

## PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Ruas jalan Bealaing-Mukun-Bazang yang berada di Daerah NTT Kabupaten Manggarai Timur, ini merupakan jalan penghubung antara Kabupaten Manggarai Timur dan Kabupaten Ende barat. Jalan ini merupakan adalah jalan Lokal sekunder. Dengan panjang jalan **dengan panjang jalan 3 km, mulai km KM. 29+745-KM. 32+800** karena perubahan fungsi jalan dari jalan Lokal sekunder dialih fungsikan menjadi jalan Arteri primer.

Berdasarkan hal tersebut maka perlu penyesuaian terhadap tebal perkerasan dan desain geometri jalan.

### 1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan uraian diatas maka perlu dirumuskan:

1. Berapakah tebal lapisan perkerasan lentur yang di butuhkan untuk mendesain ruas jalan Bealaing-Mukun-Bazang dengan umur rencana 20 Tahun ?
2. Bagaimanakah desain geometri yang sesuai dengan ruas jalan Bealaing-Mukun-Bazang agar sesuai dengan kecepatan rencana 60 km / jam ?

### 1.3 Tujuan Desain

Adapun tujuan dari dilaksanakannya desain perkerasan lentur pada ruas jalan Bealaing-Mukun-Bazang, yaitu:

1. Mendesain lapisan perkerasan lentur yang sesuai dengan umur rencana 20 tahun serta merencanakan jalan yang sesuai dengan fungsinya sebagai jalan Arteri primer.
2. Mendesain geometri yang sesuai dengan kondisi ruas jalan Bealaing-Mukun-Bazang.

### 1.4 Manfaat Desain

Selain tujuan yang hendak dicapai, saya juga berharap Tugas Akhir ini dapat memberikan manfaat terutama bagi :

#### 1. Manfaat bagi masyarakat

Tugas Akhir ini bertujuan untuk menjadi kajian sarana peningkatan ilmu pengetahuan dan pemahaman tentang kelayakan perencanaan perkerasan lentur pada pembangunan jalan di Indonesia, khususnya di daerah pedalaman.

#### 2. Manfaat bagi diri sendiri.

Dengan adanya Tugas Akhir ini saya berharap dapat mengetahui tingkat kelayakan perkerasan lentur pada pembangunan jalan di Indonesia, serta dapat memberikan masukan bagi pihak-pihak terkait dalam pelaksanaan pekerjaan jalan.

### 1.5 Batasan Masalah dan Ruang Lingkup

Adapun batasan masalah dalam penulisan laporan Tugas Akhir ini adalah

Sebagai berikut :

1. Tidak memperhitungkan desain dinding penahan, struktur jembatan dan gorong-gorong.
2. Tidak memperhitungkan desain bahan/material perkerasan jalan.
3. Tidak memperhitungkan desain akumulasi biaya perencanaan jalan.
4. Tidak memperhitungkan desain rambu dan lampu lalulintas jalan

### 2.1 Pengumpulan Data

Pengumpulan data merupakan tahapan untuk menentukan penyelesaian masalah secara ilmiah,

beberapa yang didapatkan guna untuk perencanaan antara lain adalah data sekunder, data sekunder merupakan data pendukung yang dipakai dalam penyusunan laporan Tugas Akhir, data sekunder ini bukan didapatkan dari hasil pengamatan langsung di lapangan, berikut ini yang termasuk data sekunder antara alain :

a. Data geometri

data geometri diperoleh dari Dinas Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat Provinsi Nusa Tenggara Timur

b. Data topografi

data topografi berupa peta diperoleh dari Direktorat Topografi Angkatan darat dan peta pendukung dari google map

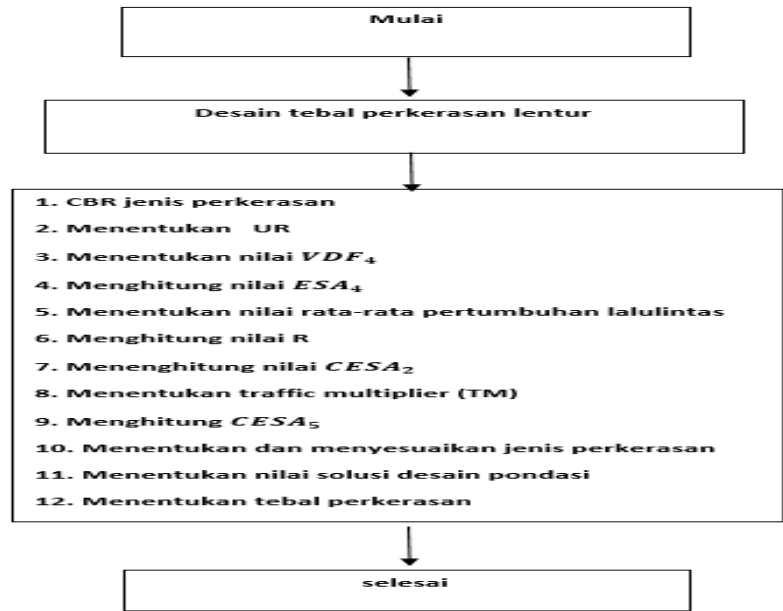
c. Data LHR

data LHR atau Lalu-lintas Harian Rata-rata diperoleh dari *Cv. Global Cipta Mandiri*

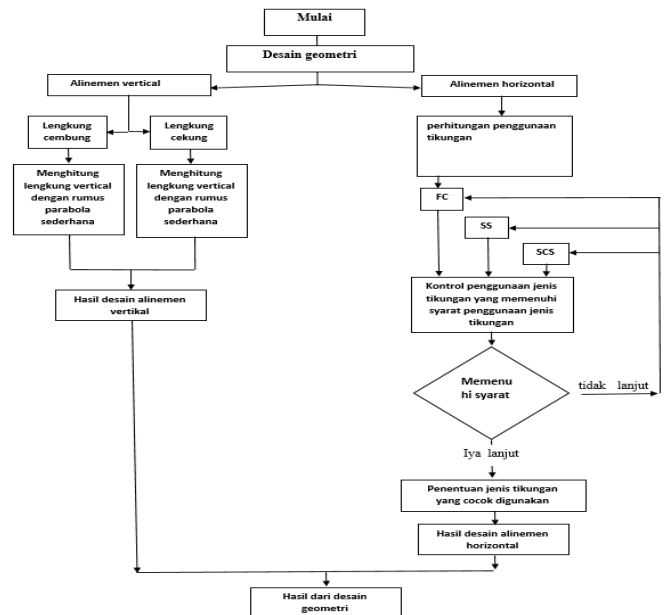
d. Data CBR

data CBR atau *California Bearing Ratio* diperoleh dari Dinas Pekerjaan umum dan Penataan Ruang Bidang Bina Marga Nuasa Tenggara Timur

