) \times 2 \times 3,14 \times 70$$

$$= 26,59 \text{ m}$$

$$L \text{ Total} = L_c + 2 \times L_s$$

$$= 26,58 \text{ m} + 2 \times 33,3$$

$$= 93,26 \text{ m}$$

$$P = \frac{L_s^2}{6 R d} - R d (1 - \cos \theta_s)$$

$$= \frac{33,3^2}{6 \times 70} - 70 (1 - \cos 13,64)$$

$$= 0,671 \text{ m}$$

$$k = L_s - \frac{L_s^2}{40 R d^2} - R d \sin \theta_s$$

$$= 33,3 - \frac{33,3^2}{40 \times 70^2} - 70 \sin 13,64$$

$$= 16,56 \text{ m}$$

Menghitung Ts, dan Es

$$T_s = (R d + p) \operatorname{tg} \left(\frac{1}{2} \beta\right) + k$$

$$= (70 + 0,67) \operatorname{tg} \left(\frac{1}{2} 49,05\right) + 16,56$$

$$= 48,88 \text{ m}$$

$$E_s = (R d + p) \sec \left(\frac{1}{2} \beta\right) - R d$$

$$= (70 + 0,67) \sec \left(\frac{1}{2} 49,05\right) - 70$$

$$= 7,68 \text{ m}$$

Syarat tikungan spiral-circle-spiral

$$\Theta_c > 0 = 43,75 > 0 \dots\dots\dots (\text{memenuhi syarat})$$

$$L_c > 20 \text{ m} = 26,59 \text{ m} > 20 \text{ m} \dots\dots\dots (\text{memenuhi syarat})$$

Kontrol perhitungan

$$2 \times T_s > L \text{ total}$$

$$2 \times 48,88 > 93,26 \text{ m}$$

$$97,76 \text{ m} > 93,26 \text{ m} \dots\dots\dots (\text{memenuhi syarat})$$

Jadi tikungan 2 menggunakan jenis tikungan Spiral Circle Spiral (S-C-S)

Hasil perhitungan

V	= 40 km/jam	L	= 93,26 m
β	= 49,05°	e	= 0,0895 = 8,95 %
Θ_s	= 13,64°	Ls	= 33,3 m
Rc	= 70 m	Lc	= 26,59 m
Es	= 7,68 m	p	= 0,67 m
Ts	= 48,88 m	k	= 16,64 m

Perhitungan landai relatif

$$\text{Landai relatif} = ((e_n + b) \times B) / LS$$

$$\text{Landai relatif} = ((0.02 + 0,098) \times 2.0) / 33,3$$

$$\text{Landai relatif} = 0.0071 \%$$

3. Pelebaran pada tikungan

Data yang berhubungan dengan perhitungan pelebaran perkerasan pada tikungan 2 adalah:

Kendaraan rencana adalah Truck/Bus (tabel 2.7)

$$\text{Lebar kendaraan (b)} = 2,5 \text{ m}$$

$$\text{Jarak gandar (p)} = 6,5 \text{ m}$$

$$\text{Tonjolan depan kendaraan (a)} = 1,5 \text{ m}$$

$$\text{Kecepatan rencana (Vr)} = 40 \text{ km}$$

$$\text{Jumlah lajur lintasan (n)} = 2$$

$$\text{Jari-jari tikungan (R)} = 41,14 \text{ m}$$

$$\text{Lebar total perkerasan (Bn)} = 4 \text{ m}$$

$$\text{Kebesaran samping (C)} = 0,8 \text{ m}$$

$$\begin{aligned} B &= \sqrt{\left\{\sqrt{(RC^2 - 64) + 1,25}\right\}^2 + 64} - \sqrt{(RC^2 - 64) + 1,25} \\ &= \sqrt{\left\{\sqrt{(41,14^2 - 64) + 1,25}\right\}^2 + 64} - \sqrt{(41,14^2 - 64) + 1,25} \\ &= 42,37 + 40,35 + 1,25 \\ &= 3,26 \text{ m} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} Z &= \frac{0.105 Vr}{\sqrt{RC}} \\ &= \frac{0.105 \times 40}{\sqrt{40,14}} \\ &= 0,65 \text{ m} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} U &= B - b \\ &= 3,26 - 2,5 \\ &= 0,76 \text{ m} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} B_t &= n(B + C) + Z \\ &= 2(3,26 + 0,8) + 0,65 \\ &= 8,78 \end{aligned}$$

Jadi lebar total perkerasan pada tikungan 2 adalah 8,78 m

III. Perhitungan untuk tikungan 2 STA 0 + 409,73

Data trase maupun data lainnya berhubungan dengan tikungan pada STA 0 + 068,45 adalah

Kecepatan Rencana (V_r)	= 40 km/jam
Kemiringan melintang maksimum(e_{max})	= 10%
Kemiringan melintang normal(e_n)	= 2 %
Lebar perkerasan	= 2 x 1,5 m
Sudut Tikungan(β)	= 17,50°
Jari-jari tikungan(R_d)	= 250 m

Menghitung F_{max} , R_{min} dan D_{max} menggunakan rumus:

$$\begin{aligned} F_{max} &= 0,192 - (0,00065 \times V_r) \\ &= 0,192 - (0,00065 \times 40) \\ &= 0,166 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} R_{min} &= \frac{V_R^2}{127(e_{maks} \times f_{maks})} \\ &= \frac{40^2}{127(0,10 \times 0,166)} \\ &= 47,36 \text{ m} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} D_{max} &= \frac{181913,53 (e_{maks} + f_{maks})}{V^2} \\ &= \frac{181913,53 (0,10 + 0,173)}{40^2} \\ &= 30,24^\circ \end{aligned}$$

1. Cek untuk tikungan Full Circle (FC)

Untuk kecepatan (V_r) 40 km/jam, menurut TPGJAK 1997 R_{min} untuk full circle (FC) adalah 250 m (tabel 2.6)

Syarat tikungan full circle (FC):

$$R_d > R_{min} \text{ fc} = 250 < 250 \text{ m (memenuhi syarat)}$$

Menghitung panjang tangen ke circle

$$\begin{aligned} T_c &= R_d \cdot \tan \frac{1}{2} \Delta \\ &= 70 \times \tan (1/2 \times 17,50) \\ &= 38,48 \text{ m} \end{aligned}$$

Menghitung jarak dari PI ke busur lingkaran (m)

$$\begin{aligned} E_c &= T_c \cdot \tan \frac{1}{4} \Delta \\ &= 38,48 \times \tan (1/4 \times 17,50) \\ &= 2,94 \text{ m} \end{aligned}$$

Menghitung panjang busur lingkaran (m)

$$\begin{aligned} L_c &= \frac{\Delta \cdot 2\pi R_d}{360^\circ} \\ &= 17,50 \times (2 \times 3,14) \times 70 \\ &= 76,32 \text{ m} \end{aligned}$$

Syarat tikungan FC adalah $R_c > R_{min} = 250 \geq 250$ (ok. Memenuhi syarat)

Atau $L_c > 20 = 76,32 > 2s_0$ (ok. Memenuhi syarat)

Dari hasil perhitungan di atas didapat data berbentuk busur lingkaran sederhana :

V_r	= 40 km/jam	L_c	= 76,34 m
β	= 17,50	e	= 0,0979 %
R	= 250 m	E_c	= 2,94 m
T_c	= 38,479 m		

Menghitung landai relatif :

$$\text{Landai relatif} = \frac{(e+en)B}{L_s}$$

$$\text{Landai relatif} = \frac{(0,02 + 0,979)}{33,33}$$

$$\text{Landai relatif} = 0,0053 \%$$

2. Pelebaran pada tikungan

Data yang berhubungan dengan perhitungan pelebaran perkerasan pada tikungan 1 adalah:

Kendaraan rencana adalah Truck/Bus (tabel 2.7)

Lebar kendaraan (b) = 2,5 m

Jarak gandar (p) = 6,5 m

Tonjolan depan kendaraan (a) = 1,5 m

Kecepatan rencana (V_r) = 40 km

Jumlah lajur lintasan (n) = 2

Jari-jari tikungan (R) = 40,14 m

Lebar total perkerasan (B_n) = 4 m

Kebesan samping (C) = 0,8 m

$$\begin{aligned} B &= \sqrt{\left\{\sqrt{(RC^2 - 64) + 1,25}\right\}^2 + 64 - \sqrt{(RC^2 - 64) + 1,25}} \\ &= \sqrt{\left\{\sqrt{(40,14^2 - 64) + 1,25}\right\}^2 + 64 - \sqrt{(40^2 - 64) + 1,25}} \\ &= 41,37 + 39,33 + 1,25 \\ &= 3,28 \text{ m} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} Z &= \frac{0,105 V_r}{\sqrt{RC}} \\ &= \frac{0,105 \times 40}{\sqrt{40,14}} \\ &= 0,7 \text{ m} \end{aligned}$$

$$U = B - b$$

$$= 3,28 - 2,5$$

$$= 0,78 \text{ m}$$

$$Bt = n (B + C) + Z$$

$$= 2 (3,28 + 0,8) + 0,7$$

$$= 8,82$$

Jadi lebar total perkerasan pada tikungan 1 adalah 8,82 m

IV. Perhitungan untuk tikungan 2 STA 0 + 695,62

Data trase maupun data lainnya berhubungan dengan tikungan pada STA 0 + 695,62 adalah

$$\text{Kecepatan Rencana (Vr)} = 40 \text{ km/jam}$$

$$\text{Kemiringan melintang maksimum}(e_{\text{maks}}) = 10\%$$

$$\text{Kemiringan melintang normal}(e_n) = 2 \%$$

$$\text{Lebar perkerasan} = 2 \times 1,5 \text{ m}$$

$$\text{Sudut Tikungan}(\beta) = 17,50^\circ$$

$$\text{Jari-jari tikungan}(R_d) = 6,43 \text{ m}$$

Menghitung Fmax, Rmin dan Dmax menggunakan rumus:

$$F_{\text{max}} = 0,192 - (0,00065 \times V_r)$$

$$= 0,192 - (0,00065 \times 40)$$

$$= 0,166$$

$$R_{\text{min}} = \frac{V_R^2}{127(e_{\text{maks}} \times f_{\text{maks}})}$$

$$= \frac{40^2}{127 (0,10 \times 0,166)}$$

$$= 47,36 \text{ m}$$

$$D_{\text{max}} = \frac{181913,53 (e_{\text{maks}} + f_{\text{maks}})}{V^2}$$

$$= \frac{181913,53 (0,10 + 0,173)}{40^2}$$

$$= 30,24^\circ$$

1. Cek untuk tikungan Full Circle (FC)

Untuk kecepatan (Vr) 40 km/jam, menurut TPGJAK 1997 Rmin untuk full circle (FC) adalah 250 m (tabel 2.6)

Syarat tikungan full circle (FC):

$$R_d > R_{\text{min fc}} = 250 < 250 \text{ m (memenuhi syarat)}$$

Menghitung panjang tangen ke circle

$$T_c = R_d \cdot \tan \frac{1}{2} \Delta$$

$$= 250 \times \tan (1/2 \times 6,43)$$

$$= 14,04 \text{ m}$$

Menghitung jarak dari PI ke busur lingkaran (m)

$$\begin{aligned} E_c &= T_c \cdot \tan \frac{1}{4} \Delta \\ &= 14,04 \times \tan (1/4 \times 6,43) \\ &= 0,394 \text{ m} \end{aligned}$$

Menghitung panjang busur lingkaran (m)

$$\begin{aligned} L_c &= \frac{\Delta \cdot 2\pi R d}{360^\circ} \\ &= 6,43 \times (2 \times 3,14) \times 250 \\ &= 30,453 \text{ m} \end{aligned}$$

Syarat tikungan FC adalah $R_c > R_{min} = 250 \geq 250$ OK (ok. Memenuhi syarat)

Atau $L_c > 20 = 30,453 > 20$ OK (Memenuhi syarat)

Dari hasil perhitungan di atas didapat data berbentuk busur lingkaran sederhana :

V_r	$= 40 \text{ km/jam}$	L_c	$= 30,45 \text{ m}$
β	$= 6,43$	e	$= 0,0979 \%$
R	$= 250 \text{ m}$	E_c	$= 0,394 \text{ m}$
T_c	$= 14,04 \text{ m}$		

Menghitung landai relatif :

$$\begin{aligned} \text{Landai relatif} &= \frac{(e+en)B}{L_s} \\ \text{Landai relatif} &= \frac{(0,02 + 0,979)}{33,33} \\ \text{Landai relatif} &= 0,0053 \%$$

2. Pelebaran pada tikungan

Data yang berhubungan dengan perhitungan pelebaran perkerasan pada tikungan 1 adalah:

Kendaraan rencana adalah Truck/Bus (tabel 2.7)

Lebar kendaraan (b)	$= 2,5 \text{ m}$
Jarak gandar (p)	$= 6,5 \text{ m}$
Tonjolan depan kendaraan (a)	$= 1,5 \text{ m}$
Kecepatan rencana (V_r)	$= 40 \text{ km}$
Jumlah lajur lintasan (n)	$= 2$
Jari-jari tikungan (R)	$= 40,14 \text{ m}$
Lebar total perkerasan (B_n)	$= 4 \text{ m}$
Kebesaran samping (C)	$= 0,8 \text{ m}$

$$B = \sqrt{\left\{ \sqrt{(RC^2 - 64)} + 1,25 \right\}^2} + 64 - \sqrt{(RC^2 - 64)} + 1,25$$

$$\begin{aligned}
&= \sqrt{\left\{\sqrt{(40,14^2 - 64)} + 1,25\right\}^2} + 64 - \sqrt{(40^2 - 64)} + 1,25 \\
&= 41,37 + 39,33 + 1,25 \\
&= 3,28 \text{ m}
\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
Z &= \frac{0,105 Vr}{\sqrt{RC}} \\
&= \frac{0,105 \times 40}{\sqrt{40,14}} \\
&= 0,7 \text{ m}
\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
U &= B - b \\
&= 3,28 - 2,5 \\
&= 0,78 \text{ m}
\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
Bt &= n (B + C) + Z \\
&= 2 (3,28 + 0,8) + 0,7 \\
&= 8,82
\end{aligned}$$

Jadi lebar total perkerasan pada tikungan 1 adalah 8,82 m

V. Perhitungan untuk tikungan 2 STA 0 + 795,25

Data trase maupun data lainnya berhubungan dengan tikungan pada STA 0 + 068,45 adalah

Kecepatan Rencana (V_r)	= 40 km/jam
Kemiringan melintang maksimum(e_{max})	= 10%
Kemiringan melintang normal(e_n)	= 2 %
Lebar perkerasan	= 2 x 1,5 m
Sudut Tikungan(β)	= 46,65°
Jari-jari tikungan(R_d)	= 70 m

Menghitung F_{max} , R_{min} dan D_{max} menggunakan rumus:

$$\begin{aligned}
F_{max} &= 0,192 - (0,00065 \times V_r) \\
&= 0,192 - (0,00065 \times 40) \\
&= 0,166
\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
R_{min} &= \frac{V_R^2}{127(e_{maks} \times f_{maks})} \\
&= \frac{40^2}{127(0,10 \times 0,166)} \\
&= 47,36 \text{ m}
\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
D_{max} &= \frac{181913,53 (e_{maks} + f_{maks})}{V^2} \\
&= \frac{181913,53 (0,10 + 0,173)}{40^2} \\
&= 30,24^\circ
\end{aligned}$$

Cek untuk tikungan Full Circle (FC)

Untuk kecepatan (V_r) 40 km/jam, menurut TPGJAK 1997 R_{min} untuk full circle (FC) adalah 250 m (tabel 2.6)

Syarat tikungan full circle (FC):

$R_d > R_{min\ fc} = 70 < 250$ m (tidak memenuhi syarat)

1. Cek tikungan Spiral Circle Spitral (S-C-S)

Menghitung Derajat kelengkungan (D) dan e (superelevasi) menggunakan rumus:

$$\begin{aligned} D &= \frac{1432,39}{R_d} \\ &= \frac{1432,39}{70} \\ &= 20,46^\circ \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} e &= \frac{-e_{max} \times D^2}{D_{max}^2} + \frac{2 \times e_{max} \times D}{D_{max}} \\ &= \frac{-0,10 \times 20,46^2}{30,24^2} + \frac{2 \times 0,10 \times 20,46}{30,24} \\ &= \frac{-0,10 \times 418,72}{914,65} + \frac{2 \times 0,10 \times 20,46}{30,24} \\ &= -0,0458 + 0,1353 \\ &= 0,0895 = 8,954 \% \end{aligned}$$

