

PENDAHULUAN

PERENCANAAN GEOMETRIK JALAN

Jalan raya adalah suatu lintasan yang bertujuan melewatkan lalu lintas dari suatu tempat ke tempat lain. Arti lintasan menyangkut tanah yang diperkuat (diperkeras) dan jalur tanah tanpa perkerasan. Sedangkan lalu lintas menyangkut semua benda dan makhluk yang melewati jalan tersebut, baik kendaraan bermotor maupun kendaraan tidak bermotor seperti : sepeda, manusia dan hewan.

Dalam perencanaan jalan raya, bentuk geometriaknya harus ditetapkan sedemikian rupa sehingga jalan yang bersangkutan dapat memberikan pelayanan yang optimal kepada lalu lintas sesuai dengan fungsinya.

Menurut peraturan No. 13/1980 tentang jalan, sistem jaringan jalan primer didefinisikan sebagai berikut: “Jaringan jalan primer merupakan tanggung jawab pemerintah pusat dan merupakan sistem jalan untuk membantu pembangunan semua daerah dengan menghubungkan pusat-pusat untuk pelayanan masyarakat yang merupakan atau akan menjadi kota-kota”.

Kemudian peraturan itu mengelompokkan jalan raya menjadi 3 kategori berdasarkan fungsinya sebagai berikut :

a. Jalan Arteri

Jalan Arteri ini melayani angkutan primer yang memerlukan rute jarak jauh, kecepatan rata-rata yang tinggi dan jumlah jalan masuk yang terbatas yang dipilih secara efisien.

b. Jalan Kolektor

Jalan kolektor melayani penampungan dan pendistribusian transportasi yang memerlukan jarak sedang, Kecepatan rata-rata yang sedang dan mempunyai jalan masuk yang jumlahnya terbatas.

c. Jalan Lokal

Jalan lokal melayani transportasi lokal yang memerlukan rute jarak pendek, kecepatan rata-rata yang rendah dan mempunyai jalan masuk dalam jumlah yang tak terbatas.

BAB I

PERHITUNGAN LHR DAN KLASIFIKASI JALAN

1. Perhitungan LHR

Perhitungan Lalu Lintas Harian Rata-Rata (LHR) berdasarkan data lalu lintas pada tahun 2008 adalah sebagai berikut :

Jenis Kendaraan	Berat	Jumlah	Tingkat Pertumbuhan
Kendaraan ringan	2 Ton	1800	6 %
Bus	8 Ton	700	4 %
Truk 2 As	13 Ton	400	3 %
Truk 3 As	20 Ton	350	2 %
Total LHR		: 3250 Kendaraan/hari/2 jurusan	

Data lain yang diketahui :

- Masa Pelaksanaan Konstruksi : 2 Tahun
- Jalan direncanakan dibuka tahun : 2012
- Perkembangan selama masa Konstruksi : .. %
- Umur rencana jalan : 20 tahun

Untuk menghitung besar lalu lintas harian rata-rata (LHR) dengan rumus :

$$LHR = (1 + i)^n \times \text{Jumlah Kendaraan.}$$

$$LHR_{\text{smp}} = (LHR) \times \text{Faktor ekivalen}$$

Dimana :

LHR : Lalu Lintas Harian rata-rata (kend/hari/2jurusan)

i : Perkembangan lalu lintas

n : Jumlah tahun rencana

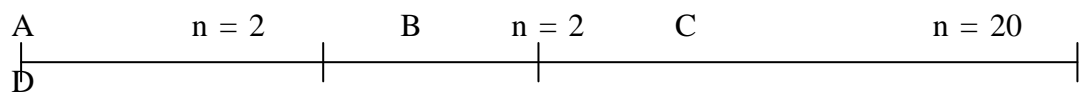
LHR_{smp} : Pengekivalenan LHR dalam satuan mobil penumpang

Faktor ekuivalen mobil penumpang menurut Manual Kapasitas Jalan Indonesia (MKJI):

No	Jenis Kendaraan	Datar / Perbukitan	Pegunungan
1	Sedan, Jeep, Stasion Wagon	1,0	1,0
2	Pick-Up, Bus Kecil, Truk kecil	1,2 – 2,4	1,9 – 3,5
3	Bus dan Truk Besar	1,2 – 5,0	2,2 – 6,0

Faktor ekuivalen berdasarkan American Assosiation State Highway Official (ASSHTO) :

- Kendaraan ringan : 1
- Bus : 1,2
- Truck 2 As : 1,8
- Truck 3 As : 2,4



- Keterangan :
- A : Data LHR tahun 2010
 - B : Dimulainya pelaksanaan konstruksi
 - C : Jalan dibuka tahun 2012
 - D : Akhir umur rencana jalan tahun 2030

a. LHR saat (2008-2010)

(Selang waktu 2 tahun)