2.3 Diagram alir desain perkerasan lentur



2.4 Diagram alir Desain geometri



## HASIL DAN PEMBAHASAN

### 4.1 Perhitungan desain tebal perkerasan

Data Eksisting, pada jalan Bealaing-Mukun-Bazang sebagai berikut:

Desain tipe jalan 1 jalur 2 lajur

Masa konstruksi (n1) 1 tahun

Angka pertumbuhan lalu lintas 5 % / tahun

Data lalu lintas

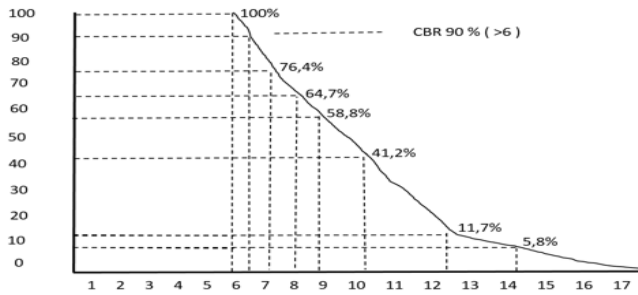
- Kendaraan ringan 2 ton = 138 kendaraan
- Bus penumpang = 18 kendaraan
- Truck 2 As 13 ton = 46 kendaraan
- Truck 3 As 20 ton = 4 kendaraan

Data CBR

- CBR sekmen 1 = 8,33
  - CBR sekmen 2 = 10,75
  - CBR sekmen 3 = 6,73
  - CBR sekmen 4 = 6,30
  - CBR sekmen 5 = 9,37
  - CBR sekmen 6 = 12,58
  - CBR sekmen 7 = 7,99
  - CBR sekmen 8 = 6,92
  - CBR sekmen 9 = 10,21
  - CBR sekmen 10 = 10,96
  - CBR sekmen 11 = 14,58
  - CBR sekmen 12 = 10,29
  - CBR sekmen 13 = 6,27
  - CBR sekmen 14 = 8,33
  - CBR sekmen 15 = 10,65
  - CBR sekmen 16 = 7,32
  - CBR sekmen 17 = 9,35
- faktor kemarau 0,07

Tabel 4.1 : mencari desain CBR

NO	CBR	Jumlah yang sama atau lebih besar	Persentase (%) yang sama atau lebih besar
1	6,27	17	17/17 x 100% = 100 %
2	6,30	-	-
3	6,73	-	-
4	6,92	-	-
5	7,32	13	13/17 x 100% = 76,4%
6	7,99	-	-
7	8,33	11	11/17 x 100% = 64,7%
8	9,05	10	10/17 x 100% = 58,8%
9	9,35	-	-
10	9,37	-	-
11	10,21	7	7/17 x 100% = 41,2%
12	10,29	-	-
13	10,65	-	-
14	10,75	-	-
15	10,96	-	-
16	12,58	2	2/17 x 100% = 11,7%
17	14,58	1	1/17 x 100% = 5,8%



Gambar 4.1 : Garfik mencari desain CBR

Dari data CBR maka didapatkan desain CBR 90 % adalah 6,5

### Menentukan UR

Umur rencana perkerasan baru seperti yang tertulis dalam table manual desain jalan nomor 02/M/BM/2013, maka umur rencana pada perencanaan ini di pakai un

Tabel 4.2 : Umur Rencana

Jenis Perkerasan	Elemen Perkerasan	Umur Rencana (tahun) <sup>(1)</sup>
Perkerasan lentur	Lapisan aspal dan lapisan berbutir <sup>(2)</sup>	20
	Fondasi jalan	40
	Semua perkerasan untuk daerah yang tidak dimungkinkan pelapisan ulang (overlay), seperti: jalan perkotaan, underpass, jembatan, terowongan.	
Perkerasan kaku	Cement Treated Based (CTB)	40
Jalan tanpa penutup	Lapis fondasi atas, lapis fondasi bawah, lapis beton semen, dan fondasi jalan.	
	Semua elemen (termasuk fondasi jalan)	

### 4.1.2 Menentukan nilai VDF<sub>4</sub>

Untuk nilai VDF<sub>4</sub> mengacu pada table manual desain perkerasan jalan nomor

02/M/BM/2013 berdasarkan faktor ekuivalen beban kendaraan maka didapatkan data sebagai berikut:

Tabel 4.3 : kalsifikasi kendaraan dan nilai VDR standar

Jenis Kendaraan	Klasifikasi Lama	Alternatif	Urutan	Konfigurasi sumbu	Kelompok sumbu	Distribusi tipikal (%)		Faktor Ekuivalen Beban (VDF) (ESA / kendaraan)	
						Semua kendaraan bermotor	Semua kendaraan bermotor kecuali sepeda motor	VDF4 Pangkat 4	VDF5 Pangkat 5
1	1	1	Sepeda motor	1.1	Muatan yang diangkat	2	30,4		
2,3,4	2,3,4	1	Sedan / Angkot / Pickup / Station wagon	1.1		2	51,7	74,3	
5a	5a	5a	Bus kecil	1.2		2	3,5	5,00	0,3
5b	5b	5b	Bus besar	1.2		2	0,1	0,20	1,0
6a.1	6.1	6.1	Truk 2 sumbu - cargo ringan	1.1	muatan umum	2			0,3
6a.2	6.2	6.2	Truk 2 sumbu - ringan	1.2	tanah, pasir, besi, semen	2	4,6	6,60	0,8
6b1.1	7.1	7.1	Truk 2 sumbu - cargo sedang	1.2	muatan umum	2			0,7
6b1.2	7.2	7.2	Truk 2 sumbu - sedang	1.2	tanah, pasir, besi, semen	2			1,6
6b2.1	8.1	8.1	Truk 2 sumbu - berat	1.2	muatan umum	2			0,9
6b2.2	8.2	8.2	Truk 2 sumbu - berat	1.2	tanah, pasir, besi, semen	2	3,8	5,50	7,3
7a1	9.1	9.1	Truk 3 sumbu - ringan	1.22	muatan umum	3			7,6
7a2	9.2	9.2	Truk 3 sumbu - sedang	1.22	tanah, pasir, besi, semen	3	3,9	5,60	28,1
7a3	9.3	9.3	Truk 3 sumbu - berat	1.12		3	0,1	0,10	28,9
7b	10	10	Truk 2 sumbu dan trailer penarik 2 sumbu	1.2-2.2		4	0,5	0,70	36,0
7c1	11	11	Truk 4 sumbu - trailer	1.2-2.2		4	0,3	0,50	13,6
7c1.1	12	12	Truk 5 sumbu - trailer	1.2-2.2		5			19,0
7c2.2	13	13	Truk 5 sumbu - trailer	1.2-2.2		5	0,7	1,00	30,3
7c3	14	14	Truk 6 sumbu - trailer	1.22-2.22		6	0,3	0,50	41,6

#### 4.1.3 Mencari nilai $ESA_4$

Untuk mencari nilai  $ESA_4$  digunakan persamaan dengan menggunakan rumus (jumlah kendaraan X  $VDF_4$ ) dengan mengacu pada jumlah kendaraan yang lewat didapatkan hasil sebagai berikut :

- $ESA_4$  Kendaraan ringan 2 ton =  $138 \times 0,3 = 41,4$
- $ESA_4$  bus besar =  $18 \times 0,1 = 1,8$
- $ESA_4$  truck 2 AS 13 ton =  $46 \times 7,3 = 335,8$
- $ESA_4$  truck 3 AS 20 ton =  $4 \times 28,1 = 112,4$

#### 4.1.4 Menentukan nilai rata-rata pertumbuhan lalu lintas (i)

Pada nilai rata-rata pertumbuhan lalu lintas dilihat pada tabel manual desain perkerasan jalan nomor 02/M/BM/2013 dimana diambil pada tahun 2013-2020, pada jenis jalan arteri (5%)

Tabel 4.4 : faktor pertumbuhan Lalu-Lintas

	2010-2020	> 2021 – 2030
Arteri dan perkotaan (%)	(5) (yang di pakai)	4
Kolektor rural (%)	3,5	2,5
Jalan desa (%)	1	1

#### 4.1.5 Menentukan nilai faktor pengalihan pertumbuhan lalu lintas (R)

Untuk menentukan nilai rencana pertumbuhan lalu lintas selama umur rencana dihitung dengan menggunakan rumus  $\left( \frac{(1+0,01 \times i)^{UR} - 1}{0,01 \times i} \right)$

$$R = \left( \frac{(1+0,01 \times 5)^{20} - 1}{0,01 \times 5} \right) = 33,06 \text{ Dimana } R = \text{faktor pengalihan pertumbuhan lalu lintas}$$

i = tingkat pertumbuhan lalu lintas tahunan (%)

UR = umur rencana (tahun)

#### 4.1.6 Menentukan nilai $CESA_4$

Dengan menggunakan rumus ( $ESA_4 \times R \times 365$ )

- $CESA_4$  kendaraan ringan 2 ton =  $41,1 \times 33,06 \times 365 = 495949,59$
- $CESA_4$  bus besar =  $1,8 \times 33,06 \times 365 = 22075,2$
- $CESA_4$  truck 2 AS 13 ton =  $335,8 \times 33,06 \times 365 = 4118251,2$
- $CESA_4$  truck 3 AS 20 ton =  $112,4 \times 33,06 \times 365 = 1378473,6$

$$\text{Jumlah } CESA_4 = 6014749,59$$

#### 4.1.7 Menentukan nilai Traffic Multiplier (TM)

Untuk menentukan nilai TM diambil pada acuan manual desain perkerasan jalan nomor 02/M/BM/2013 yang menyatakan bahwa untuk kondisi pembebanan yang berlebihan di Indonesia adalah 1,85-2,0. Maka nilai TM yang digunakan adalah 1,85

#### 4.1.8 Menentukan nilai $CESA_5$

Dengan menggunakan rumus : ( $CESA_4 \times TM$ )

- $CESA_5$  kendaraan ringan 2 ton =  $495949,59 \times 1,85 = 917506,74$
- $CESA_5$  bus besar =  $22075,2 \times 1,85 = 40839,12$
- $CESA_5$  truck 2 AS 13 ton =  $4118251,2 \times 1,85 = 7618764,72$
- $CESA_5$  truck 3 AS 20 ton =  $1378473,6 \times 1,85 = 2550176,16$



$$\text{Jumlah } CESA_5 = 11127286,74$$

#### 4.1.9 Menentukan dan menyesuaikan jenis perkerasan

Untuk menyesuaikan jenis perkerasan jalan, mengacu pada manual desain perkerasan jalan nomor 02/M/BM/2013, lihat pada tabel 3.1 di buku manual desain perkerasan jalan nomor 02/M/BM/2013, dengan jumlah nilai  $CESA_4 = 6,014$  juta

Tabel 4.5 : pemilihan jenis perkerasan

Struktur Perkerasan	desain	ESA20 tahun (juta)				
		(pangkat 4 kecuali disebutkan lain)				
		0 – 0,5	0,1 – 4	4 – 10	10 – 30	> 30
Perkerasan kaku dengan lalu lintas berat	4			2	2	2
Perkerasan kaku dengan lalu lintas rendah (desa dan daerah perkotaan)	4A		1,2			
AC WC modifikasi atau SMA modifikasi dengan CTB (panghat 5)	3				2	
AC dengan CTB (pangkat 5)	3			2		
AC tebal $\geq 100$ mm dengan lapis pondasi berbutir (pangkat 5)	3A			1,2		
AC atau HRS tipis diatas lapis pondasi berbutir	3		1,2			
Burda atau Burtu dengan LPA Kelas A atau batuan asli	Gambar 6	3	3			
Lapis Pondasi Soil Cement	6	1	1			
Perkerasan tanpa penutup	Gambar 6	1				