Menghitung lengkung peralihan (L_s)

Berdasarkan waktu tempuh maksimum (3 detik), untuk melintasi lengkung peralihan, maka panjang lengkung:

$$\begin{aligned} L_s &= \frac{V R}{3,6} \times T \\ &= \frac{40}{3,6} \times 3 \\ &= 33,3 \text{ m} \end{aligned}$$

Menghitung sudut lengkung spiral:

$$\begin{aligned} \theta_s &= \frac{90 \times L_s}{\pi \times R_d} \\ &= \frac{90 \times 33,3}{3,14 \times 70} \\ &= 13,64^\circ \end{aligned}$$

Menghitung sudut lengkung circle:

$$\begin{aligned} \theta_c &= \beta - (2 \times \theta_s) \\ &= 46,65 - (2 \times 13,64) \\ &= 19,37^\circ \end{aligned}$$

Menghitung panjang busur lingkaran

$$L_c = \left(\frac{\theta_c}{360}\right) \times 2 \pi \times R_d$$

$$= \left(\frac{17,22}{360}\right) \times 2 \times 3,14 \times 70$$

$$= 23,66 \text{ m}$$

$$L \text{ Total} = L_c + 2 \times L_s$$

$$= 23,66 \text{ m} + 2 \times 33,3$$

$$= 90,33 \text{ m}$$

$$P = \frac{L_s^2}{6 R d} - R d (1 - \cos \theta_s)$$

$$= \frac{33,3^2}{6 \times 70} - 70 (1 - \cos 13,64)$$

$$= 0,671 \text{ m}$$

$$k = L_s - \frac{L_s^2}{40 R d^2} - R d \sin \theta_s$$

$$= 33,3 - \frac{33,3^2}{40 \times 70^2} - 70 \sin 13,64$$

$$= 16,56 \text{ m}$$

Menghitung Ts, dan Es

$$T_s = (R_d + p) \operatorname{tg} \left(\frac{1}{2} \beta\right) + k$$

$$= (70 + 0,67) \operatorname{tg} \left(\frac{1}{2} 46,65\right) + 16,56$$

$$= 47,04 \text{ m}$$

$$E_s = (R_d + p) \sec \left(\frac{1}{2} \beta\right) - R_d$$

$$= (70 + 0,67) \sec \left(\frac{1}{2} 46,65\right) - 70$$

$$= 6,96 \text{ m}$$

Syarat tikungan spiral-circle-spiral

$$\theta_c > 0 = 19,37^\circ > 0 \dots\dots\dots (\text{memenuhi syarat})$$

$$L_c > 20 \text{ m} = 23,66 \text{ m} > 20 \text{ m} \dots\dots\dots (\text{memenuhi syarat})$$

Kontrol perhitungan

$$2 \times T_s > L \text{ total}$$

$$2 \times 47,04 > 90,33 \text{ m}$$

$$94,083 \text{ m} > 90,33 \text{ m} \dots\dots\dots (\text{memenuhi syarat})$$

Jadi tikungan 5 menggunakan jenis tikungan Spiral Circle Spiral (S-C-S)

Hasil perhitungan

V_r	$= 40 \text{ km/jam}$	L	$= 90,33 \text{ m}$
β	$= 46,65^\circ$	e	$= 0,0895 = 8,95 \%$
θ_s	$= 13,64^\circ$	L_s	$= 33,3 \text{ m}$
R_c	$= 70 \text{ m}$	L_c	$= 23,66 \text{ m}$
E_s	$= 6,96 \text{ m}$	p	$= 0,671 \text{ m}$
T_s	$= 47,04 \text{ m}$	k	$= 16,64 \text{ m}$

Perhitungan landai relatif

$$\text{Landai relatif} = ((e_n + b) \times B) / LS$$

$$\text{Landai relatif} = ((0.02 + 0,098) \times 2.0) / 33,3$$

$$\text{Landai relatif} = 0.0071 \%$$

2. Pelebaran pada tikungan

Data yang berhubungan dengan perhitungan pelebaran perkerasan pada tikungan 2 adalah:

Kendaraan rencana adalah Truck/Bus (tabel 2.7)

$$\text{Lebar kendaraan (b)} = 2,5 \text{ m}$$

$$\text{Jarak gandar (p)} = 6,5 \text{ m}$$

$$\text{Tonjolan depan kendaraan (a)} = 1,5 \text{ m}$$

$$\text{Kecepatan rencana (Vr)} = 40 \text{ km}$$

$$\text{Jumlah lajur lintasan (n)} = 2$$

$$\text{Jari-jari tikungan (R)} = 41,14 \text{ m}$$

$$\text{Lebar total perkerasan (Bn)} = 4 \text{ m}$$

$$\text{Kebesaran samping (C)} = 0,8 \text{ m}$$

$$\begin{aligned} B &= \sqrt{\left\{\sqrt{(RC^2 - 64)} + 1,25\right\}^2} + 64 - \sqrt{(RC^2 - 64)} + 1,25 \\ &= \sqrt{\left\{\sqrt{(41,14^2 - 64)} + 1,25\right\}^2} + 64 - \sqrt{(41,14^2 - 64)} + 1,25 \\ &= 42,37 + 40,35 + 1,25 \\ &= 3,26 \text{ m} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} Z &= \frac{0.105 Vr}{\sqrt{RC}} \\ &= \frac{0.105 \times 40}{\sqrt{40,14}} \\ &= 0,65 \text{ m} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} U &= B - b \\ &= 3,26 - 2,5 \\ &= 0,76 \text{ m} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} B_t &= n(B + C) + Z \\ &= 2(3,26 + 0,8) + 0,65 \\ &= 8,78 \end{aligned}$$

Jadi lebar total perkerasan pada tikungan 2 adalah 8,78 m

VI. Perhitungan untuk tikungan 2 STA 0 + 921,62

Data trase maupun data lainnya berhubungan dengan tikungan pada STA 0+375 adalah

Kecepatan Rencana (V_r)	= 40 km/jam
Kemiringan melintang maksimum(e_{max})	= 10%
Kemiringan melintang normal(e_n)	= 2 %
Lebar perkerasan	= 2 x 1,5 m
Sudut Tikungan(β)	= 27,07 °
Jari-jari tikungan(R_d)	= 30 m

Cara mendapatkan jari-jari eksisting:

Membuka gambar trase jalan yang sudah di gambar pada aplikasi AutoCad Civil 3D, setelah gambar sudah dibuka maka klik pada trase jalan kemudian pilih pada tab geometri editor, kemudian klik pada tab alignment grid view, maka akan muncul data-data berupa type garis, parameter constraint, length, radius (jari-jari eksisting) dan sudut luar tikungan (β) untuk setiap tikungannya.

Menghitung F_{max} , R_{min} dan D_{max} menggunakan rumus:

$$\begin{aligned}
 F_{max} &= 0,192 - (0,00065 \times V_r) \\
 &= 0,192 - (0,00065 \times 40) \\
 &= 0,166
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 R_{min} &= \frac{V_R^2}{127(e_{maks} \times f_{maks})} \\
 &= \frac{40^2}{127(0,10 \times 0,166)} \\
 &= 47,36 \text{ m}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 D_{max} &= \frac{181913,53(e_{maks} + f_{maks})}{V^2} \\
 &= \frac{181913,53(0,10 + 0,173)}{40^2} \\
 &= 30,24^\circ
 \end{aligned}$$

Cek untuk tikungan Full Circle (FC)

Untuk kecepatan (V_r) 40 km/jam, menurut TPGJAK 1997 R_{min} untuk full circle (FC) adalah 250 m (tabel 2.6)

Syarat tikungan full circle (FC):

$$R_d > R_{min} \text{ fc} = 30 < 250 \text{ m} \dots\dots\dots(\text{tidak memenuhi syarat})$$

4. Cek tikungan Spiral Circle Spital (S-C-S)

Perhitungan alinyemen horisontal menggunakan metode Bina Marga, dengan nilai e dan L_s . lengkung perahlihan minimum dan superelevasi (e_{maks} 10%) dihitung menggunakan rumus sebagai berikut:

Menghitung Derajat kelengkungan (D) dan e (superelevasi) menggunakan rumus:

$$D = \frac{1432,39}{R_d}$$

$$= \frac{1432,39}{30}$$

$$= 47,75^\circ$$

$$\begin{aligned} e &= \frac{-e_{max} \times D^2}{D_{max}^2} + \frac{2 \times e_{max} \times D}{D_{max}} \\ &= \frac{-0,10 \times 47,75^2}{30,24^2} + \frac{2 \times 0,10 \times 47,75}{30,24} \\ &= -0,2492 + 0,31575 \\ &= 0,0665 = 6,650\% \end{aligned}$$

Menghitung lengkung peralihan (Ls)

Berdasarkan waktu tempuh maksimum (3 detik), untuk melintasi lengkung peralihan, maka panjang lengkung:

$$\begin{aligned} L_s &= \frac{VR}{3,6} \times T \\ &= \frac{40}{3,6} \times 3 \\ &= 33,3 \text{ m} \end{aligned}$$

Menghitung sudut lengkung spiral:

$$\begin{aligned} \Theta_s &= \frac{90 \times L_s}{\pi \times R_d} \\ &= \frac{90 \times 33,3}{3,14 \times 40} \\ &= 31,83^\circ \end{aligned}$$

Menghitung sudut lengkung circle:

$$\begin{aligned} \Theta_c &= \beta - (2 \times \Theta_s) \\ &= 27,07 - (2 \times 31,83) \\ &= -36,59^\circ \end{aligned}$$

Menghitung panjang busur lingkaran

$$\begin{aligned} L_c &= \left(\frac{\Theta_c}{360}\right) \times 2 \pi \times R_d \\ &= \left(\frac{36,59}{360}\right) \times 2 \times 3,14 \times 40 \\ &= -19,157 \text{ m} \end{aligned}$$

$$L \text{ Total} = L_c + 2 \times L_s$$

$$\begin{aligned} &= -19,157 \text{ m} + 2 \times 33,3 \\ &= 47,51 \text{ m} \end{aligned}$$

$$\text{Syarat tikungan jenis S-C-S} = L_c > 20$$

$$= -19,157 < 20 \text{ (tidak memenuhi syarat)}$$

5. Cek tikungan spiral – spiral

Data-data perencanaan

- Kelas jalan = III C

- Kecepatan rencana (V_r) = 40 km/jam
- e_{maksimum} = 10%
- e_{normal} = 2%
- Lebar jalan = 2 x 1,5 m
- sudut b = 27,074°

direncanakan lengkung berbentuk spiral-spiral dan R yang digunakan adalah :

$$\begin{aligned} R_c &= 40 \text{ m} \\ e &= 0,067 \\ L_s &= 33,33 \text{ m} \end{aligned}$$

menghitung sudut lengkung spiral

$$\begin{aligned} \theta_s &= \frac{1}{2} \times b \\ \theta_s &= \frac{1}{2} \times 27,074^\circ \\ \theta_s &= 13,54^\circ \end{aligned}$$

Panjang lengkungan perahlihan (panjang dari titik TS ke SC atau CS ke ST).

$$\begin{aligned} L_s &= \theta_s \times \pi \frac{R}{90} \\ L_s &= 13,54^\circ \times 3,14 \times \frac{40}{90} \\ L_s &= 14,18 \text{ m} \end{aligned}$$

L_s minimum berdasarkan landai relatif menurut metode Bina Marga adalah $m \times (e + e_n) \times B$.

$$\begin{aligned} m &= 100 \text{ untuk } V_r \text{ 40 km/jam} \\ L_s \text{ minimum} &= m \times (e + e_n) \times B \\ &= 100 \times (0,02 + 0,10) \times 1,5 \\ &= 12,98 \text{ m} \end{aligned}$$

$$L_s = 14,18 > L_s \text{ Minimum} = 12,98 \text{ m}$$

Karena hasil L_s lebih besar dari L_s minimum maka $R_c = 40 \text{ m}$ dapat digunakan

$$\theta_s = 13,54^\circ$$

Maka nilai p^* dan k^* dapat dilihat pada Tabel besaran p^* dan k^* berdasarkan nilai θ_s Tabel 2.

$$\begin{aligned} p^* &= 0,02075894 \\ k^* &= 0,49899166 \end{aligned}$$

menghitung Pergeseran tangen terhadap spiral

$$p = p^* \times L_s$$

$$= 0,02075894 \times 14,18$$

$$= 0,29 \text{ m}$$

Menghitung Absis dari p pada garis tangen spiral.

$$k = k^* \times L_s$$

$$= 0,49899166 \times 14,18$$

$$= 7,075 \text{ m}$$

$$L = 2 \times L_s$$

$$= 2 \times 14,18$$

$$= 28,35 \text{ m}$$

$$T_s = (R_c + p) \times \tan \frac{1}{2} \times b + k$$

$$= (40 + 0,29) \times \tan \frac{1}{2} \times 27,04 + 7,075$$

$$= 14,37 \text{ m}$$

$$E_s = (R_c + p) \times \sec \frac{1}{2} \times b + R_c$$

$$= (40 + 0,29) \times \sec \frac{1}{2} \times 27,04 + 40$$

$$= 1,16 \text{ m}$$

Dari perhitungan diatas didapat data lengkung spira-spiral sebagai berikut :

V	= 40 km/jam	L	= 28,35 m
b	= 27,04°	e	= 0,067 = 6,650 %
θ_s	= 13,54°	L_s	= 33,3 m
R_c	= 40 m	L_c	= 0 m
E_s	= 1,16 m	p	= 0,29 m
T_s	= 14,37 m	k	= 7,07 m

Perhitungan landai relatif

$$\text{Landai relatif} = ((e_n + b) \times B) / L_s$$

$$\text{Landai relatif} = ((0,02 + 0,10) \times 2,0) / 33,3$$

$$\text{Landai relatif} = 0,0070\%$$

3. Pelebaran pada tikungan

Data yang berhubungan dengan perhitungan pelebaran perkerasan pada tikungan 2 adalah:

Kendaraan rencana adalah Truck/Bus (tabel 2.7)

Lebar kendaraan (b)	= 2,5 m
Jarak gandar (p)	= 6,5 m
Tonjolan depan kendaraan (a)	= 1,5 m
Kecepatan rencana (V_r)	= 40 km

$$\begin{aligned} \text{Jumlah lajur lintasan (n)} &= 2 \\ \text{Jari-jari tikungan (R)} &= 41,14 \text{ m} \\ \text{Lebar total perkerasan (Bn)} &= 4 \text{ m} \\ \text{Kebesan samping (C)} &= 0,8 \text{ m} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} B &= \sqrt{\left\{\sqrt{(RC^2 - 64) + 1,25}\right\}^2 + 64} - \sqrt{(RC^2 - 64) + 1,25} \\ &= \sqrt{\left\{\sqrt{(41,14^2 - 64) + 1,25}\right\}^2 + 64} - \sqrt{(41,14^2 - 64) + 1,25} \\ &= 42,37 + 40,35 + 1,25 \\ &= 3,26 \text{ m} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} Z &= \frac{0,105 Vr}{\sqrt{RC}} \\ &= \frac{0,105 \times 40}{\sqrt{40,14}} \\ &= 0,65 \text{ m} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} U &= B - b \\ &= 3,26 - 2,5 \\ &= 0,76 \text{ m} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} Bt &= n(B + C) + Z \\ &= 2(3,26 + 0,8) + 0,65 \\ &= 8,78 \end{aligned}$$