 Solusi yang lebih diutamakan (lebih murah)  
 Alternatif – lihat catatan

#### 4.1.10 Menentukan nilai solusi desain pondasi

Untuk menentukan nilai solusi desain pondasi jalan minimum menggunakan nilai segmen CBR dan nilai  $CESA_5$  serta menghubungkannya dengan desain 2 pada manual desain perkerasan jalan no 02/M/BM/2013

$$\text{CBR RATA-ARAT} = 6,290 \text{ Dibulatkan } 6\%$$

Tabel 4.6 : solusi desain jalan minimum

CBR Tanah Dasar	Kelas Kekuatan Tanah Dasar	Prosedur desain pondasi	Deskripsi struktur pondasi jalan	lalu lintas lajur desain umur rencana 40 tahun (juta $CESA_5$ )		
				<2	2-4	>4
				Tebal minimum peringkatan tanah dasar		
$\geq 6$	SG6			Tidak perlu peringkatan		
5	SG5	A	Perteikan tanah dasar meliputi bahan stabilisasi kapur atau timbunan pilihan (pemadatan berlapis $\leq 200$ mm tebal lepas)			100
4	SG4			100	150	200
3	SG3			150	200	300
2,5	SG2,5			175	250	350
Tanah ekspansi (potensi swell > 5%)		AE		400	500	600
Perkerasan lentur diatas tanah lunak <sup>5</sup>	SG1 aluvial <sup>1</sup>	B	Lapis penopang (capping layer) <sup>(2)(4)</sup>	1000	1100	1200
			Atau lapis penopang dan geogrid <sup>(2)(4)</sup>	650	750	850
Tanah gambut dengan HRS atau perkerasan Burda untuk jalan kecil (nilai minimum – peraturan lain digunakan)		D	Lapis penopang berbutir <sup>(2)(4)</sup>	1000	1250	1500

#### 4.1.11 Menentukan tebal perkerasan

Untuk menentukan tebal perkerasan menggunakan nilai CES menghubungkannya dengan bagan desain 3 pada manual desain perkerasan 02/M/MB/2013

Tabel 4.7 : desain perkerasan lentur

	STRUKTUR PERKERASAN						
	F1	F2	F3	F4	F5	F6	F7
	Lihat desain 5 & 6			Lihat Bagan Desain 4 untuk alternatif			
Pengulangan beban sumbu desain 20 tahun terkoreksi di lajur desain (pangkat 5) ( $10^5 \text{ CESA}_5$ )	< 0,5	0,5-2,0	2,0-4,0	4,0-30	30-50	50-100	100-200
Jenis permukaan berpengikat	HRS, SS, atau Penmac	HRS (6)		AC <sub>1</sub> atau AC <sub>2</sub>	AC <sub>c</sub>		
Jenis lapis Pondasi dan lapis Pondasi bawah	Lapis Pondasi Berbutir A				Cement Treated base (CTB) (= cement treated base A)		
	KETEBALAN LAPIS PERKERASAN (mm)						
	HRS WC	30	30	30			
	HRS Base	35	35	35			
	AC WC			40	40	40	50
Lapisan beraspal	AC BC <sup>3</sup>			135	155	185	220
CTB atau LPA Kelas A	CTB <sup>4</sup>			150	150	150	150
	LPA Kelas A <sup>2</sup>	150	250	250	150	150	150
LPA Kelas A, LPA Kelas B atau kerikil alam atau lapis distabilisasi dengan CBR >10%		150	125	125			

#### Menentukan nilai tripikal struktur perkerasan

Untuk menentukan nilai tripikal structural perkerasan didapat desain 3 pada manual desain perkerasan jalan Sebagai berikut :

- AC WC : 40 mm
- AC BC<sup>5</sup> : 135 mm
- CTB : 150 mm
- LPA kelas A<sup>2</sup> : 150 mm

Resume Tripikal struktur perkerasan

AC WC (40 mm)
AC BC (135 mm)
CTB (150 mm)
LPA kelas A (150 mm)
Peningkatan tanah dasar (200 mm)

#### Perhitungan Desain Geometri

##### Perhitungan desain alinyemen horizontal

##### 1. perhitungan tikungan FC

Diperoleh data

$$d3 = 88,510 \text{ m}$$

$$d4 = 105,642 \text{ m}$$

$$\Delta 1 = 27^\circ$$

Dari tabel 2.11 didapat  $V_r = 60 \text{ km/jam}$

$$R \text{ minimal} + 350 \text{ m} : R \text{ rencana} = 350 \text{ m}$$

Coba dengan perhitungan tikungan Full circle (FC)

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

$$= 350 \cdot \tan \frac{1}{2} 27^\circ$$

$$= 40 \text{ m}$$

$$E_c = R \cdot \tan \frac{1}{4} \Delta$$

$$= 350 \cdot \tan \frac{1}{4} 27^\circ$$

$$= 20,5 \text{ m}$$

$$L_c = \frac{\Delta}{360} \times (2\pi R)$$

$$= \frac{27}{360} \times (2 \cdot 3,14 \cdot 350)$$

total syarat :

$$L_{\text{tot}} < 2T_c = 79,425 < 2 \times 40 \text{ m}$$

$$= 79,425 < 80 \text{ m} \dots \dots \text{ OK}$$

$$d3 > L_c < d4 = 88,510 \text{ m} > 79,425 \text{ m} < 105,642 \text{ m} \dots \dots \text{ ok}$$