Jadi lebar total perkerasan pada tikungan 2 adalah 8,78 m

VII. Perhitungan untuk tikungan 2 STA 0 + 968,61

Data trase maupun data lainnya berhubungan dengan tikungan pada STA

0+375 adalah

$$\begin{aligned} \text{Kecepatan Rencana (Vr)} &= 40 \text{ km/jam} \\ \text{Kemiringan melintang maksimum(emax)} &= 10\% \\ \text{Kemiringan melintang normal(en)} &= 2\% \\ \text{Lebar perkerasan} &= 2 \times 2 \text{ m} \\ \text{Sudut Tikungan}(\beta) &= 18,89^\circ \\ \text{Jari-jari tikungan(Rd)} &= 170 \text{ m} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} F_{\max} &= 0,192 - (0,00065 \times Vr) \\ &= 0,192 - (0,00065 \times 40) \\ &= 0,166 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} R_{\min} &= \frac{V_R^2}{127(e_{\max} \times f_{\max})} \\ &= \frac{40^2}{127(0,10 \times 0,166)} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
&= 47.36 \text{ m} \\
D_{\max} &= \frac{181913,53 (e_{\max} + f_{\max})}{V^2} \\
&= \frac{181913,53 (0,10 + 0,173)}{40^2} \\
&= 30,24^\circ
\end{aligned}$$

Cek untuk tikungan Full Circle (FC)

Untuk kecepatan (V_r) 40 km/jam, menurut TPGJAK 1997 R_{\min} untuk full circle (FC) adalah 250 m (tabel 2.6)

Syarat tikungan full circle (FC):

$R_d > R_{\min fc} = 170 < 250 \text{ m}$ (tidak memenuhi syarat)

6. Cek tikungan Spiral Circle Spitral (S-C-S)

Perhitungan alinyemen horisontal menggunakan metode Bina Marga, dengan nilai e dan L_s . lengkung peralihan minimum dan superelevasi (e_{\max} 10%) dihitung menggunakan rumus sebagai berikut:

Menghitung Derajat kelengkungan (D) dan e (superelevasi) menggunakan rumus:

$$\begin{aligned}
D &= \frac{1432,39}{170} \\
&= \frac{1432,39}{60} \\
&= 8,43^\circ \\
e &= \frac{-e_{\max} \times D^2}{D_{\max}^2} + \frac{2 \times e_{\max} \times D}{D_{\max}} \\
&= \frac{-0,10 \times 8,43^2}{30,24^2} + \frac{2 \times 0,10 \times 8,43}{30,24} \\
&= -0,0078 + 0,05572 \\
&= 0,04796 = 4,7958 \%
\end{aligned}$$

Menghitung lengkung peralihan (L_s)

Berdasarkan waktu tempuh maksimum (3 detik), untuk melintasi lengkung peralihan, maka panjang lengkung:

$$\begin{aligned}
L_s &= \frac{V R}{3,6} \times T \\
&= \frac{40}{3,6} \times 3 \\
&= 33.3 \text{ m}
\end{aligned}$$

Menghitung sudut lengkung spiral:

$$\begin{aligned}
\theta_s &= \frac{90 \times L_s}{\pi \times R_d} \\
&= \frac{90 \times 33,3}{3,14 \times 170} \\
&= 5,62^\circ
\end{aligned}$$

Menghitung sudut lengkung circle:

$$\begin{aligned}\Theta_c &= \beta - (2 \times \theta_s) \\ &= 18,89 - (2 \times 5,62) \\ &= 7,66^\circ\end{aligned}$$

Menghitung panjang busur lingkaran

$$\begin{aligned}L_c &= \left(\frac{\Theta_c}{360}\right) \times 2 \pi \times R_d \\ &= \left(\frac{-12,94}{360}\right) \times 2 \times 3,14 \times 170 \\ &= 22,71 \text{ m}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}L \text{ Total} &= L_c + 2 \times L_s \\ &= 22,71 \text{ m} + 2 \times 33,3 \\ &= 89,38 \text{ m}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}P &= \frac{L_s^2}{6 R_d} - R_d (1 - \cos \theta_s) \\ &= \frac{33,3^2}{6 \times 170} - 170 (1 - \cos 7,66) \\ &= 0,273 \text{ m}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}k &= L_s - \frac{L_s^2}{40 R_d^2} - R_d \sin \theta_s \\ &= 33,3 - \frac{33,3^2}{40 \times 170^2} - 170 \sin 7,66 \\ &= 16,66 \text{ m}\end{aligned}$$

Menghitung Ts, dan Es

$$\begin{aligned}T_s &= (R_d + p) \operatorname{tg} \left(\frac{1}{2} \beta\right) + k \\ &= (170 + 0,27) \operatorname{tg} \left(\frac{1}{2} 18,89\right) + 16,66 \\ &= 44,99 \text{ m}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}E_s &= (R_d + p) \sec \left(\frac{1}{2} \beta\right) - R_d \\ &= (170 + 0,27) \sec \left(\frac{1}{2} 18,89\right) - 170 \\ &= 2,61 \text{ m}\end{aligned}$$

Syarat tikungan spiral-circle-spiral

$$\theta_c > 0 \quad = 7,66 \quad > 0 \quad \dots\dots\dots \text{(memenuhi syarat)}$$

$$L_c > 20 \text{ m} \quad = 22,71 \text{ m} \quad > 20 \text{ m} \quad \dots\dots\dots \text{(memenuhi syarat)}$$

Kontrol perhitungan

$$2 \times T_s \quad > L \text{ total}$$

$$2 \times 44,99 \quad > 89,38 \text{ m}$$

$$89,97 \text{ m} \quad > 89,38 \text{ m} \quad \dots\dots\dots \text{(memenuhi syarat)}$$

Jadi tikungan 2 menggunakan jenis tikungan Spiral Circle Spiral (S-C-S)

Hasil perhitungan

V	= 40 km/jam	L	= 89,38 m
β	= 18,89°	e	= 0,048 = 4,795 %
θ_s	= 5,62°	Ls	= 33,3 m
Rc	= 170 m	Lc	= 22,71 m
Es	= 2,61 m	p	= 0,23 m
Ts	= 44,99 m	k	= 16,66 m

Perhitungan landai relatif

$$\text{Landai relatif} = (e + e_n) \times B / LS$$

$$\text{Landai relatif} = ((0.02 + 0,048) \times 2.0) / 33,3$$

$$\text{Landai relatif} = 0.00408 \%$$

4. Pelebaran pada tikungan

Data yang berhubungan dengan perhitungan pelebaran perkerasan pada tikungan 2 adalah:

Kendaraan rencana adalah Truck/Bus (tabel 2.7)

$$\text{Lebar kendaraan (b)} = 2,5 \text{ m}$$

$$\text{Jarak gandar (p)} = 6,5 \text{ m}$$

$$\text{Tonjolan depan kendaraan (a)} = 1,5 \text{ m}$$

$$\text{Kecepatan rencana (Vr)} = 40 \text{ km}$$

$$\text{Jumlah lajur lintasan (n)} = 2$$

$$\text{Jari-jari tikungan (R)} = 170 \text{ m}$$

$$\text{Lebar total perkerasan (Bn)} = 4 \text{ m}$$

$$\text{Kebesaran samping (C)} = 0,8 \text{ m}$$

$$B = \sqrt{\left\{\sqrt{(RC^2 - 64) + 1,25}\right\}^2 + 64} - \sqrt{(RC^2 - 64) + 1,25}$$

$$= \sqrt{\left\{\sqrt{(170^2 - 64) + 1,25}\right\}^2 + 64} - \sqrt{(170^2 - 64) + 1,25}$$

$$= 171,25 + 169,81 + 1,25$$

$$= 2,68 \text{ m}$$

$$Z = \frac{0.105 Vr}{\sqrt{RC}}$$

$$= \frac{0.105 \times 40}{\sqrt{40,14}}$$

$$= 0,32 \text{ m}$$

$$U = B - b$$

$$= 2,69 - 2,50$$

$$= 0,19 \text{ m}$$

$$B_t = n(B + C) + Z$$

$$= 2 (2,68 + 0,8) + 0,32$$

$$= 7,30$$

Jadi lebar total perkerasan pada tikungan 7 adalah 7,30 m

VIII. Perhitungan untuk tikungan 2 STA 1 + 103,41

Data trase maupun data lainnya berhubungan dengan tikungan pada STA 1+103,41 adalah

Kecepatan Rencana (Vr)	= 40 km/jam
Kemiringan melintang maksimum(emax)	= 10%
Kemiringan melintang normal(en)	= 2 %
Lebar perkerasan	= 2 x 2 m
Sudut Tikungan(β)	= 37,4°
Jari-jari tikungan(Rd)	= 90 m

$$F_{max} = 0,192 - (0,00065 \times V_r)$$

$$= 0,192 - (0,00065 \times 40)$$

$$= 0.166$$

$$R_{min} = \frac{V_R^2}{127(e_{maks} \times f_{maks})}$$

$$= \frac{40^2}{127 (0,10 \times 0,166)}$$

$$= 47.36 \text{ m}$$

$$D_{max} = \frac{181913,53 (e_{maks} + f_{maks})}{V^2}$$

$$= \frac{181913,53 (0,10 + 0,173)}{40^2}$$

$$= 30,24^\circ$$

Cek untuk tikungan Full Circle (FC)

Untuk kecepatan (Vr) 40 km/jam, menurut TPGJAK 1997 Rmin untuk full circle (FC) adalah 250 m (tabel 2.6)

Syarat tikungan full circle (FC):

$$R_d > R_{min} \text{ fc} = 90 < 250 \text{ m} \dots\dots\dots(\text{tidak memenuhi syarat})$$

7. Cek tikungan Spiral Circle Spitral (S-C-S)

Perhitungan alinyemen horisontal menggunakan metode Bina Marga, dengan nilai e dan Ls. lengkung perahlihan minimum dan superelevasi (emax 10%) dihitung menggunakan rumus sebagai berikut:

Menghitung Derajat kelengkungan (D) dan e (superelevasi) menggunakan rumus:

$$D = \frac{1432,39}{R_d}$$

$$= \frac{1432,39}{90}$$

$$\begin{aligned}
&= 15,92^\circ \\
e &= \frac{-e_{max} \times D^2}{D_{max}^2} + \frac{2 \times e_{max} \times D}{D_{max}} \\
&= \frac{-0,10 \times 15,92^2}{30,24^2} + \frac{2 \times 0,10 \times 15,92}{30,24} \\
&= -0,0277 + 0,10525 \\
&= 0,07756 = 7,75561 \%
\end{aligned}$$

Menghitung lengkung peralihan (Ls)

Berdasarkan waktu tempuh maksimum (3 detik), untuk melintasi lengkung peralihan, maka panjang lengkung:

$$\begin{aligned}
Ls &= \frac{VR}{3,6} \times T \\
&= \frac{40}{3,6} \times 3 \\
&= 33,3 \text{ m}
\end{aligned}$$

Menghitung sudut lengkung spiral:

$$\begin{aligned}
\theta_s &= \frac{90 \times Ls}{\pi \times Rd} \\
&= \frac{90 \times 33,3}{3,14 \times 90} \\
&= 10,61^\circ
\end{aligned}$$

Menghitung sudut lengkung circle:

$$\begin{aligned}
\theta_c &= \beta - (2 \times \theta_s) \\
&= 37,40 - (2 \times 10,61) \\
&= 16,18^\circ
\end{aligned}$$

Menghitung panjang busur lingkaran

$$\begin{aligned}
Lc &= \left(\frac{\theta_c}{360}\right) \times 2 \pi \times Rd \\
&= \left(\frac{16,18}{360}\right) \times 2 \times 3,14 \times 90 \\
&= 25,41 \text{ m}
\end{aligned}$$

L Total = Lc + 2 x Ls

$$\begin{aligned}
&= 25,41 \text{ m} + 2 \times 33,3 \\
&= 92,08 \text{ m}
\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
P &= \frac{Ls^2}{6 Rd} - Rd (1 - \cos \theta_s) \\
&= \frac{33,3^2}{6 \times 90} - 90 (1 - \cos 10,61) \\
&= 0,52 \text{ m}
\end{aligned}$$

$$k = Ls - \frac{Ls^2}{40 Rd^2} - Rd \sin \theta_s$$

$$= 33,3 - \frac{33,3^2}{40 \times 90^2} - 90 \sin 10,61$$

$$= 16,65 \text{ m}$$

Menghitung Ts, dan Es

$$T_s = (R_d + p) \operatorname{tg} (\frac{1}{2} \beta) + k$$

$$= (90 + 0,52) \operatorname{tg} (\frac{1}{2} 37,40) + 16,65$$

$$= 47,21 \text{ m}$$

$$E_s = (R_d + p) \operatorname{sec} (\frac{1}{2} \beta) - R_d$$

$$= (90 + 0,52) \operatorname{sec} (\frac{1}{2} 37,40) - 90$$

$$= 5,56 \text{ m}$$

Syarat tikungan spiral-circle-spiral

$$\theta_c > 0 = 16,18 > 0 \dots\dots\dots (\text{memenuhi syarat})$$

$$L_c > 20 \text{ m} = 25,41 \text{ m} > 20 \text{ m} \dots\dots\dots (\text{memenuhi syarat})$$

Kontrol perhitungan

$$2 \times T_s > L \text{ total}$$

$$2 \times 47,21 > 92,08 \text{ m}$$

$$94,42 \text{ m} > 92,08 \text{ m} \dots\dots\dots (\text{memenuhi syarat})$$

Jadi tikungan 8 menggunakan jenis tikungan Spiral Circle Spiral (S-C-S)

Hasil perhitungan

V	= 40 km/jam	L	= 92,08 m
β	= 37,40°	e	= 0,07756 = 7,7556 %
θ_s	= 10,61°	Ls	= 33,3 m
Rc	= 90 m	Lc	= 25,41 m
Es	= 5,56 m	p	= 0,52 m
Ts	= 47,21 m	k	= 16,65 m

Perhitungan landai relatif

$$\text{Landai relatif} = (e + e_n) \times B / LS$$

$$\text{Landai relatif} = ((0,02 + 0,07756) \times 2,0) / 33,3$$

$$\text{Landai relatif} = 0,00585 \%$$

5. Pelebaran pada tikungan

Data yang berhubungan dengan perhitungan pelebaran perkerasan pada tikungan 2 adalah:

Kendaraan rencana adalah Truck/Bus (tabel 2.7)

$$\text{Lebar kendaraan (b)} = 2,5 \text{ m}$$

$$\text{Jarak gandar (p)} = 6,5 \text{ m}$$

$$\text{Tonjolan depan kendaraan (a)} = 1,5 \text{ m}$$

Kecepatan rencana (V_r)	= 40 km
Jumlah lajur lintasan (n)	= 2
Jari-jari tikungan (R)	= 90 m
Lebar total perkerasan (B_n)	= 4 m
Kebesan samping (C)	= 0,8 m

$$\begin{aligned}
 B &= \sqrt{\left\{\sqrt{(RC^2 - 64)} + 1,25\right\}^2} + 64 - \sqrt{(RC^2 - 64)} + 1,25 \\
 &= \sqrt{\left\{\sqrt{(90^2 - 64)} + 1,25\right\}^2} + 64 - \sqrt{(90^2 - 64)} + 1,25 \\
 &= 91,25 + 89,64 + 1,25 \\
 &= 2,85 \text{ m}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 Z &= \frac{0,105 V_r}{\sqrt{RC}} \\
 &= \frac{0,105 \times 40}{\sqrt{90}} \\
 &= 0,44 \text{ m}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 U &= B - b \\
 &= 2,85 - 2,50 \\
 &= 0,35 \text{ m}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 B_t &= n (B + C) + Z \\
 &= 2 (2,85 + 0,8) + 0,44 \\
 &= 7,75 \text{ m}
 \end{aligned}$$

Jadi lebar total perkerasan pada tikungan 8 adalah 7,75 m

IX. Perhitungan untuk tikungan 2 STA 1 + 103,41

Data trase maupun data lainnya berhubungan dengan tikungan pada STA

1+103,41 adalah

Kecepatan Rencana (V_r)	= 40 km/jam
Kemiringan melintang maksimum(e_{max})	= 10%
Kemiringan melintang normal(e_n)	= 2 %
Lebar perkerasan	= 2 x 2 m
Sudut Tikungan(β)	= 34,38°
Jari-jari tikungan(R_d)	= 90 m

$$\begin{aligned}
 f_{max} &= 0,192 - (0,00065 \times V_r) \\
 &= 0,192 - (0,00065 \times 40) \\
 &= 0,166
 \end{aligned}$$

$$R_{min} = \frac{V_R^2}{127(e_{maks} \times f_{maks})}$$

$$= \frac{40^2}{127 (0,10 \times 0,166)}$$

$$= 47,36 \text{ m}$$

$$D_{\max} = \frac{181913,53 (e_{\max} + f_{\max})}{V^2}$$

$$= \frac{181913,53 (0,10 + 0,173)}{40^2}$$

$$= 30,24^\circ$$

Cek untuk tikungan Full Circle (FC)