$$Y_s = \frac{LS^2}{6 \times R}$$

$$= \frac{33,3^2}{6 \times 90}$$

$$= 2,053$$

$$k = X_s - R_c \times \sin \theta_s$$

$$= 33,3 - 90 \times \sin (10,605)$$

$$= 16,736 \text{ m}$$

$$P = Y_s - R_c \times (1 - \cos \theta_s)$$

$$= 2,053 - 90 \times (1 - \cos (10,605)) = 0,035 \text{ m}$$

$$T_s = (R + p) \times \tan \Delta/2 + K$$

$$= (90 + 0,035) \times \tan 37^\circ/2 + 16,736$$

$$= 46,861 \text{ m}$$

$$E_s = \frac{R+P}{\cos \Delta/2} - R$$

$$= \frac{90+0,035}{\cos(\frac{37}{2})} - 90$$

$$= 8,998 \text{ m}$$

$$L_{tot} = L_c + 2 \times L_s$$

$$= 24,790 + 2 \times 33,3$$

$$= 91,39 \text{ m}$$

Syarat :

$$L_{tot} < 2T_s = 91,39 \text{ m} < 2 \times 46,861$$

$$= 91,39 \text{ m} < 93,72 \text{ m ok}$$

Penggambaran diagram super elevasi FC

$$B \text{ (lebar lajur)} = 8 \text{ m}$$

$$e \text{ rencana} = 3,3\%$$

$$L \text{ total} = 79,425$$

$$R \text{ rencana} = 350 \text{ m}$$

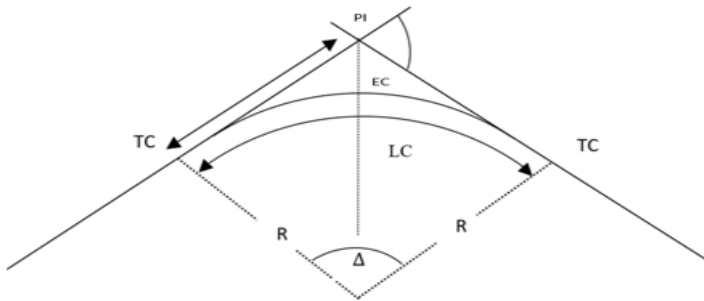
Panjang lengkung peralihan (LS) guna menggambarkan pencapaian

Kemiringan lereng normal ke kemiringan penuh pada tikungan full circle (FC)

$$L_s = (e + e_n) \times B \times 1/m$$

$$= (0,035 + 0,02) \times 8 \times 100$$

$$= 44 \text{ m}$$



Gambar 4.8 : Hasil dari Desain horizontal tikungan FC

$$\Delta = 27^\circ \quad R = 350 \text{ m}$$

$$EC = 20,5 \text{ m} \quad TC = 40 \text{ m}$$

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

### itungan tikungan S-C-S

Diperoleh data

$$d_2 = 95,00 \text{ m}$$

$$d_3 = 88,510 \text{ m}$$

$$\Delta_2 = 37^\circ$$

Dari tabel 2.10 didapat  $V_r$  : 60 km/jam

R minimal + 350 m : R rencana = 350 m

Coba dengan perhitungan tikungan Full circle (FC)

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

$$= 350 \cdot \tan \frac{1}{2} 37^\circ$$

$$= 113,913 \text{ m}$$

$$E_c = T_c \cdot \tan \frac{1}{4} \Delta$$

$$= 113,913 \cdot \tan \frac{1}{4} 37^\circ$$

$$= 18,390 \text{ m}$$

$$L_c = \frac{\Delta}{360} \times (2\pi R)$$

$$= \frac{37}{360} \times (2 \cdot 3,14 \cdot 350)$$

syarat :

$$< 2T_s = 225,905 < 2 \times 113,913 \text{ m}$$

$$= 225,905 < 267,826 \text{ m..... OK}$$

$$T_c < d_3 = 95,00 \text{ m} > 113,913 \text{ m} < 88,510 \text{ tidak ...ok}$$

licoba dengan tikungan spiral-circle-spiral (S-C-S)

$V_r = 60 \text{ km/jam}$

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

$$= 0,153 \text{ km/jam}$$

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

$$= \frac{(60)^2}{127 (0,08 + 0,153)}$$

$$= 88,189 \text{ m}$$

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

$$= \frac{60}{3,6} \times 2$$

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

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

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

$$= 10,605^\circ$$

$$\Delta c = \Delta - 2\theta_s$$

$$= 37^\circ - 2(10,605^\circ)$$

$$= 15,79^\circ$$

$$L_c = \frac{\Delta c}{360} (2\pi R_c)$$

$$= \frac{15,79}{360} \times (2 \times 3,14 \times 90)$$

$$= 24,790 \text{ m} > 10,474 \text{ m} > 25 \text{ m} \dots \text{ok}$$

$$X_s = L_s - \frac{L_s^2}{40 \times R^2}$$

$$= 33,3 - \frac{33,3^2}{40 \times (90)^2}$$

$$= 33,186$$

$$Y_s = \frac{L_s^2}{6 \times R}$$

$$= \frac{33,3^2}{6 \times 90}$$

$$= 2,053$$

$$k = X_s - R_c \times \sin \theta_s$$

$$= 33,3 - 90 \times \sin(10,605^\circ)$$

$$= 16,736 \text{ m}$$

$$P = Y_s - R_c \times (1 - \cos \theta_s)$$

$$= 2,053 - 90 \times (1 - \cos(10,605^\circ)) = 0,035 \text{ m}$$

$$T_s = (R + p) \times \tan \frac{\Delta}{2} + K$$

$$= (90 + 0,035) \times \tan \frac{37^\circ}{2} + 16,736$$

$$= 46,861 \text{ m}$$

$$E_s = \frac{R+P}{\cos \frac{\Delta}{2}} - R$$

$$= \frac{90+0,035}{\cos(\frac{37}{2})} - 90$$

$$= 8,998 \text{ m}$$

$$L_{tot} = L_c + 2 \times L_s$$

$$= 24,790 + 2 \times 33,3$$

$$= 91,39 \text{ m}$$

Syarat :

$$L_{tot} < 2T_s = 91,39 \text{ m} < 2 \times 46,861$$

$$= 91,39 \text{ m} < 93,572 \text{ m} \text{ ok}$$

menentukan superelevasi rencana

Diketahui

R rencana = 350 m

V rencana = 60 Km/jam

e maksimum = 8 %

$$f_{max} = -0,00065 \cdot V_R \cdot 0,192 \text{ ( untuk } V_R < 100 \text{ )}$$

$$= -0,00065 \cdot 60 \cdot 0,192$$

$$= 0,036$$

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

$$= \frac{181913,53(0,08 + 0,036)}{60^2}$$

$$= 5,861$$

$$D_d = \frac{1432,39}{R}$$

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

$$= 15,915^\circ$$

$$e_d = \frac{-e_{max} \times D_d^2}{D_{max}^2} + \frac{2 \times e_{max} \times D_d}{D_{max}}$$

$$= \frac{-0,08 \times 15,915^2}{5,861^2} + \frac{2 \times 0,08 \times 15,915}{5,861} = 0,155$$