Untuk kecepatan (V_r) 40 km/jam, menurut TPGJAK 1997 R_{\min} untuk full circle (FC) adalah 250 m (tabel 2.6)

Syarat tikungan full circle (FC):

$R_d > R_{\min} \text{ fc} = 90 < 250 \text{ m}$ (tidak memenuhi syarat)

8. Cek tikungan Spiral Circle Spitral (S-C-S)

Perhitungan alinyemen horisontal menggunakan metode Bina Marga, dengan nilai e dan L_s . lengkung peralihan minimum dan superelevasi (e_{\max} 10%) dihitung menggunakan rumus sebagai berikut:

Menghitung Derajat kelengkungan (D) dan e (superelevasi) menggunakan rumus:

$$D = \frac{1432,39}{R_d}$$

$$= \frac{1432,39}{90}$$

$$= 15,92^\circ$$

$$e = \frac{-e_{\max} \times D^2}{D_{\max}^2} + \frac{2 \times e_{\max} \times D}{D_{\max}}$$

$$= \frac{-0,10 \times 15,92^2}{30,24^2} + \frac{2 \times 0,10 \times 15,92}{30,24}$$

$$= -0,0277 + 0,10525$$

$$= 0,07756 = 7,75561 \%$$

Menghitung lengkung peralihan (L_s)

Berdasarkan waktu tempuh maksimum (3 detik), untuk melintasi lengkung peralihan, maka panjang lengkung:

$$L_s = \frac{VR}{3,6} \times T$$

$$= \frac{40}{3,6} \times 3$$

$$= 33,3 \text{ m}$$

Menghitung sudut lengkung spiral:

$$\theta_s = \frac{90 \times L_s}{\pi \times R_d}$$

$$= \frac{90 \times 33,3}{3,14 \times 90}$$

$$= 10,61^\circ$$

Menghitung sudut lengkung circle:

$$\begin{aligned}\theta_c &= \beta - (2 \times \theta_s) \\ &= 34,38 - (2 \times 10,61) \\ &= 13,15^\circ\end{aligned}$$

Menghitung panjang busur lingkaran

$$\begin{aligned}L_c &= \left(\frac{\theta_c}{360}\right) \times 2 \pi \times R_d \\ &= \left(\frac{13,15}{360}\right) \times 2 \times 3,14 \times 90 \\ &= 20,65 \text{ m}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}L \text{ Total} &= L_c + 2 \times L_s \\ &= 20,65 \text{ m} + 2 \times 33,3 \\ &= 87,32 \text{ m}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}P &= \frac{L_s^2}{6 R_d} - R_d (1 - \cos \theta_s) \\ &= \frac{33,3^2}{6 \times 90} - 90 (1 - \cos 10,61) \\ &= 0,52 \text{ m}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}k &= L_s - \frac{L_s^2}{40 R_d^2} - R_d \sin \theta_s \\ &= 33,3 - \frac{33,3^2}{40 \times 90^2} - 90 \sin 10,61 \\ &= 16,65 \text{ m}\end{aligned}$$

Menghitung Ts, dan Es

$$\begin{aligned}T_s &= (R_d + p) \operatorname{tg} \left(\frac{1}{2} \beta\right) + k \\ &= (90 + 0,52) \operatorname{tg} \left(\frac{1}{2} 34,38\right) + 16,65 \\ &= 44,56 \text{ m}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}E_s &= (R_d + p) \sec \left(\frac{1}{2} \beta\right) - R_d \\ &= (90 + 0,52) \sec \left(\frac{1}{2} 34,38\right) - 90 \\ &= 4,75 \text{ m}\end{aligned}$$

Syarat tikungan spiral-circle-spiral

$$\theta_c > 0 \quad = 13,15 > 0 \dots\dots\dots (\text{memenuhi syarat})$$

$$L_c > 20 \text{ m} \quad = 20,65 \text{ m} > 20 \text{ m} \dots\dots\dots (\text{memenuhi syarat})$$

Kontrol perhitungan

$$2 \times T_s > L \text{ total}$$

$$2 \times 44,56 > 87,32 \text{ m}$$

$$89,13 \text{ m} > 87,32 \text{ m} \dots\dots\dots (\text{memenuhi syarat})$$

Jadi tikungan 8 menggunakan jenis tikungan Spiral Circle Spiral (S-C-S)

Hasil perhitungan

V	= 40 km/jam	L	= 87,32 m
β	= 34,38°	e	= 0,07756 = 7,7556 %
θ_s	= 10,61°	Ls	= 33,3 m
Rc	= 90 m	Lc	= 20,65 m
Es	= 4,75 m	p	= 0,52 m
Ts	= 44,56 m	k	= 16,65 m

Perhitungan landai relatif

$$\begin{aligned}\text{Landai relatif} &= (e + en) \times B / LS \\ \text{Landai relatif} &= ((0.02 + 0,07756) \times 2.0) / 33,3 \\ \text{Landai relatif} &= 0,00585 \%\end{aligned}$$

6. Pelebaran pada tikungan

Data yang berhubungan dengan perhitungan pelebaran perkerasan pada tikungan 2 adalah:

Kendaraan rencana adalah Truck/Bus (tabel 2.7)

Lebar kendaraan (b)	= 2,5 m
Jarak gandar (p)	= 6,5 m
Tonjolan depan kendaraan (a)	= 1,5 m
Kecepatan rencana (Vr)	= 40 km
Jumlah lajur lintasan (n)	= 2
Jari-jari tikungan (R)	= 90 m
Lebar total perkerasan (Bn)	= 4 m
Kebesasan samping (C)	= 0,8 m

$$\begin{aligned}B &= \sqrt{\left\{\sqrt{(RC^2 - 64)} + 1,25\right\}^2} + 64 - \sqrt{(RC^2 - 64)} + 1,25 \\ &= \sqrt{\left\{\sqrt{(90^2 - 64)} + 1,25\right\}^2} + 64 - \sqrt{(90^2 - 64)} + 1,25 \\ &= 91,25 + 89,64 + 1,25 \\ &= 2,85 \text{ m}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}Z &= \frac{0.105 Vr}{\sqrt{RC}} \\ &= \frac{0.105 \times 40}{\sqrt{90}} \\ &= 0,44 \text{ m}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}U &= B - b \\ &= 2,85 - 2,50 \\ &= 0,35 \text{ m}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
Bt &= n (B + C) + Z \\
&= 2 (2,85 + 0,8) + 0,44 \\
&= 7,75 \text{ m}
\end{aligned}$$

Jadi lebar total perkerasan pada tikungan 8 adalah 7,75 m

X. Perhitungan untuk tikungan 2 STA 1 + 103,41

Data trase maupun data lainnya berhubungan dengan tikungan pada STA 1+103,41 adalah

- Kecepatan Rencana (Vr) = 40 km/jam
- Kemiringan melintang maksimum(emax) = 10%
- Kemiringan melintang normal(en) = 2 %
- Lebar perkerasan = 2 x 2 m
- Sudut Tikungan(β) = 26,35°
- Jari-jari tikungan(Rd) = 120 m

$$\begin{aligned}
F_{max} &= 0,192 - (0,00065 \times V_r) \\
&= 0,192 - (0,00065 \times 40) \\
&= 0.166
\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
R_{min} &= \frac{V_R^2}{127(e_{maks} \times f_{maks})} \\
&= \frac{40^2}{127 (0,10 \times 0,166)} \\
&= 47.36 \text{ m}
\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
D_{max} &= \frac{181913,53 (e_{maks} + f_{maks})}{V^2} \\
&= \frac{181913,53 (0,10 + 0,173)}{40^2} \\
&= 30,24^\circ
\end{aligned}$$

Cek untuk tikungan Full Circle (FC)

Untuk kecepatan (Vr) 40 km/jam, menurut TPGJAK 1997 Rmin untuk full circle (FC) adalah 250 m (tabel 2.6)

Syarat tikungan full circle (FC):

$$R_d > R_{min\ fc} = 120 < 250 \text{ m} \dots\dots\dots(\text{tidak memenuhi syarat})$$

1. Cek tikungan Spiral Circle Spitral (S-C-S)

Perhitungan alinyemen horisontal menggunakan metode Bina Marga, dengan nilai e dan Ls. lengkung perahlihan minimum dan superelevasi (emax 10%) dihitung menggunakan rumus sebagai berikut:

Menghitung Derajat kelengkungan (D) dan e (superelevasi) menggunakan rumus:

$$D = \frac{1432,39}{R_d}$$

$$= \frac{1432,39}{120}$$

$$= 11,94^\circ$$

$$\begin{aligned} e &= \frac{-e_{max} \times D^2}{D_{max}^2} + \frac{2 \times e_{max} \times D}{D_{max}} \\ &= \frac{-0,10 \times 11,94^2}{30,24^2} + \frac{2 \times 0,10 \times 11,94}{30,24} \\ &= -0,0156 + 0,07894 \\ &= 0,06336 = 6,33597 \% \end{aligned}$$

Menghitung lengkung peralihan (Ls)

Berdasarkan waktu tempuh maksimum (3 detik), untuk melintasi lengkung peralihan, maka panjang lengkung:

$$\begin{aligned} Ls &= \frac{VR}{3,6} \times T \\ &= \frac{40}{3,6} \times 3 \\ &= 33,3 \text{ m} \end{aligned}$$

Menghitung sudut lengkung spiral:

$$\begin{aligned} \theta_s &= \frac{90 \times Ls}{\pi \times Rd} \\ &= \frac{90 \times 33,3}{3,14 \times 120} \\ &= 7,69^\circ \end{aligned}$$

Menghitung sudut lengkung circle:

$$\begin{aligned} \theta_c &= \beta - (2 \times \theta_s) \\ &= 26,35 - (2 \times 7,69) \\ &= 10,41^\circ \end{aligned}$$

Menghitung panjang busur lingkaran

$$\begin{aligned} Lc &= \left(\frac{\theta_c}{360}\right) \times 2 \pi \times Rd \\ &= \left(\frac{10,41}{360}\right) \times 2 \times 3,14 \times 120 \\ &= 21,81 \text{ m} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} L \text{ Total} &= (Lc + 2) \times Ls \\ &= (21,81 + 2) \times 33,3 \\ &= 88,48 \text{ m} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} P &= \frac{Ls^2}{6 Rd} - Rd (1 - \cos \theta_s) \\ &= \frac{33,3^2}{6 \times 120} - 90 (1 - \cos 7,69) \\ &= 0,388 \text{ m} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 k &= L_s - \frac{L_s^2}{40 R d^2} - R d \sin \theta_s \\
 &= 33,3 - \frac{33,3^2}{40 \times 120^2} - 90 \sin 7,69 \\
 &= 16,65 \text{ m}
 \end{aligned}$$

Menghitung Ts, dan Es

$$\begin{aligned}
 T_s &= (R_d + p) \operatorname{tg} \left(\frac{1}{2} \beta \right) + k \\
 &= (120 + 0,38) \operatorname{tg} \left(\frac{1}{2} 26,34 \right) + 16,65 \\
 &= 44,73 \text{ m}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 E_s &= (R_d + p) \operatorname{sec} \left(\frac{1}{2} \beta \right) - R_d \\
 &= (120 + 0,38) \operatorname{sec} \left(\frac{1}{2} 26,34 \right) - 120 \\
 &= 3,64 \text{ m}
 \end{aligned}$$

Syarat tikungan spiral-circle-spiral

$$\theta_c > 0 \quad = 10,41 > 0 \quad \dots\dots\dots \text{(memenuhi syarat)}$$

$$L_c > 20 \text{ m} \quad = 21,81 \text{ m} > 20 \text{ m} \quad \dots\dots\dots \text{(memenuhi syarat)}$$

Kontrol perhitungan

$$2 \times T_s > L \text{ total}$$

$$2 \times 44,72 > 88,48 \text{ m}$$

$$89,46 \text{ m} > 88,48 \text{ m} \quad \dots\dots\dots \text{(memenuhi syarat)}$$

Jadi tikungan 8 menggunakan jenis tikungan Spiral Circle Spiral (S-C-S)

Hasil perhitungan

V	= 40 km/jam	L	= 88,48 m
β	= 26,34°	e	= 0,06336 = 6,335 %
θ_s	= 7,69°	Ls	= 33,3 m
Rc	= 120 m	Lc	= 21,81 m
Es	= 3,64 m	p	= 0,32 m
Ts	= 44,73 m	k	= 16,65 m

Perhitungan landai relatif

$$\text{Landai relatif} = (e + e_n) \times B / L_s$$

$$\text{Landai relatif} = ((0,02 + 0,06336) \times 2,0) / 33,3$$

$$\text{Landai relatif} = 0,00500 \%$$

2. Pelebaran pada tikungan

Data yang berhubungan dengan perhitungan pelebaran perkerasan pada tikungan 2 adalah:

Kendaraan rencana adalah Truck/Bus (tabel 2.7)

$$\text{Lebar kendaraan (b)} = 2,5 \text{ m}$$

Jarak gandar (p)	= 6,5 m
Tonjolan depan kendaraan (a)	= 1,5 m
Kecepatan rencana (Vr)	= 40 km
Jumlah lajur lintasan (n)	= 2
Jari-jari tikungan (R)	= 120 m
Lebar total perkerasan (Bn)	= 4 m
Kebesan samping (C)	= 0,8 m

$$\begin{aligned}
 B &= \sqrt{\left\{\sqrt{(RC^2 - 64)} + 1,25\right\}^2} + 64 - \sqrt{(RC^2 - 64)} + 1,25 \\
 &= \sqrt{\left\{\sqrt{(120^2 - 64)} + 1,25\right\}^2} + 64 - \sqrt{(120^2 - 64)} + 1,25 \\
 &= 121,25 + 119,73 + 1,25 \\
 &= 2,76 \text{ m}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 Z &= \frac{0.105 Vr}{\sqrt{RC}} \\
 &= \frac{0.105 \times 40}{\sqrt{120}} \\
 &= 0,38 \text{ m}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 U &= B - b \\
 &= 2,76 - 2,50 \\
 &= 0,26 \text{ m}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 Bt &= n (B + C) + Z \\
 &= 2 (2,76 + 0,8) + 0,38 \\
 &= 7,51 \text{ m}
 \end{aligned}$$

Jadi lebar total perkerasan pada tikungan 10 adalah 7,51 m

4.4.2 Perencanaan alinyemen vertical

1. Perhitungan Kelandaian

Pada perencanaan ini digunakan kecepatan rencana sebesar 40 km/jam dengan kelandaian maksimumnya 10 % sesuai dengan klasifikasi jalan untuk fungsi jalan lokal Tabel 2.8

Perhitungan kelandaian pada STA 0+000 – 0+025

$$\text{Kelandaian} = \left(\frac{\text{Elevasi akhir rencana} - \text{Elevasi awal rencana}}{\text{Jarak}} \right) \times 100$$

Perhitungan:

$$\text{Elevasi Akhir} = 13,58$$

$$\text{Elevasi Awal} = 14,00$$

$$\text{Jarak} = 25$$

$$\text{Kelandaian} = \left(\frac{13,58-14,00}{25} \right) \times 100$$

$$= -2,68 \%$$

Untuk perhitungan secara keseluruhan dapat dilihat pada tabel dibawah ini :

Tabel 4.8 perhitungan kelandaian

STA	P	elevasi jarak eksisting			elevasi rencana			syarat kelandaian	ket
		1	2	kelandaian %	H1	H2	kelandaian %		
0+000 - 0+025	25	14,00	13,58	-2,68	14,00	13,33	-2,68	< 10%	OK
0+025 - 0+050	25	13,58	13,63	0,20	13,33	13,38	0,2		OK
0+050 - 0+075	25	13,63	13,73	0,40	13,38	13,48	0,4		OK
0+075 - 0+100	25	13,73	12,75	-3,92	13,48	12,50	-3,92		OK
0+100 - 0+125	25	12,75	12,47	-1,12	12,50	12,22	-1,12		OK
0+125 - 0+150	25	12,47	12,36	-0,44	12,22	12,11	-0,44		OK
0+150 - 0+175	25	12,36	12,31	-0,20	12,11	12,06	-0,2		OK
0+175 - 0+200	25	12,31	11,82	-1,96	12,06	11,57	-1,96		OK
0+200 - 0+225	25	11,82	11,40	-1,76	11,57	11,13	-1,76		OK
0+225 - 0+250	25	11,40	11,31	-0,28	11,13	11,06	-0,28		OK
0+250 - 0+275	25	11,31	11,09	-0,88	11,06	10,84	-0,88		OK
0+275 - 0+300	25	11,09	10,95	-0,56	10,84	10,70	-0,56		OK
0+300 - 0+325	25	10,95	10,85	-0,40	10,70	10,60	-0,4		OK
0+325 - 0+350	25	10,85	10,73	-0,48	10,60	10,48	-0,48		OK
0+350 - 0+375	25	10,73	10,57	-0,64	10,48	10,32	-0,64		OK
0+375 - 0+400	25	10,57	10,41	-0,64	10,32	10,16	-0,64		OK
0+400 - 0+425	25	10,41	9,69	-2,88	10,16	9,44	-2,88		OK
0+425 - 0+450	25	9,69	8,34	-5,40	9,44	8,09	-5,4		OK
0+450 - 0+475	25	8,34	8,03	-1,24	8,09	7,78	-1,24		OK
0+475 - 0+500	25	8,03	7,22	-3,24	7,78	6,97	-3,24		OK
0+500 - 0+525	25	7,22	6,16	-4,24	6,97	5,91	-4,24		OK
0+525 - 0+550	25	6,16	5,11	-4,20	5,91	4,86	-4,2		OK
0+550 - 0+575	25	5,11	4,95	-0,64	4,86	4,70	-0,64		OK
0+575 - 0+600	25	4,95	4,80	-0,44	4,70	4,59	-0,44		OK
0+600 - 0+625	25	4,80	5,14	1,20	4,59	4,89	1,2		OK
0+625 - 0+650	25	5,14	3,40	-6,96	4,89	3,15	-6,96		OK
0+650 - 0+675	25	3,40	3,17	-0,92	3,15	2,92	-0,92		OK
0+675 - 0+700	25	3,17	3,22	0,20	2,92	2,97	0,2		OK
0+700 - 0+725	25	3,22	3,18	-0,16	2,97	2,93	-0,16	OK	
0+725 - 0+750	25	3,18	3,27	0,36	2,93	3,02	0,36	OK	

0+750 - 0+775	25	3,27	3,32	0,20	3,02	3,07	0,2	OK
0+775 - 0+800	25	3,32	3,33	0,04	3,07	3,08	0,04	OK
0+800 - 0+825	25	3,33	2,90	-1,72	3,08	2,65	-1,72	OK
0+825 - 0+850	25	2,90	3,53	2,52	2,65	3,28	2,52	OK
0+850 - 0+875	25	3,53	2,32	-4,84	3,28	2,07	-4,84	OK
0+875 - 0+900	25	2,32	2,11	-0,84	2,07	1,86	-0,84	OK
0+900 - 0+925	25	2,11	1,73	-1,52	1,86	1,48	-1,52	OK
0+925 - 0+950	25	1,73	1,45	-1,12	1,48	1,20	-1,12	OK
0+950 - 0+975	25	1,45	1,66	0,84	1,20	1,41	0,84	OK
0+975 - 1+000	25	1,66	1,83	0,68	1,41	1,58	0,68	OK
1+000 - 1+025	25	1,83	1,74	-0,36	1,58	1,49	-0,36	OK
1+025 - 1+050	25	1,74	1,58	-0,64	1,49	1,33	-0,64	OK
1+050 - 1+075	25	1,58	1,43	-0,56	1,33	1,19	-0,56	OK
1+075 - 1+100	25	1,43	1,25	-0,76	1,19	1,00	-0,76	OK
1+100 - 1+125	25	1,25	1,56	1,24	1,00	1,31	1,24	OK
1+125 - 1+150	25	1,56	1,27	-1,16	1,31	1,02	-1,16	OK
1+150 - 1+175	25	1,27	2,03	3,04	1,02	1,78	3,04	OK
1+175 - 1+200	25	2,03	2,32	1,16	1,78	2,07	1,16	OK
1+200 - 1+225	25	2,32	2,28	-0,24	2,07	2,01	-0,24	OK
1+225 - 1+250	25	2,28	1,49	-3,08	2,01	1,24	-3,08	OK
1+250 - 1+275	25	1,49	0,81	-2,72	1,24	0,56	-2,72	OK
1+275 - 1+300	25	0,81	0,78	-0,12	0,56	0,53	-0,12	OK
1+300 - 1+325	25	0,78	1,30	2,08	0,53	1,05	2,08	OK
1+325 - 1+350	25	1,30	1,01	-1,20	1,05	0,75	-1,2	OK
1+350 - 1+375	25	1,01	1,34	1,80	0,75	1,20	1,8	OK
1+375 - 1+400	25	1,34	1,45	-0,08	1,20	1,18	-0,08	OK
1+400 - 1+425	25	1,45	1,41	0,12	1,18	1,21	0,12	OK
1+425 - 1+450	25	1,41	1,52	0,08	1,21	1,23	0,08	OK
1+450 - 1+475	25	1,52	1,51	0,08	1,23	1,25	0,08	OK
1+475 - 1+500	25	1,51	1,54	0,08	1,25	1,27	0,08	OK

Sumber : hasil analisa

1. Perhitungan Lengkung Vertikal

1) Titik PPV STA 0 + 460

Perhitungan Kelandaian (g1 dan g2)

$$PV1 = 0 + 425 \quad \text{Elevasi PV1} = 9,69$$

$$PV2 = 0 + 460 \quad \text{Elevasi PV2} = 8,30$$

$$g1 = \frac{\text{Elevasi akhir} - \text{Elevasi Awal}}{\text{Jarak}} \times 100\%$$

$$= \frac{8,30 - 9,69}{25} \times 100\%$$

$$= -5,56 \%$$

$$\text{PV2} = 0 + 450 \quad \text{Elevasi PV2} = 8,30$$

$$\text{PV3} = 0 + 475 \quad \text{Elevasi PV3} = 8,52$$

$$g2 = \frac{\text{Elevasi akhir} - \text{Elevasi Awal}}{\text{Jarak}} \times 100\%$$

$$= \frac{8,52 - 8,30}{25} \times 100\%$$

$$= 0,88 \%$$

Perbedaan aljabar untuk kelandaian (A)

$$A = g2 - g1$$

$$= 0,88 \% - (-5,56) \%$$

$$= 6,44 \% \text{ (lengkung vertikal cekung)}$$

Panjang lengkung dari PV1 ke PV3

$$L = \text{PV3} - \text{PV1}$$

$$= 475 - 425$$

$$= 50 \text{ m}$$

Perhitungan lengkung vertikal cekung

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

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

$$Jd = 200 \text{ m}$$

Mencari nilai panjang lengkung vertikal

a) Berdasarkan syarat kenyamanan pengemudi

$$Lv = Vr \times 3 \text{ detik}$$

$$= \frac{40 \times 1000}{3600} \times 3$$

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

b) Berdasarkan syarat drainase

$$Lv = 40 \times A$$

$$= 40 \times 6,44$$

$$= 257,60 \text{ m}$$

c) Berdasarkan keluwesan bentuk

$$Lv = 0,6 \times Vr$$

$$= 0,6 \times 40$$

$$= 24 \text{ m}$$

d) Berdasarkan syarat goncangan

$$\begin{aligned}
 L_v &= \left(\frac{V_r^2 \times A}{360} \right) \\
 &= \left(\frac{40^2 \times 6,44}{360} \right) \\
 &= 27,20 \text{ m}
 \end{aligned}$$

e) Berdasarkan jarak pandang henti

$J_h < L$, Maka

$$\begin{aligned}
 L_v &= \frac{A \cdot J_h^2}{399} \\
 &= \frac{6,44 \times 40^2}{399} \\
 &= 25,82 \text{ m,}
 \end{aligned}$$

f) Berdasarkan jarak pandang mendahului

$J_d > L$, Maka

$$\begin{aligned}
 L_v &= 2J_d - \frac{840}{A} \\
 &= 2 \times 200 - \frac{840}{6,44} \\
 &= 269,57 \text{ m}
 \end{aligned}$$

Berdasarkan panjang lengkung vertikal bisa langsung ditentukan sesuai tabel 2.12 yang didasarkan pada penampilan, kenyamanan dan jarak pandang. Untuk V_r 40 - 60 km/jam maka panjang lengkung vertikal (L_v) = 40 m – 60 m. Jadi diambil $L_v = 40$ m.

Perhitungan pergeseran vertikal dari PPV ke bagian lengkung

$$\begin{aligned}
 E_v &= \frac{A \times L_v}{800} \\
 &= \frac{6,44 \times 40}{800} \\
 &= 0,32 \text{ m}
 \end{aligned}$$

Stationing lengkung vertikal

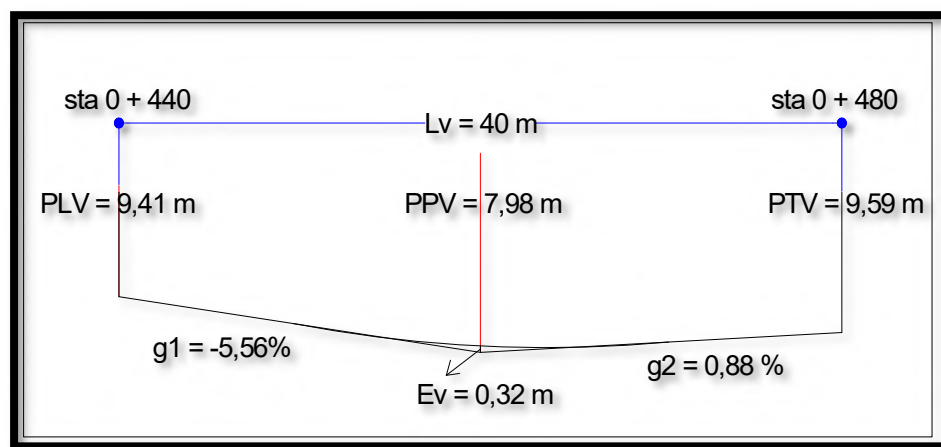
$$\begin{aligned}
 \text{STA PLV} &= \text{STA PV2} - \frac{1}{2} \times L_v \\
 &= 0 + 460 - \frac{1}{2} \times 40 \\
 &= 0 + 440
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{STA PPV} &= \text{STA PV2} \\
 &= 0 + 460
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{STA PTV} &= \text{STA PV2} + \frac{1}{2} \times L_v \\
 &= 0 + 460 + \frac{1}{2} \times 40 \\
 &= 0 + 480
 \end{aligned}$$

Elevasi lengkung vertikal

$$\begin{aligned}
 \text{Elevasi PLV} &= \text{Ele. PV2} - \frac{1}{2} \times Lv \times g1 \\
 &= 8,30 - \frac{1}{2} \times 40 \times (-0,0056) \\
 &= 9,41 \text{ m} \\
 \text{Elevasi PPV} &= \text{Ele. PV2} + Ev \\
 &= 8,30 + 0,32 \\
 &= 7,98 \text{ m} \\
 \text{Elevasi PTV} &= \text{Ele. PV2} + \frac{1}{2} \times Lv \times g2 \\
 &= 8,30 + \frac{1}{2} \times 40 \times 0,0644 \\
 &= 9,59 \text{ m}
 \end{aligned}$$



Gambar 4.2 Detail lengkung vertikal cekung titik PPV STA 0+ 460

Sumber: Hasil analisa dan perhitungan

2) Titik PPV STA 0 + 625

Perhitungan Kelandaian (g1 dan g2)

PV1 = 0 + 600 Elevasi PV1 = 4,80 m

PV2 = 0 + 625 Elevasi PV2 = 5,14 m

$$g1 = \frac{\text{Elevasi akhir} - \text{Elevasi Awal}}{\text{Jarak}} \times 100\%$$

$$= \frac{5,14 - 4,80}{25} \times 100\%$$

$$= 1,36 \%$$

PV2 = 0 + 625 Elevasi PV2 = 4,80 m

PV3 = 0 + 650 Elevasi PV3 = 3,41 m

$$g2 = \frac{\text{Elevasi akhir} - \text{Elevasi Awal}}{\text{Jarak}} \times 100\%$$

$$= \frac{3,41 - 34,80}{25} \times 100\%$$

$$= -6,96 \%$$

Perbedaan aljabar untuk kelandaian (A)

$$A = g_2 - g_1$$

$$= 1,36 \% - (-6,96\%)$$

$$= -8,32 \% \text{ (lengkung vertikal cembung)}$$

Panjang lengkung dari PV1 ke PV3

$$L = PV_3 - PV_1$$

$$= 650 - 600$$

$$= 50 \text{ m}$$

Perhitungan lengkung vertikal cembung

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

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

$$J_d = 200 \text{ m}$$

Mencari nilai panjang lengkung vertikal

a) Berdasarkan syarat kenyamanan pengemudi

$$L_v = V_r \times 3 \text{ detik}$$

$$= \frac{40 \times 1000}{3600} \times 3$$

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

b) Berdasarkan syarat drainase

$$L_v = 40 \times A$$

$$= 40 \times -8,32$$

$$= 241,60 \text{ m}$$

c) Berdasarkan keluwesan bentuk

$$L_v = 0,6 \times V_r$$

$$= 0,6 \times 40$$

$$= 24 \text{ m}$$

d) Berdasarkan syarat goncangan

$$L_v = \left(\frac{V_r^2 \times A}{360} \right)$$

$$= \left(\frac{40^2 \times (-8,32)}{360} \right)$$

$$= -332,80 \text{ m}$$

e) Berdasarkan jarak pandang henti

$$J_h < L, \text{ Maka}$$

$$Lv = \frac{A.Jh^2}{399}$$

$$= \frac{-8,32 \times 40^2}{399} = -33,36 \text{ m,}$$

f) Berdasarkan jarak pandang mendahului

$Jd > L$, Maka

$$Lv = 2Jd - \frac{840}{A}$$

$$= 2 \times 200 - \frac{840}{-8,32}$$

$$= 501 \text{ m}$$

Berdasarkan panjang lengkung vertikal bisa langsung ditentukan sesuai tabel 2.12, yang didasarkan pada penampilan, kenyamanan dan jarak pandang. Untuk $Vr = 40$ km/jam maka panjang lengkung vertikal (Lv) = 40 m – 60 m. Jadi diambil $Lv = 40$ m. Perhitungan pergeseran vertikal dari PPV ke bagian lengkung

$$Ev = \frac{A \times Lv}{800}$$

$$= \frac{-8,32 \times 40}{800}$$

$$= -0,42 \text{ m}$$

Stationing lengkung vertikal

$$\text{STA PLV} = \text{STA PV2} - \frac{1}{2} \times Lv$$

$$= 0 + 625 - \frac{1}{2} \times 40$$

$$= 0 + 605$$

$$\text{STA PPV} = \text{STA PV2}$$

$$= 0 + 625$$

$$\text{STA PTV} = \text{STA PV2} + \frac{1}{2} \times Lv$$

$$= 0 + 625 + \frac{1}{2} \times 40$$

$$= 0 + 645$$

Elevasi lengkung vertikal

$$\text{Elevasi PLV} = \text{Ele. PV2} - \frac{1}{2} \times Lv \times g1$$

$$= 3,40 - \frac{1}{2} \times 40 \times 0,0136$$

$$= 4,87 \text{ m}$$

$$\text{Elevasi PPV} = \text{Ele. PV2} - Ev$$

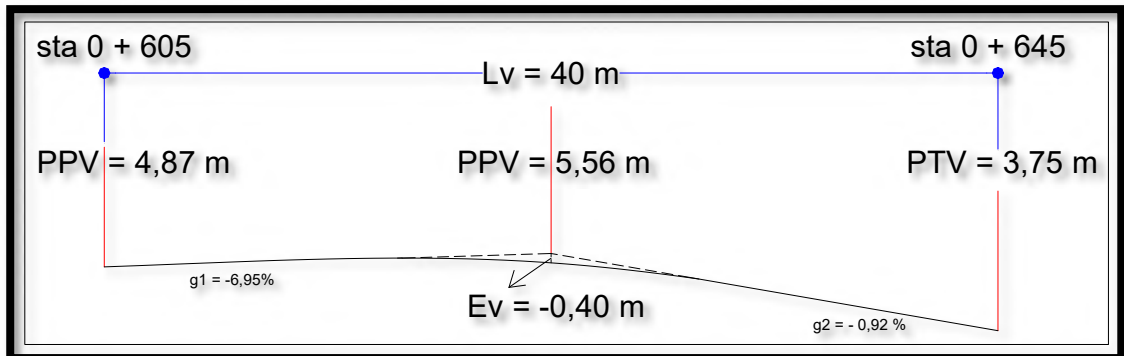
$$= 3,4 - (-0,42)$$

$$= 5,56 \text{ m}$$

$$\text{Elevasi PTV} = \text{Ele. PV2} + \frac{1}{2} \times Lv \times g2$$

$$= 3,3 + \frac{1}{2} \times 40 \times (-0,0696)$$

$$= 3,75 \text{ m}$$



Gambar 4.3 Detail lengkung vertikal cembung titik PPV STA 0 + 625

Sumber: Hasil analisa dan perhitungan

3) Titik PPV STA 0 + 650

Perhitungan Kelandaian (g1 dan g2)