= 15,5 % (diperoleh super elevasi tikungan S-C-S sebesar

15,5 %

ngambaran diagram superelevasi S-C-S

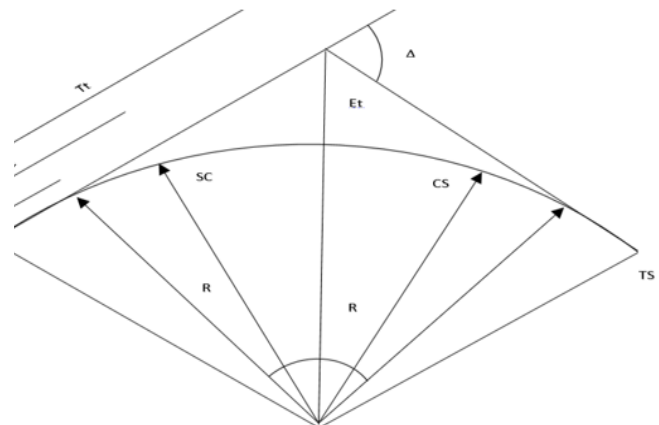
$$L_{total} = 225,905 \text{ m}$$

$$e_{rencana} = 15,5 \%$$

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

$$L_c = 24,790 \text{ m}$$

$$R_{rencana} = 350$$



Gambar 4.9 : Hasil dari Desain horizontal tikungan S-C-S

$$V = 60 \text{ km/jam}$$

$$e = 8 \%$$

$$R = 88,189 \text{ m}$$

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

$$\theta_s = 10,605^\circ$$

$$\Delta = 15,79^\circ$$

$$K = 16,8 \text{ m}$$

$$E_s = 8,998 \text{ m}$$

$$T_s = 46,9 \text{ m}$$

### 3.perhitungan tikungan S-S

Diperoleh data

$$d15 = 128,39\text{m}$$

$$d16 = 80,810\text{ m}$$

$$\Delta = 41^\circ$$

Dari tabel 2.10 didapat  $V_r = 60\text{ km/jam}$

$$R_{\text{minimal}} + 350\text{ m} : R_{\text{rencana}} = 350\text{ m}$$

Coba dengan perhitungan tikungan Full circle (FC)

$$\begin{aligned} T_c &= R \cdot \tan \frac{1}{2} \Delta \\ &= 350 \cdot \tan \frac{1}{2} 41^\circ \\ &= 125,135\text{m} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} E_c &= T_c \cdot \tan \frac{1}{4} \Delta \\ &= 125,230 \cdot \tan \frac{1}{4} 41^\circ \\ &= 22,403\text{ m} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} L_c &= \frac{\Delta}{360} \times (2\pi R) \\ &= \frac{41}{360} \times (2 \cdot 3,14 \cdot 350) \\ &= 250,327\text{ m} \end{aligned}$$

L total syarat :

$$\begin{aligned} L_{\text{tot}} < 2T_s &= 250,327 < 2 \times 125,230\text{ m} \\ &= 250,372 < 250,461\text{ m} \dots \text{OK} \end{aligned}$$

$$d51 > T_c < d16 = 128,39\text{m} > 125,135\text{ m} < 80,810\text{ tid}$$

dicoba dengan tikungan spiral-circle-spiral (S-C-S)

$$V_r = 50\text{ km/jam}$$

$$\begin{aligned} F_{\text{max}} &= -0,00065 \times (V_r) + 0,192 \\ &= 0,133 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} R_{\text{min}} &= \frac{(V_r)^2}{127 (e_{\text{max}} + f_{\text{max}})} \\ &= \frac{(50)^2}{127 (0,08 + 0,133)} \\ &= 67,069\text{ m} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} L_s &= \frac{V_r}{3,6} \times T \\ &= \frac{50}{3,6} \times 2 \\ &= 27,8\text{ m} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \theta_s &= \frac{90 \times L_s}{\pi \times R_c (100)} \\ &= \frac{90 \times 27,8}{3,14 \times 100} \\ &= 7,959^\circ \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \Delta_c &= \Delta - 2\theta_s \\ &= 41^\circ - 2 (7,959^\circ) \\ &= 25,455^\circ \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} L_c &= \frac{\Delta_c}{360} (2\pi R_c (100)) \\ &= \frac{25,455}{360} \times (2 \times 3,14 \times 100) \\ &= 44,404\text{m} \rightarrow 7,959\text{m} > 25 \text{ tidak ok} \\ &\quad L_c \text{ lebih kecil dari } 25 \end{aligned}$$

Coba dengan perhitungan spiral-spiral (S-S)

$$\begin{aligned} \theta_s &= \frac{1}{2} \times \Delta P I \\ &= \frac{1}{2} \times 41^\circ \\ &= 20,5^\circ \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} L_s &= \frac{\theta \times \pi \times R_c}{90} \\ &= \frac{20,5 \times 3,14 \times 90}{90} \\ &= 64,37\text{m} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} X_s &= L_s - \frac{L_s^2}{40 \times R^2} \\ &= 64,37 - \frac{64,37^2}{40 \times (90)^2} \\ &= 83,89\text{ m} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} Y_s &= \frac{L_s^2}{6 \times R} \\ &= \frac{64,37^2}{6 \times 90} \\ &= 5,744 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} k &= X_s - R_c \times \sin \theta_s \\ &= 83,89 - 90 \times \sin (20,5) \\ &= 52,37\text{ m} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} P &= Y_s - R_c \times (1 - \cos \theta_s) \\ &= 5,744 - 90 \times (1 - \cos (20,5)) = 0,444\text{ m} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} T_s &= (R + p) \times \tan \Delta/2 + K \\ &= (90 + 0,444) \times \tan 41^\circ/2 + 52,37 \\ &= 86,185\text{ m} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} E_s &= \frac{R+P}{\cos \Delta/2} - R \\ &= \frac{90+0,444}{\cos(\frac{41}{2})} - 90 \\ &= 4,740\text{ m} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} L_{\text{tot}} &= 2 \times L_s \\ &= 2 \times 64,37 \\ &= 128,74 \end{aligned}$$