PV1 = 0 + 625 Elevasi PV1 = 5,14 m

PV2 = 0 + 650 Elevasi PV2 = 3,40 m

$$g1 = \frac{\text{Elevasi akhir} - \text{Elevasi Awal}}{\text{Jarak}} \times 100\%$$

$$= \frac{3,40 - 5,14}{25} \times 100\%$$

$$= -6,96 \%$$

PV2 = 0 + 650 Elevasi PV2 = 3,40

PV3 = 0 + 675 Elevasi PV3 = 3,17

$$g2 = \frac{\text{Elevasi akhir} - \text{Elevasi Awal}}{\text{Jarak}} \times 100\%$$

$$= \frac{3,17 - 3,40}{25} \times 100\%$$

$$= -0,92 \%$$

Perbedaan aljabar untuk kelandaian (A)

$$A = g2 - g1$$

$$= -0,92 \% - (-6,96 \%)$$

$$= 6,04 \% \text{ (lengkung vertikal cekung)}$$

Panjang lengkung dari PV1 ke PV3

$$L = PV3 - PV1$$

$$= 675 - 625$$

$$= 50 \text{ m}$$

Perhitungan lengkung vertikal cembung

Vr = 40 km/jam

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

$$J_d = 200 \text{ m}$$

Mencari nilai panjang lengkung vertikal

g) Berdasarkan syarat kenyamanan pengemudi

$$\begin{aligned} L_v &= V_r \times 3 \text{ detik} \\ &= \frac{40 \times 1000}{3600} \times 3 \\ &= 33,33 \text{ m} \end{aligned}$$

h) Berdasarkan syarat drainase

$$\begin{aligned} L_v &= 40 \times A \\ &= 40 \times 6,04 \\ &= 241,60 \text{ m} \end{aligned}$$

i) Berdasarkan keluwesan bentuk

$$\begin{aligned} L_v &= 0,6 \times V_r \\ &= 0,6 \times 40 = 24 \text{ m} \end{aligned}$$

j) Berdasarkan syarat guncangan

$$\begin{aligned} L_v &= \left(\frac{V_r^2 \times A}{360} \right) \\ &= \left(\frac{40^2 \times 6,04}{360} \right) \\ &= 26,84 \text{ m} \end{aligned}$$

k) Berdasarkan jarak pandang henti

$$\begin{aligned} J_h &> L, \text{ Maka} \\ L_v &= 2J_h - \frac{399}{A} \\ &= 2 \times 40 - \frac{399}{6,04} \\ &= 24,22 \text{ m,} \end{aligned}$$

l) Berdasarkan jarak pandang mendahului

$$\begin{aligned} J_d &> L, \text{ Maka} \\ L_v &= 2J_d - \frac{840}{A} \\ &= 2 \times 200 - \frac{840}{6,04} \\ &= 260,93 \text{ m} \end{aligned}$$

Berdasarkan panjang lengkung vertikal bisa langsung ditentukan sesuai tabel 2.12, yang didasarkan pada penampilan, kenyamanan dan jarak pandang. Untuk $V_r = 40 \text{ km/jam}$ maka panjang lengkung vertikal (L_v) = 40 m – 60 m. Jadi diambil $L_v = 40 \text{ m}$. Perhitungan pergeseran vertikal dari PPV ke bagian lengkung

$$\begin{aligned}
 Ev &= \frac{A \times Lv}{800} \\
 &= \frac{6,04 \times 40}{800} \\
 &= 0,30 \text{ m}
 \end{aligned}$$

Stationing lengkung vertikal

$$\begin{aligned}
 \text{STA PLV} &= \text{STA PV2} - \frac{1}{2} \times Lv \\
 &= 0 + 650 - \frac{1}{2} \times 40 \\
 &= 0 + 630
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{STA PPV} &= \text{STA PV2} \\
 &= 0 + 630
 \end{aligned}$$

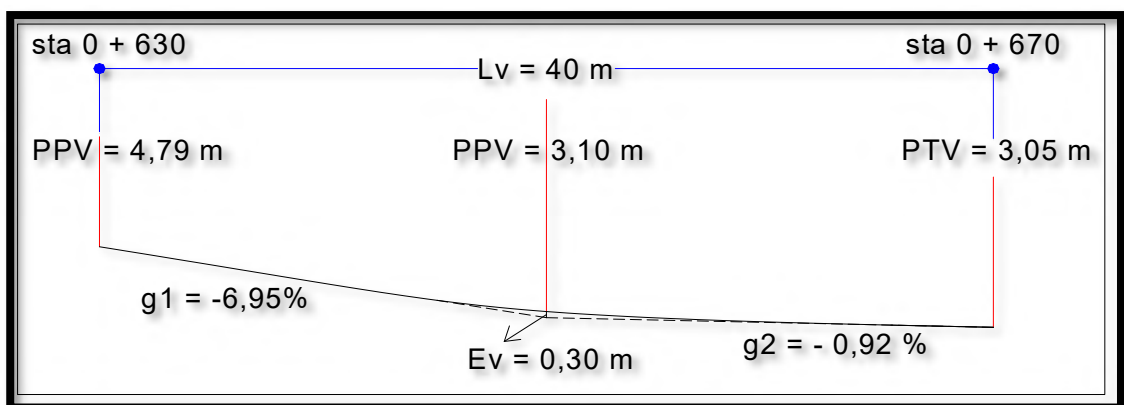
$$\begin{aligned}
 \text{STA PTV} &= \text{STA PV2} + \frac{1}{2} \times Lv \\
 &= 0 + 650 + \frac{1}{2} \times 40 \\
 &= 0 + 670
 \end{aligned}$$

Elevasi lengkung vertikal

$$\begin{aligned}
 \text{Elevasi PLV} &= \text{Ele. PV2} - \frac{1}{2} \times Lv \times g1 \\
 &= 1,20 - \frac{1}{2} \times 40 \times (-0,0696) \\
 &= 4,79 \text{ m}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Elevasi PPV} &= \text{Ele. PV2} - Ev \\
 &= 1,20 - 0,30 \\
 &= 3,10 \text{ m}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Elevasi PTV} &= \text{Ele. PV2} - \frac{1}{2} \times Lv \times g2 \\
 &= 1,20 + \frac{1}{2} \times 40 \times (-0,0092) = 3,05 \text{ m}
 \end{aligned}$$



Gambar 4.4 Detail lengkung vertikal cekung titik PPV STA 0 + 650

Sumber: Hasil analisa dan perhitungan

4) Titik PPV STA 1 + 145,72

Perhitungan Kelandaian (g1 dan g2)

$$\text{PV1} = 1 + 125 \quad \text{Elevasi PV1} = 1,56 \text{ m}$$

$$\text{PV2} = 1 + 145,72 \quad \text{Elevasi PV2} = 1,20 \text{ m}$$

$$g1 = \frac{\text{Elevasi akhir} - \text{Elevasi Awal}}{\text{Jarak}} \times 100\%$$

$$= \frac{1,20 - 1,56}{25} \times 100\%$$

$$= -1,44 \%$$

$$\text{PV2} = 1 + 145,32 \quad \text{Elevasi PV2} = 1,20$$

$$\text{PV3} = 1 + 175 \quad \text{Elevasi PV3} = 2,03$$

$$g2 = \frac{\text{Elevasi akhir} - \text{Elevasi Awal}}{\text{Jarak}} \times 100\%$$

$$= \frac{2,03 - 1,20}{25} \times 100\%$$

$$= 3,32 \%$$

Perbedaan aljabar untuk kelandaian (A)

$$A = g2 - g1$$

$$= 3,32 \% - (-1,44) \%$$

$$= 4,76 \% \text{ (lengkung vertikal cembung)}$$

Panjang lengkung dari PV1 ke PV3

$$L = \text{PV3} - \text{PV1}$$

$$= 175 - 150$$

$$= 25 \text{ m}$$

Perhitungan lengkung vertikal cembung

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

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

$$Jd = 200 \text{ m}$$

Mencari nilai panjang lengkung vertikal

m) Berdasarkan syarat kenyamanan pengemudi

$$Lv = Vr \times 3 \text{ detik}$$

$$= \frac{40 \times 1000}{3600} \times 3$$

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

n) Berdasarkan syarat drainase

$$Lv = 40 \times A$$

$$= 40 \times 4,76$$

$$= 190,40 \text{ m}$$

o) Berdasarkan keluwesan bentuk

$$\begin{aligned}Lv &= 0,6 \times Vr \\ &= 0,6 \times 40 = 24 \text{ m}\end{aligned}$$

p) Berdasarkan syarat goncangan

$$\begin{aligned}Lv &= \left(\frac{Vr^2 \times A}{360} \right) \\ &= \left(\frac{40^2 \times 4,76}{360} \right) \\ &= 21,16 \text{ m}\end{aligned}$$

q) Berdasarkan jarak pandang henti

$Jh > L$, Maka

$$\begin{aligned}Lv &= 2Jh - \frac{399}{A} \\ &= 2 \times 40 - \frac{399}{4,76} \\ &= 19,09 \text{ m},\end{aligned}$$

r) Berdasarkan jarak pandang mendahului

$Jd > L$, Maka

$$\begin{aligned}Lv &= 2Jd - \frac{840}{A} \\ &= 2 \times 200 - \frac{840}{4,76} \\ &= 223,53 \text{ m}\end{aligned}$$

Berdasarkan panjang lengkung vertikal bisa langsung ditentukan sesuai tabel 2.12, yang didasarkan pada penampilan, kenyamanan dan jarak pandang. Untuk $Vr = 40$ km/jam maka panjang lengkung vertikal (Lv) = 40 m – 60 m. Jadi diambil $Lv = 40$ m.

Perhitungan pergeseran vertikal dari PPV ke bagian lengkung

$$\begin{aligned}Ev &= \frac{A \times Lv}{800} \\ &= \frac{4,76 \times 40}{800} \\ &= 0,24\end{aligned}$$

Stationing lengkung vertikal

$$\begin{aligned}\text{STA PLV} &= \text{STA PV2} - \frac{1}{2} \times Lv \\ &= 1 + 147,32 - \frac{1}{2} \times 40 \\ &= 1 + 127,32 \\ \text{STA PPV} &= \text{STA PV2} \\ &= 1 + 147,32\end{aligned}$$

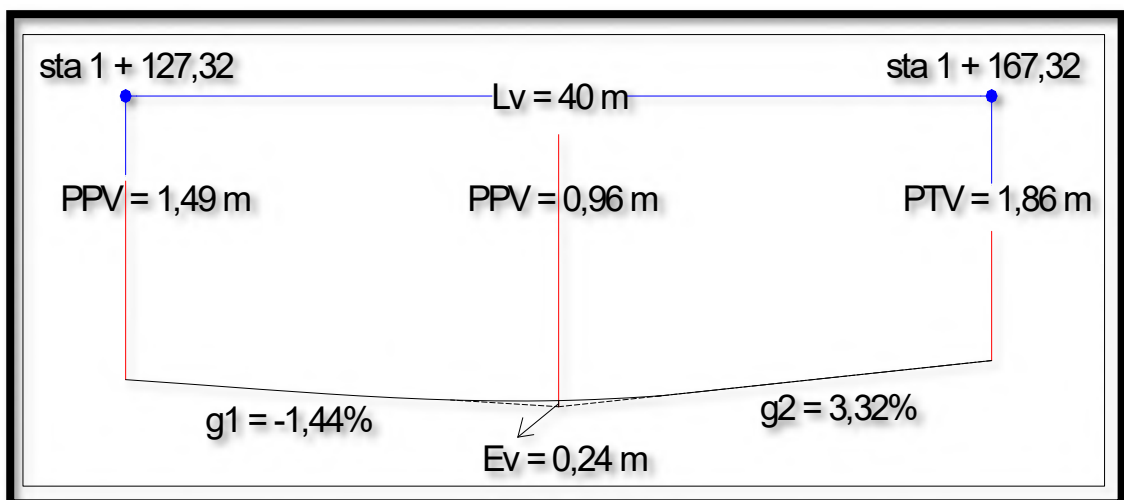
$$\begin{aligned} \text{STA PTV} &= \text{STA PV2} + \frac{1}{2} \times Lv \\ &= 1 + 147,32 + \frac{1}{2} \times 40 \\ &= 1 + 167,32 \end{aligned}$$

Elevasi lengkung vertikal

$$\begin{aligned} \text{Elevasi PLV} &= \text{Ele. PV2} - \frac{1}{2} \times Lv \times g1 \\ &= 1,20 - \frac{1}{2} \times 40 \times (-0,0144) \\ &= 1,49 \text{ m} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Elevasi PPV} &= \text{Ele. PV2} - Ev \\ &= 1,20 - 0,24 \\ &= 0,96 \text{ m} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Elevasi PTV} &= \text{Ele. PV2} + \frac{1}{2} \times Lv \times g2 \\ &= 1,20 + \frac{1}{2} \times 40 \times 0,0332 \\ &= 1,86 \text{ m} \end{aligned}$$



Gambar 4.5 Detail lengkung vertikal cembung titik PPV STA 1 + 147,72

Sumber: Hasil analisa dan perhitungan

4.4.3 Perhitungan galian dan timbunan

Untuk perhitungan luas galian dan timbunan tidak dilakukan perhitungan secara Civil 3D setelah perencanaan trase dan lebar jalan serta jenis perkerasan yang digunakan maka kita dapat mengambil luas galian dan timbunan. Luas galian dan timbunan dapat dilihat pada Tabel di bawah ini:

Tabel 4.9 tabel rekapan luas galian dan timbunan

STA	cut area (m²)	fill area (m²)	STA	cut area (m²)	fill area (m²)
0+000	0,00	0,00	0+775	1,50	0,08
0+025	1,80	0,03	0+800	2,24	0,05
0+050	1,92	0,03	0+825	1,36	0,04
0+075	1,85	0,00	0+850	1,20	0,43
0+100	1,70	0,18	0+875	1,39	0,17
0+125	2,15	0,00	0+900	2,72	0,00
0+150	2,84	0,00	0+925	1,46	1,34
0+175	0,00	0,00	0+950	1,77	0,01
0+200	0,00	0,00	0+975	0,89	0,64
0+225	0,00	0,00	1+000	1,39	0,09
0+250	0,68	0,22	1+025	1,88	0,11
0+275	1,93	0,08	1+050	2,06	0,11
0+300	2,07	0,03	1+075	1,49	0,21
0+325	1,65	0,03	1+100	2,02	0,00
0+350	1,92	0,01	1+125	1,71	0,04
0+375	1,56	0,08	1+150	1,59	0,20
0+400	0,96	0,56	1+175	4,08	0,07
0+425	0,71	1,49	1+200	5,96	0,02
0+450	0,79	2,59	1+225	3,25	0,11
0+475	0,86	3,90	1+250	3,49	0,08
0+500	2,05	0,01	1+275	3,10	0,00
0+525	6,11	0,00	1+300	2,28	0,66
0+550	2,97	1,08	1+325	4,88	0,00
0+575	4,86	0,00	1+350	2,29	1,07
0+600	2,38	0,00	1+375	4,23	1,67
0+625	2,03	0,02	1+400	3,60	0,37
0+650	2,18	0,01	1+425	1,23	0,62
0+675	2,45	0,39	1+450	0,04	1,24
0+700	1,19	2,20	1+475	1,14	0,34
0+725	1,37	0,08	1+500	1,86	0,67
0+750	1,37	0,27			

Sumber: hasil analisa software civil 3D

Berikut ini merupakan hasil perhitungan galian dan timbunan ruas jalan Jiwuwu-Lobooadju.

$$\text{Volume galian dan timbunan} = \frac{\text{luas akhir} - \text{luas awal}}{2} \times \text{jarak}$$

contoh perhitungan Sta 0 + 025 – 0 + 050

$$\begin{aligned} \text{Volume galian} &= \frac{1,92+1,80}{2} \times 25 \\ &= 1,86 \times 25 \\ &= 46,50 \text{ m}^3 \end{aligned}$$

Perhitungan volume untuk Sta berikutnya dapat dilihat pada Tabel dibawah ini:

Tabel 4.10 perhitungan volume galian dan timbunan

STA	Jarak	Luas Galian (m ²)	Luas Timbunan (m ²)	Volume Galian (m ³)	Volume Timbunan (m ³)
0 + 000	25	0,000	0,00	0,00	0,00
0+025	25	1,800	0,03	22,50	0,38
0+050	25	1,920	0,03	46,50	0,75
0+075	25	1,850	0,00	47,13	0,38
0+100	25	1,700	0,18	44,38	2,25
0+125	25	2,150	0,00	48,13	2,25
0+150	25	2,840	0,00	62,38	0,00
0+175	25	0,000	0,00	35,50	0,00
0+200	25	0,000	0,00	0,00	0,00
0+225	25	0,000	0,00	0,00	0,00
0+250	25	0,680	0,22	8,50	2,75
0+275	25	1,930	0,08	32,63	3,75
0+300	25	2,070	0,03	50,00	1,38
0+325	25	1,650	0,03	46,50	0,75
0+350	25	1,920	0,01	44,63	0,50
0+375	25	1,560	0,08	43,50	1,13
0+400	25	0,960	0,56	31,50	8,00
0+425	25	0,710	1,49	20,88	25,63
0+450	25	0,790	2,59	18,75	51,00
0+475	25	0,860	3,90	20,63	81,13
0+500	25	2,050	0,01	36,38	48,88
0+525	25	2,110	0,00	52,00	0,13
0+550	25	2,970	1,08	63,50	13,50
0+575	25	2,860	0,00	72,88	13,50
0+600	25	2,380	0,00	65,50	0,00
0+625	25	2,030	0,02	55,13	0,25
0+650	25	2,180	0,01	52,63	0,38

0+675	25	2,450	0,39	57,88	5,00
0+700	25	1,190	2,20	45,50	32,38
0+725	25	1,370	0,08	32,00	28,50
0+750	25	1,370	0,27	34,25	4,38
0+775	25	1,50	0,08	35,88	4,38
0+800	25	2,24	0,05	46,75	1,63
0+825	25	1,36	0,04	45,00	1,13
0+850	25	1,20	0,43	32,00	5,88
0+875	25	1,39	0,17	32,38	7,50
0+900	25	2,72	0,00	51,38	2,13
0+925	25	1,46	1,34	52,25	16,75
0+950	25	1,77	0,01	40,38	16,88
0+975	25	0,89	0,64	33,25	8,13
1+000	25	1,39	0,09	28,50	9,13
1+025	25	1,88	0,11	40,88	2,50
1+050	25	2,06	0,11	49,25	2,75
1+075	25	1,49	0,21	44,38	4,00
1+100	25	2,02	0,00	43,88	2,63
1+125	25	1,71	0,04	46,63	0,50
1+150	25	1,59	0,20	41,25	3,00
1+175	25	2,08	0,07	45,88	3,38
1+200	25	2,96	0,02	63,00	1,13
1+225	25	3,25	0,11	77,63	1,63
1+250	25	3,49	0,08	84,25	2,38
1+275	25	3,10	0,00	82,38	1,00
1+300	25	2,28	0,66	67,25	8,25
1+325	25	2,88	0,00	64,50	8,25
1+350	25	2,29	1,07	64,63	13,38
1+375	25	2,23	1,67	56,50	34,25
1+400	25	3,60	0,37	72,88	25,50
1+425	25	1,23	0,62	60,38	12,38
1+450	25	0,04	1,24	15,88	23,25
1+475	25	1,14	0,34	14,75	19,75
1+500	25	1,86	0,67	37,50	12,63
Total Volume				2663,00	584,88

Sumber: Hasil analisa perhitungan

4.5 Perencanaan Perkerasan Lentur

1. Menentukan umur rencana (UR)

Umur rencana untuk perencanaan tebal perkerasan lentur yaitu 20 Tahun, sesuai dengan Tabel 2.12.

2. Analisis data lalulintas

perhitungan LHR untuk mobil penumpang (gol 4)

$$\begin{aligned} \text{LHR} &= \frac{\text{jumlah kendaraan selama pengamatan}}{\text{jumlah hari pengamatan}} \\ &= \frac{48}{7} \\ &= 7 \text{ kend/hari/2 arah} \end{aligned}$$

perhitungan LHR untuk mobil penumpang (gol 6a)

$$\begin{aligned} \text{LHR} &= \frac{\text{jumlah kendaraan selama pengamatan}}{\text{jumlah hari pengamatan}} \\ &= \frac{90}{7} \\ &= 13 \text{ kend/hari/2 arah} \end{aligned}$$

Tabel 4.11 Data Lalu Lintas Harian Lalu Lintas

jenis kendaraan	jumlah kendaraan							total	LHR
	senin	Selasa	rabu	kamis	jumat	sabtu	minggu		(kend/hari)
kendaraan ringan gol 4	17	8	6	4	3	5	5	48	7
kendaraan berat gol 6A	21	8	17	11	17	14	2	90	13

Sumber : hasil analisa

Faktor pengkali pertumbuhan lalu lintas (R)

Angka pertumbuhan lalu lintas sebesar 1,00 %. (untuk daerah NTT)

Faktor Pertumbuhan Lalu Lintas :

$$\begin{aligned} R &= \frac{(1 + 0,01i)^{UR} - 1}{0,01i} \\ R &= \frac{(1 + 0,01.0,048)^{10} - 1}{0,01.0,048} \\ R &= 10,02163 \end{aligned}$$

3. Menghitung beban sumbu standar kumulatif atau *cumulative equivalent single axle load* (CESA).

Laju pertumbuhan lalu lintas per tahun 1 % (tabel 4.5). Data awal 2020; tahun pertama setelah pembukaan untuk lalu lintas 2018 (3 tahun setelah 2020); permulaan periode beban normal MST 12 ton tahun 2020 (5 tahun setelah 2020).

Faktor pengkali pertumbuhan lalu lintas R (2020-2023) dan (2023-2030) dihitung dari formula.

$$R = \frac{(1 + 0,01i)^{UR} - 1}{0,01i}$$

Dengan UR masing - masing sama dengan 3 dan 17 tahun

$$R (2020-2023) = \frac{(1+0,01 \times 1,0\%)^3 - 1}{0,01 \times 1,0\%}$$

$$= 3,03$$

$$R (2023-2041) = \frac{(1+0,01 \times 1\%)^{18} - 1}{0,01 \times 1\%}$$

$$= 18,43$$

$$(3) = (2) \times (1+0.01)^3$$

$$(4) = (2) \times (1+0,01)^6$$

(5) & (6) dari tabel 2.18

$$(7) = (3) \times (5) \times 365 \times 0,50 \times 1 \times R(2020-2023)$$

$$(8) = (4) \times (6) \times 365 \times 0,50 \times 1 \times R(2024-2041)$$

$$ESA5 = \sum(7) \text{ dan } \sum(8)$$

$$CESA5 = \sum(7) + \sum(8)$$

Hasil perhitungan nilai CESA5 dapat dilihat pada tabel dibawah ini:

Tabel 4.12 perhitungan CESA% untuk 10 tahun

Project Name	:					
Package Name	:					
Province	:	NTT				
Link No.	:					
Year of Survey	:	2020				
Year of Opening	:	2021				
Life Period (years)	:	10				
Traffic Growth (%)	:	1,00				
USING THE RDM's Vehicle Damage Factor						
Vehicle Type	GOL.	AADT	VDF-NEW (4)	VDF-NEW (5)	CESA-NEW (4)	CESA-NEW (5)
Car	2	7	0,00	0,00	0,00	0,00
TRUK 2 SUMBU CARGO RINGAN (MATERIAL	6,2	13	0,80	0,80	10,29	10,29
					0,00	0,00
Mid-Life AADT in	2026	21				
			$\sum ESA$		8,23	8,23
			R		11,57	11,57
			<i>CESA (x10⁶)</i>		0,034740	0,034740

Sumber : hasil analisa perhitunga

Tabel 4.13 perhitungan CESA% untuk 15 tahun

Project Name	:						
Package Name	:						
Province	:	NTT					
Link No.	:						
Year of Survey	:	2020					
Year of Opening	:	2021					
Life Period (years)	:	15					
Traffic Growth (%)	:	1,00					
USING THE RDM's Vehicle Damage Factor							
Vehicle Type	GOL.	AADT	VDF-NEW (4)	VDF-NEW (5)	CESA-NEW (4)	CESA-NEW (5)	
Car	2	7	0,00	0,00	0,00	0,00	
TRUK 2 SUMBU CARGO RINGAN (MATERIAL	6,2	13	0,80	0,80	10,29	10,29	
Mid-Life AADT in 2029							
$\sum ESA$					8,23	8,23	
R					17,26	17,26	
CESA ($\times 10^6$)					0,051833	0,051833	

Sumber : hasil analisa perhitungan

Tabel 4.14 perhitungan CESA% untuk 20 tahun
sumber : hasil analisa perhitungan

Project Name	:						
Package Name	:						
Province	:	NTT					
Link No.	:						
Year of Survey	:	2020					
Year of Opening	:	2021					
Life Period (years)	:	20					
Traffic Growth (%)	:	1,00					
USING THE RDM's Vehicle Damage Factor							
Vehicle Type	GOL.	AADT	VDF-NEW (4)	VDF-NEW (5)	CESA-NEW (4)	CESA-NEW (5)	
Car	2	7	0,00	0,00	0,00	0,00	
TRUK 2 SUMBU CARGO RINGAN (MATERIAL	6,2	13	0,80	0,80	10,29	10,29	
Mid-Life AADT in 2031		22					
$\sum ESA$					8,23	8,23	
R					23,24	23,24	
CESA ($\times 10^6$)					0,069797	0,069797	

Sumber : hasil analisa perhitungan

Tabel 4.15 perhitungan CESA% untuk 40 tahun

Project Name	:					
Package Name	:					
Province	:	NTT				
Link No.	:					
Year of Survey	:	2020				
Year of Opening	:	2021				
Life Period (years)	:	40				
Traffic Growth (%)	:	4,10	1,00			
USING THE RDMs Vehicle Damage Factor						
Vehicle Type	GOL.	AADT	VDF-NEW (4)	VDF-NEW (5)	CESA-NEW (4)	CESA-NEW (5)
Car	2	7	0,00	0,00	0,00	0,00
TRUK 2 SUMBU CARGO RINGAN (MATERIAL	6,2	13	0,80	0,80	10,29	10,29
Mid-Life AADT in 2041		46				
$\sum ESA$					8,23	8,23
R					50,38	50,38
CESA ($\times 10^6$)					0,151298	0,151298

Sumber : hasil analisa perhitungan

a. data LHR ruas jalan

$$\text{CESA 5 (20)} = 0.07 \times 10^6 = 69.797,259$$

$$\text{CESA 5 (40)} = 0.15 \times 10^6 = 151.298,426$$

4. Penentuan struktur pondasi jalan

a. CESA5

Untuk penentuan pondasi minimum menggunakan nilai CESA 40 tahun, nilai CESA 40 tahun tidak mencapai 1 atau 0,5 melainkan lebih kecil.

b. CBR Tanah dasar

Berdasarkan data perhitungan yang didapat, nilai CBR pada ruas jalan Pedaro - Ramedeu adalah 3,55 %. Dari data yang telah didapatkan di atas maka dapat nilai struktur pondasi jalan dapat diketahui dari tabel 4.16 berikut : CESA5

Tabel 4.16 penentuan pondasi minimum

CBR tanah dasar (%)	kelas kekuatan tanah dasar	Urayan struktural fondasi	Perkerasan Lentur				Perkerasan Kaku
			Beban lalu lintas pada lajur rencana dengan umur rencana 40 tahun (juta ESA5)				
			< 2	2	4	> 4	Stabilisasi Semen (6)
≥ 6	SG6	Perbaikan tanah dasar dapat berupa stabilisasi semen atau material timbunan pilihan (sesuai persyaratan Spesifikasi Umum, Devisi 3 – Pekerjaan Tanah)		tidak perlu peningkatan		300	
5	SG5		-	-	100		
4	SG4		100	150	200		
3	SG3		150	200	300		
2,5	SG2.5		175	250	350		
Tanah ekspansif (potensi pemuaian > 5%)			400	500	600	Berlaku ketentuan yang sama dengan fondasi jalan perkerasan lentur	
Perkerasan di atas tanah lunak ⁽²⁾	SG1 ⁽³⁾	Lapis penopang ⁽⁴⁾⁽⁵⁾	1000	1100	1200		
		-atau- lapis penopang dan geogrid ⁽⁴⁾⁽⁵⁾	650	750	850		
Tanah gambut dengan HRS atau DBST untuk perkerasan untuk jalan raya minor (nilai minimum – ketentuan lain berlaku)		Lapis penopang berbutir ^{(4) (5)}	1000	1250	1500		

Sumber : Manual Desain Perkerasan Jalan Nomor 04/SE/Db/2017

Dari tabel 4.16 diatas dapat hasil berupa:

- a. CBR Tanah dasar = 3,55 %
 - b. Kelas kekuatan tanah dasar = SG3
 - c. Deskripsi struktur pondasi jalan = Perbaikan tanah dasar Meliputi bahan stabilitas Kapur atas timbun pilihan (pemadatan berlapis ≤ 150 mm Tebal lepas).
5. Menentukan struktur perkerasan
- Penentuan struktur perkerasan dapat menggunakan tabel 4.16 tentang pemilihan jenis perkerasan. dengan nilai ESA 20 Tahun

Tabel 4.17 Pemilihan Perkerasan

Struktur Perkerasan	Bagan desain	ESA (juta) dalam 20 tahun (pangkat 4 kecuali ditentukan lain)				
		0 –0,5	0,1– 4	>4 -10	>10 – 30	>30 – 200
Perkerasan kaku dengan lalu lintas rendah (daerah AC WC modifikasi atau SMA modifikasi dengan CTB (ESA pangkat 5)	4	-	-	2	2	2
AC dengan CTB (ESA pangkat 5)	4A	-	-	-	2	2
AC dengan CTB (ESA pangkat 5)	3	-	-	-	2	2
AC tebal \geq 100 mm dengan lapis fondasi berbutir (ESA pangkat 5)	3B	-	-	1,2	2	2
AC atau HRS tipis diatas lapis fondasi berbutir	3A	-	1,2	-	-	-
Burda atau Burtu LPA Kelas A atau batuan asli	5	3	3	-	-	-
Lapis Fondasi Soil Cement Perkerasan tanpa (Japat, jalan kerikil)	6	1	1	-	-	-
	7	1	-	-	-	-

Sumber : Manual Desa in Perkerasan Jalan Nomor 04/SE/Db/2017

Setelah pemilihan jenis perkerasan diatas maka perkerasan yang digunakan adalah lapis pondasi soil cement perkerasan tanpa (japat, jalan kerikil) dan sudah dipertimbangkan sesuai dengan catatan dibawah ini.