t :

$$\begin{aligned} \text{tot} < 2T_s &= 128,74\text{m} < 2 \times 86,185 \\ &= 128,74\text{ m} < 172,37\text{ m} \dots \text{ok} \end{aligned}$$

$$T_s < d16 = 128,39\text{m} > 86,185\text{m} > 80,810\text{ m} \dots \text{ok}$$



menentukan superelevasi rencana tikungan S-S

Diketahui

$$R \text{ rencana} = 350 \text{ m}$$

$$V \text{ rencana} = 60 \text{ Km/jam}$$

$$e \text{ maksimum} = 8 \%$$

$$\begin{aligned} f_{\max} &= -0,00065 \cdot VR \cdot 0,192 \quad (\text{untuk } VR + < 80 \text{ km/jam}) \\ &= -0,00065 \cdot 60 \cdot 0,192 \\ &= 0,036 \end{aligned}$$

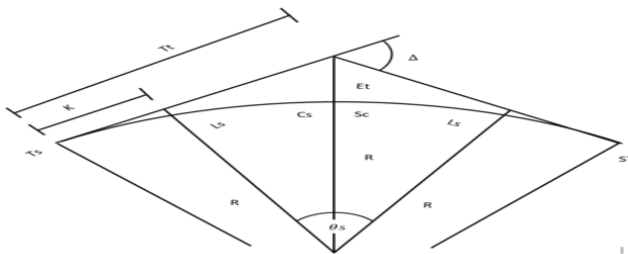
$$\begin{aligned} D_{\max} &= \frac{181913,53(e_{\max} + f_{\max})}{v^2} \\ &= \frac{181913,53(0,08 + 0,036)}{60^2} \\ &= 5,861 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} D_d &= \frac{1432,39}{R} \\ &= \frac{1432,39}{350} \\ &= 4,115^\circ \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} e_d &= \frac{-e_{\max} \times D_d^2}{D_{\max}^2} + \frac{2 \times e_{\max} \times D_d}{D_{\max}} \\ &= \frac{-0,08 \times 4,115^2}{5,861^2} + \frac{2 \times 0,08 \times 4,115}{5,861} = 0,151 \\ &= 15,1 \% \quad (\text{diperoleh super elevasi tikungan S-S}) \\ &= 15,1 \% \end{aligned}$$

Penggambaran super elevasi S-S

L total	= 128,74 m
e rencana	= 15,1%
Ls	= 64,37m
R rencana	= 90m



Gambar 4.10 : Hasil dari Desain horizontal tikungan S-S

V	= 60 km/jam	Δ	= 41°
R	= 350 m	e	= 15,1 %
θ <sub>s</sub>	= 20,5°	Es	= 4,740 m
K	= 57,37 m	Ts	= 58,185 m

itungan desain alinyemen vertical

### 1. desain lengkung cembung

Diperoleh data dari kondisi tanjakan jalan bealaing-mukun-mbasang

$$\text{Sta1} = 30 + 400 \text{ elevasi existing} : 889,790$$

$$\text{Sta2} = 31 + 200 \text{ elevasi existing} : 901,089$$

$$\text{Sta3} = 32 + 400 \text{ elevasi existing} : 911,216$$

▪ Perhitungan perbedaan aljabar landai

$$\begin{aligned} g_1 &= \frac{elv_2 - elv_1}{sta_2 - sta_1} \times 100\% \\ &= \frac{901,089 - 889,790}{(31+200) - (30+400)} \times 100\% \\ &= \frac{11,299}{-199} \times 100\% \\ &= 5,677 \% \quad (\text{kelandaian naik}) \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} g_2 &= \frac{elv_3 - elv_2}{sta_3 - sta_2} \times 100\% \\ &= \frac{911,216 - 901,089}{(32+400) - (31+200)} \times 100\% \\ &= \frac{10,127}{210} \times 100\% \\ &= 4,822 \% \quad (\text{turunan}) \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} A &= (g_1 - g_2) \\ &= (-5,677) - 4,822 \\ &= -10,499 \% \end{aligned}$$

Dengan : A = 10,499 %

Dengan : A = 10,499 %

$$V_r = 60 \text{ km/jam}$$

$$j h_{\min} = 55 \text{ m}$$

$$\begin{aligned} J_h &= \frac{V_r}{3,6} \cdot 2,5 + \frac{(V_r/3,6)^2}{2(9,8) \cdot 0,146} \\ &= \frac{60}{3,6} \cdot 2,5 + \frac{(60/3,6)^2}{2(9,8) \cdot 0,146} \\ &= 109,076 \end{aligned}$$

Maka di tetapkan jh 70 m

l kita tentukan panjang lengkung (L) berdasarkan rumusan jarak pandang henti

ii berikut

L

$$\begin{aligned} L &= \frac{A \times J_h^2}{399} \\ L &= \frac{10,499 \times 70^2}{399} \\ L &= 128,935 \end{aligned}$$