Catatan

tingkat kesulitan :

1. kontraktor kecil – mediun

2. kontraktor besar dengan sumber daya yang memadai
 3. membutuhkan keahlian tenaga ahli khusus – kontraktor spesialis Burtu / Burda
6. menentukan tebal lapisan perkerasan
- Tebal lapisan perkerasan lentur dapat menggunakan bagan desain 5 mengenai chart desain lapisan perkerasan lentur.

Tabel 4.18 Bagan desain 3A, desain perkerasan lentur dengan HRS¹

kumulatif beban sumbu 20 tahun pada lajur rencana ($10^6 \times \text{CESA } 5$)	FF1 < 0,5	$0.5 \leq \text{FF2} \leq 4.0$
jenis permukaan	HRS atau penetrasi macadam	HRS
struktur perkerasan	Tebal lapisan (mm)	
HRS WC	50	30
HRS Base	-	35
LFA kelas A	150	250
LFA kelas A atau LFA kelas B atau kerikil alam atau lapis distabilisasi dengan CBR > 10%	150	125

Sumber: *Manual Desain Perkerasan Jalan 2017*

1. Bagan Desain -3A merupakan alternatif untuk daerah yang HRS menunjukkan riwayat kinerja yang baik dan daerah yang dapat menyediakan material yang sesuai (gap graded mix).
2. HRS tidak sesuai untuk jalan dengan tanjakan curam dan daerah perkotaan dengan beban lebih besar dari 2 juta ESA5
3. Kerikil alam dengan atau material stabilisasi dengan CBR > 10% dapat merupakan pilihan yang paling ekonomis jika material dan sumberdaya penyedia jasa yang mumpuni tersedia. Ukuran material LFA kelas B lebih besar dari pada kelas A sehingga lebih mudah mengalami segregasi. Selain itu, ukuran butir material kelas B yang lebih besar membatasi tebal minimum material kelas B. Walaupun dari segi mutu material kelas A lebih tinggi daripada kelas B, namun dari segi harga material LFA kelas A dan B tidak terlalu berbeda sehingga untuk jangka panjang LFA kelas A dapat menjadi pilihan yang lebih kompetitif.

Hasil Analisa :

Tabel 4.19 tebal struktur perkerasan jalan

<i>Bagan Desain 3A</i>		
<i>Struktur Perkerasan</i>	<i>Hasil</i>	<i>Dipakai</i>
HRS WC	50	30
HRS Base	-	35
LPA Kelas A	150	150
LPA Kelas B	150	200

sumber : hasil analisa

untuk perbaikan tanah dasar, berdasarkan nilai CBR sebesar 3,55 dan sesuai hasil plot pada **tabel 4.16** Perbaikan tanah dasar Meliputi bahan stabilitas Kapur atas timbun pilihan (pemadatan berlapis ≤ 150 mm Tebal lepas).

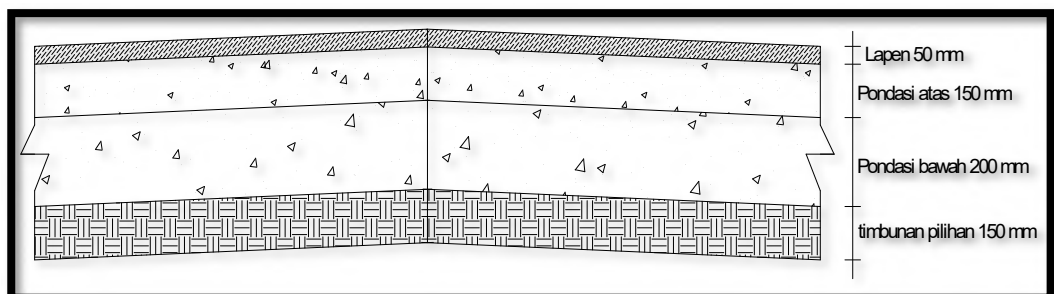
Namun karen aruas jalan yang direncanakan jalan desa maka direkomendasikan menggunakan lapisan penetrasi (LAPEN), dengan ketentuan tebal perbaikan tanah dasar dan tebal lapis pondasi kelas A dan kelas B tetap mengikuti hasil analisa, ditambah dengan tebal Lapen 5 cm.

Pada dasarnya ruas jalan Desa, dalam hal ini Jalan Desa Pedaro – Ramedeu adalah ruas jalan desa, sehingga direkomendasikan menggunakan lapis perkerasan LAPEN, dengan susunan struktur sebagai berikut

Tabel 4.20 tebal struktur perkerasan hasil perencanaan

struktur perkerasan	Tebal (mm)
lapen	50
Agregat Kelas A	150
Agregat Kelas B	200
Timbunan Pilihan	150

sumber : hasil analisa



Gambar 4.6 Detail Struktur Perkerasan

sumber : hasil analisa perencanaan

4.6 Pembahasan

4.6.1 Perencanaan Geometrik

a. Kecepatan Rencana

Dari perhitungan kelandaian memanjang, didapat:

Medan datar (D) : < 3 % (60 titik)

Medan bukit (B) : 3 % - 25 % (0 titik)

Medan gunung (G) : > 25 % (tidak ada)

Jadi titik terbanyak adalah 60 titik yaitu termasuk dalam medan datar, maka berdasarkan tabel kecepatan rencana klasifikasi jalan untuk fungsi jalan lokal pada tabel 2.3 pada bab II yaitu kecepatan rencanya sebesar 40 km/jam

b. Alinyemen Horizontal

Berdasarkan gambar trase rencana ruas jalan Desa Pedaro - Ramedeu mempunyai 10 tikungan. Perencanaan alinyemen horizontal pada ruas jalan Jiwuwu-Loboadju STA 0+000 -1 +500 dengan menggunakan kecepatan rencana 40 km/jam, berikut merupakan hasil perencanaan,

1. Tikungan 1 pada **STA 0 + 026,78**

Tikungan 1 menggunakan jenis tikungan Spiral Spiral (S-S)

Hasil perhitungan

$V = 40 \text{ km/jam}$	$L = 54,105 \text{ m}$
$b = 31^\circ$	$e = 0,097 = 10 \%$
$\theta_s = 15,5^\circ$	$L_s = 33,3 \text{ m}$
$R_c = 50 \text{ m}$	$L_c = 0 \text{ m}$
$E_s = 2,54 \text{ m}$	$p = 0,625 \text{ m}$
$T_s = 27,53 \text{ m}$	$k = 13,493 \text{ m}$

2. Tikungan 2 pada **STA 0 + 068,45**

Tikungan 2 menggunakan jenis tikungan Spiral Circle Spiral (S-C-S)

Hasil perhitungan

Hasil perhitungan

$V = 40 \text{ km/jam}$	$L = 93,26 \text{ m}$
$\beta = 49,05^\circ$	$e = 0,0895 = 8,95 \%$
$\theta_s = 13,64^\circ$	$L_s = 33,3 \text{ m}$
$R_c = 70 \text{ m}$	$L_c = 26,59 \text{ m}$
$E_s = 7,68 \text{ m}$	$p = 0,67 \text{ m}$
$T_s = 48,88 \text{ m}$	$k = 16,64 \text{ m}$

3. Tikungan 3 pada **STA 0 + 409,73**

Tikungan 3 menggunakan jenis tikungan Full Circle (FC)

Hasil perhitungan

$$\begin{array}{ll} V_r = 40 \text{ km/jam} & L_c = 76,34 \text{ m} \\ \beta = 17,50 & e = 0,0979 \% \\ R = 250 \text{ m} & E_c = 2,94 \text{ m} \\ T_c = 38,479 \text{ m} & \end{array}$$

4. Tikungan 4 pada **2 STA 0 + 695,62**

Jadi tikungan 4 menggunakan jenis tikungan Full Circle (FC)

Hasil perhitungan

$$\begin{array}{ll} V_r = 40 \text{ km/jam} & L_c = 30,45 \text{ m} \\ \beta = 6,43 & e = 0,0979 \% \\ R = 250 \text{ m} & E_c = 0,394 \text{ m} \\ T_c = 14,04 \text{ m} & \end{array}$$

5. Tikungan 5 pada **2 STA 0 + 795,25**

Jadi tikungan 5 menggunakan jenis tikungan Spiral Circle Spiral (S-C-S)

Hasil perhitungan

$$\begin{array}{ll} V_r = 40 \text{ km/jam} & L = 90,33 \text{ m} \\ \beta = 46,65^\circ & e = 0,0895 = 8,95 \% \\ \theta_s = 13,64^\circ & L_s = 33,3 \text{ m} \\ R_c = 70 \text{ m} & L_c = 23,66 \text{ m} \\ E_s = 6,96 \text{ m} & p = 0,671 \text{ m} \\ T_s = 47,04 \text{ m} & k = 16,64 \text{ m} \end{array}$$

6. Tikungan 6 pada **2 STA 0 + 921,62**

Jadi tikungan 6 menggunakan jenis tikungan Spiral Spiral (S-S)

Hasil perhitungan

$$\begin{array}{ll} V = 40 \text{ km/jam} & L = 28,35 \text{ m} \\ b = 27,04^\circ & e = 0,067 = 6,650 \% \\ \theta_s = 13,54^\circ & L_s = 33,3 \text{ m} \\ R_c = 40 \text{ m} & L_c = 0 \text{ m} \\ E_s = 1,16 \text{ m} & p = 0,29 \text{ m} \\ T_s = 14,37 \text{ m} & k = 7,07 \text{ m} \end{array}$$

7. Tikungan 7 pada **2 STA 0 + 968,61**

Jadi tikungan 7 menggunakan jenis tikungan Spiral Circle Spiral (S-C-S)

Hasil perhitungan

$$\begin{array}{ll} V = 40 \text{ km/jam} & L = 89,38 \text{ m} \end{array}$$

$\beta = 18,89^\circ$	$e = 0,048 = 4,795 \%$
$\theta_s = 5,62^\circ$	$L_s = 33,3 \text{ m}$
$R_c = 170 \text{ m}$	$L_c = 22,71 \text{ m}$
$E_s = 2,61 \text{ m}$	$p = 0,23 \text{ m}$
$T_s = 44,99 \text{ m}$	$k = 16,66 \text{ m}$

8. Tikungan 7 pada **2 STA 0 +**

Jadi tikungan 7 menggunakan jenis tikungan Spiral Circle Spiral (S-C-S)

Hasil perhitungan

$V = 40 \text{ km/jam}$	$L = 92,08 \text{ m}$
$\beta = 37,40^\circ$	$e = 0,07756 = 7,7556 \%$
$\theta_s = 10,61^\circ$	$L_s = 33,3 \text{ m}$
$R_c = 90 \text{ m}$	$L_c = 25,41 \text{ m}$
$E_s = 5,56 \text{ m}$	$p = 0,52 \text{ m}$
$T_s = 47,21 \text{ m}$	$k = 16,65 \text{ m}$

9. Tikungan 7 pada

Jadi tikungan 7 menggunakan jenis tikungan Spiral Circle Spiral (S-C-S)

Hasil perhitungan

$V = 40 \text{ km/jam}$	$L = 87,32 \text{ m}$
$\beta = 34,38^\circ$	$e = 0,07756 = 7,7556 \%$
$\theta_s = 10,61^\circ$	$L_s = 33,3 \text{ m}$
$R_c = 90 \text{ m}$	$L_c = 20,65 \text{ m}$
$E_s = 4,75 \text{ m}$	$p = 0,52 \text{ m}$
$T_s = 44,56 \text{ m}$	$k = 16,65 \text{ m}$

10. Tikungan 7 pada **2 STA 1 + 103,41**

Jadi tikungan 7 menggunakan jenis tikungan Spiral Circle Spiral (S-C-S)

Hasil perhitungan

$V = 40 \text{ km/jam}$	$L = 88,48 \text{ m}$
$\beta = 26,34^\circ$	$e = 0,06336 = 6,335 \%$
$\theta_s = 7,69^\circ$	$L_s = 33,3 \text{ m}$
$R_c = 120 \text{ m}$	$L_c = 21,81 \text{ m}$
$E_s = 3,64 \text{ m}$	$p = 0,32 \text{ m}$
$T_s = 44,73 \text{ m}$	$k = 16,65 \text{ m}$

c. Alinyemen vertikal

Pada perencanaan ini digunakan kecepatan rencana sebesar 40 km/jam dengan kelandaian maksimumnya 10 % sesuai dengan klasifikasi jalan untuk fungsi jalan lokal Tabel 2.8

Alinyemen vertikal direncanakan untuk merubah secara bertahap perubahan dari dua macam kelandaian arah memanjang pada setiap lokasi yang diperlukan. Hal ini dimaksudkan untuk mengurangi guncangan akibat perubahan kelandaian dan menyediakan jarak pandang henti yang cukup untuk keamanan dan kenyamanan. Berdasarkan kecepatan rencana 40 km/jam

Maka didapat

Jarak pandang henti (J_h) = 40 m (Tabel 2.10)

Jarak pandang menyiap (J_d) = 200 m (Tabel 2.11)

Adapun hasil dari perencanaan alinyemen vertikal dibawah ini

1. Titik PPV 0 + 460 (cekung)

Perhitungan Kelandaian (g_1 dan g_2)

$$g_1 = -5,56 \%$$

$$g_2 = 0,88 \%$$

$$EV = 0,32 \text{ m}$$

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

Stationing lengkung vertikal

$$\text{STA PLV} = 0 + 440$$

$$\text{STA PPV} = 0 + 460$$

$$\text{STA PTV} = 0 + 480$$

Elevasi lengkung vertikal

$$\text{PLV} = 9,41 \text{ m}$$

$$\text{PPV} = 7,98 \text{ m}$$

$$\text{PTV} = 9,59 \text{ m}$$

2. Titik PPV STA 0 + 625 (cembung)

Perhitungan Kelandaian (g_1 dan g_2)

$$g_1 = 1,36 \%$$

$$g_2 = -6,96 \%$$

$$EV = -0,42 \%$$

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

Stationing lengkung vertikal

$$\text{STA PLV} = 0 + 605$$

$$\text{STA PPV} = 0 + 625$$

$$\text{STA PTV} = 0 + 645$$

Elevasi lengkung vertikal

$$\text{PLV} = 4,87 \text{ m}$$

$$\text{PPV} = 5,56 \text{ m}$$

$$\text{PTV} = 3,75 \text{ m}$$

3. Titik PPV STA 0 + 650 (cekung)

Perhitungan Kelandaian (g1 dan g2)

$$g1 = -6,96 \%$$

$$g2 = -0,92 \%$$

$$\text{EV} = 0,30 \text{ m}$$

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

Stationing lengkung vertikal

$$\text{STA PLV} = 0 + 630$$

$$\text{STA PPV} = 0 + 650$$

$$\text{STA PTV} = 0 + 670$$

Elevasi lengkung vertikal

$$\text{PLV} = 4,79 \text{ m}$$

$$\text{PPV} = 3,10 \text{ m}$$

$$\text{PTV} = 3,05 \text{ m}$$

4. Titik PPV STA 1 + 145,72

Perhitungan Kelandaian (g1 dan g2)

$$g1 = -1,44 \%$$

$$g2 = 3,32 \%$$

$$\text{EV} = 0,24 \text{ m}$$

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

Stationing lengkung vertikal

$$\text{STA PLV} = 1 + 127,32$$

$$\text{STA PPV} = 1 + 147,32$$

$$\text{STA PTV} = 1 + 167,32$$

Elevasi lengkung vertikal

$$\text{Elevasi PLV} = 1,49 \text{ m}$$

$$\text{Elevasi PPV} = 0,96 \text{ m}$$

$$\text{Elevasi PTV} = 1,86 \text{ m}$$

4.6.2 Perencanaan Perkerasan Lentur

Pada perencanaan perkerasan lentur, data CBR lapangan yang didapat sebesar 3,55 % sehingga dalam pemilihan jenis perkerasan tidak dapat mengikuti hasil evaluasi karena kurang cocok untuk jalan loka, maka direkomendasikan menggunakan perkerasan Lapen

1. Bahan yang dipakai:

- a) Lapis permukaan = Lapen (50 mm)
- b) Lapis pondasi atas = LPA Kelas A (150 mm)
- c) Lapis pondasi bawah = agregat kelas B (200 mm)
- d) perbaikan tanah dasar = Timbunan Pilihan (150 mm)