Kontrol : sayrat Jh < L

$$70 \text{ m} < 128 \text{ memenuhi syarat}$$

Dari perhitungan didapat L = 70

panjang lengkung berdasarkan jarak pandang (Jd)

untuk (Jd < L)

$$L = \frac{A \times J_d^2}{840}$$

$$L = \frac{10,499 \times 250^2}{840}$$

$$L = 781,175 \text{ m}$$

kontrol : syarat ( $Jd < L$ ) memenuhi syarat ( $250 < 781,175$ )

jadi panjang lengkung L adalah :

berdasarkan jarak pandang henti = 70 m dan jarak pandang mendahului = 250 m

dengan pertimbangan ekonomis maka di desain jarak pandang L = 100 m

$$E_v = \frac{A \times L}{800}$$

$$= \frac{10,499 \times 100}{800}$$

$$= 1,312 \text{ m}$$

$$PLV = PVI - \left( \frac{g_1}{100} \times \frac{lv}{2} \right)$$

$$= 901,089 - \left( \frac{-5,677}{100} \times \frac{100}{2} \right)$$

$$= 903,927 \text{ m}$$

$$PPV = PLV + E_v$$

$$= 903,089 + 1,312$$

$$= 904,401 \text{ m}$$

$$PTV = PVI + \left( \frac{g_2}{100} \times \frac{lv}{2} \right)$$

$$= 901,089 + \left( \frac{4,822}{100} \times \frac{100}{2} \right)$$

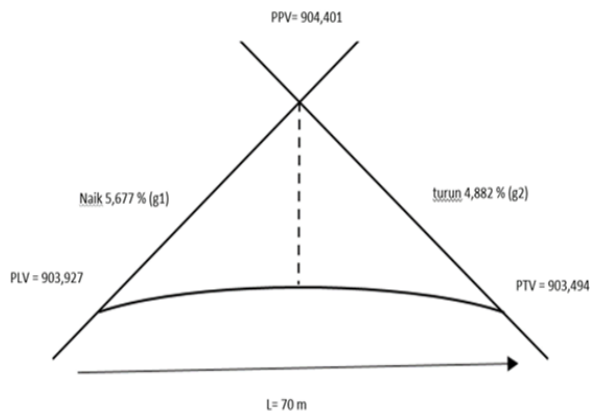
$$= 903,494 \text{ m}$$

Maka desain yang didapatkan

Tanjakan = 5,677 % (kelandaian naik)

Turunan = 4,822 % (turunan)

Elevasinya = 901,089



Gambar 4.11 : Hasil dari Desain alinyemen vertical lengkung cembung

### lengkung cekung

Diperoleh data dari kondisi turunan jalan bealaing-mukun-mbasang

Sta1 = 31 + 745 elevasi existing : 972,465

Sta2 = 32 + 800 elevasi existing : 1066,238

Sta3 = 31 + 600 elevasi existing : 1071,380

$$g_1 = \frac{elv\ 2 - elv\ 1}{sta\ 2 - sta\ 1} \times 100\%$$

$$= \frac{1066,238 - 972,465}{(32+800) - (31+745)} \times 100\%$$

$$= \frac{93,773}{56} \times 100\%$$

$$= 2,989\% \text{ (kelandaian naik)}$$

$$g_2 = \frac{elv\ 3 - elv\ 2}{sta\ 3 - sta\ 2} \times 100\%$$

$$= \frac{1071,380 - 1066,238}{(31+600) - (32+800)} \times 100\%$$

$$= \frac{5,142}{-210} \times 100\%$$

$$= 2,448\% \text{ (turunan)}$$

$$A = (g_1 - g_2)$$

$$= (2,989 - (-2,448))$$

$$= 5,437\%$$

Dengan : A = 5,437 %

$V_r = 60 \text{ km/jam}$

$j_{h_{min}} = 55 \text{ m}$

$$J_h = \frac{V_r}{3,6} 2,5 + \frac{(V_r/3,6)^2}{2(9,8) \cdot 0,146}$$

$$= \frac{60}{3,6} 2,5 + \frac{(60/3,6)^2}{2(9,8) \cdot 0,146}$$

$$= 109,076$$

Maka di tetapkan  $j_h = 70 \text{ m}$

kita tentukan panjang lengkung (L) berdasarkan rumusan jarak pandang henti

berikut

$$L = \frac{A \times j_h^2}{120 + 3,5 \times j_h}$$

$$L = \frac{5,437 \times 70^2}{120 + 3,5 \times 70}$$

$$L = 137,681$$

Kontrol : syarat  $J_h < L$

:  $70 \text{ m} < 137$  memenuhi syarat

Dari perhitungan didapat  $L = 70$

Maka :

$$\begin{aligned} E_v &= \frac{A \times L}{800} \\ &= \frac{5,437 \times 70}{800} \\ &= 0,475 \text{ m} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} PLV &= PVI - \left( \frac{g_1}{100} \times \frac{lv}{2} \right) \\ &= 1066,238 - \left( \frac{2,989}{100} \times \frac{70}{2} \right) \\ &= 1065,191 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} PPV &= PLV + E_v \\ &= 1065,238 + 0,475 \\ &= 1066,713 \end{aligned}$$

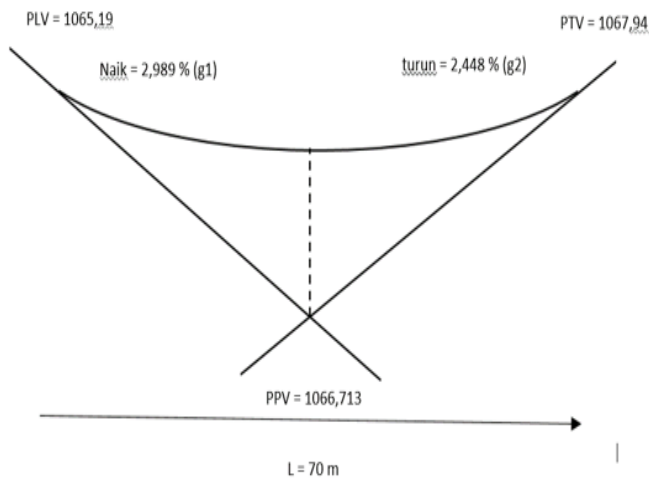
$$\begin{aligned} PTV &= PVI + \left( \frac{g_2}{100} \times \frac{lv}{2} \right) \\ &= 1066,238 + \left( \frac{2,448}{100} \times \frac{70}{2} \right) \\ &= 1067,0948 \end{aligned}$$

Maka desain yang didapatkan

Tanjakan = 2,989 % (kelandaian naik)

Turunan = 2,448 % (turunan)

Elevasinya = 1066,713



Gambar 4.12 : Hasil dari Desain alinyemen vertical lengkung cekung