Kendaraan ringan	: $(1 + 0,06)^2$ x 1800	= 2022kend/hari
Bus	: $(1 + 0,04)^2$ x 700	= 757.12kend/hari
Truck 2 As	: $(1 + 0,03)^2$ x 400	= 424.36kend/hari
Truck 3 As	: $(1 + 0,02)^2$ x 350	= 364.14kend/hari
LHR _{Total}		= 3568,62 kend/hari

b. LHR selama masa pelaksanaan konstruksi (2010 – 2012)

(Selang waktu 2 tahun)

Kendaraan ringan	: $(1 + 0,06)^2$ x 2022	= 2272kend/hari
Bus	: $(1 + 0,04)^2$ x 757,12	= 818,901kend/hari
Truck 2 As	: $(1 + 0,03)^2$ x 424,36	= 450,204kend/hari
Truck 3 As	: $(1 + 0,02)^2$ x 364,14	= 378,851kend/hari
LHR _{Total}		= 3920 kend/hari

c. LHR selama umur rencana (2012 – 2032)

(Selang waktu 20 tahun)

Kendaraan ringan	: $(1 + 0,06)^{20}$ x 2272	= 7287 kend/hari
Bus	: $(1 + 0,04)^{20}$ x 818,901	= 1794 kend/hari
Truck 2 As	: $(1 + 0,03)^{20}$ x 450,204	= 813,12 kend/hari
Truck 3 As	: $(1 + 0,02)^{20}$ x 378,851	= 562,953kend/hari
LHR _{Total}		= 10460 kend/hari

Jadi jumlah LHR dalam satuan mobil penumpang (smp) adalah :

➤ Kendaraan ringan	:	7287	x 1		=7287kend/hari
➤ Bus	:	1794	x 1,2		=2153kend/hari
➤ Truck 2 As	:	813,12	x 1,8		=1646kend/hari
➤ Truck 3 As	:	562,95	x 2,4		=1351kend/hari
LHR_{total}					= 1225 kend/hari

Klasifikasi jalan sebagai berikut:

Klasifikasi Fungsi	Kelas	LHR (dalam SMP / hari)
Utama	I	> 20000
Sekunder	II A	6000 – 20000
	II B	1500 – 8000
	II C	< 2000
Penghubung	III	-

Berdasarkan daftar standar perencanaan geometrik jalan, maka jalan dengan LHR 1225 smp/hari termasuk dalam klasifikasi “**Jalan Raya Sekunder IIC.**”

2. Penentuan Klasifikasi Medan

Klasifikasi medan dapat dibedakan berdasarkan lereng melintang. Untuk menghitung lereng melintang dapat menggunakan rumus sebagai berikut :

$$\text{Lereng melintang} = \frac{y}{x} 100 \%$$

Dimana :

y = Kontur tertinggi – kontur terendah

x = Panjang Horizontal

Golongan Medan	Lereng Melintang
Datar	0 s/d 9,9 %
Perbukitan	10 s/d 24,9%
Pergunungan	≥ 25,0 %

Diketahui skala yang dipakai adalah 1 : 5000

Dari peta situasi didapat

➤ **Potongan AB:**

y = kontur tertinggi – kontur terendah

$$\begin{aligned} \text{Lereng melintang (Ln)} &= \frac{\text{Selisihkontur}}{dn \times skala} \times 100 \% \\ &= \frac{y}{x} \times 100 \% \end{aligned}$$

$$L_1 = \frac{125 - 115}{0,08 \times 5000} \times 100 \% = 2,5 \%$$

➤ **Potongan BC:**

y = kontur tertinggi – kontur terendah

$$L_2 = \frac{125 - 105}{0,075 \times 5000} \times 100 \% = 5,33 \%$$

➤ **Potongan CD:**

y = kontur tertinggi – kontur terendah

$$L_3 = \frac{106 - 105}{0,093 \times 5000} \times 100 \% = 0,215 \%$$

$$L_{\text{rata-rata}} = \frac{2,5\% + 5,33\% + 0,215}{3} = 2,7 \%$$

Karena besarnya lereng melintang 2,7 %, maka klasifikasi medan termasuk golongan “Datar”

Dari daftar standar perencanaan geometrik, $LHR_{\text{total}} = 1225$ smp/hari, termasuk dalam klasifikasi **Jalan Raya Sekunder** ngan klasifikasi medan ”Datar” akan didapat data sebagai berikut :

- Kecepatan rencana : 60 Km/jam
- Lebar daerah penguasaan minimum : 30 meter
- Lebar perkerasan : (2 x 3,00)
- Lebar bahu : 2,50
- Lereng melintang bahu : 6%
- Lereng melintang perkerasan : 3%
- Miring tikungan maksimum : 10%
- Jari-jari (R) lengkung minimum : 50 m
- Landai maksimum : 6%

BAB II

PERENCANAAN ALINEMEN HORIZONTAL

A. Lengkung Horizontal

1. Circle

Digunakan untuk sudut tangen (Δ) kecil dari jari-jari yang besar yang mana batasannya adalah sebagai berikut :

Kecepatan rencana (V_r) Km/jam	R minimum (R)
120	2000
100	1500
80	1100
60	700
40	300
30	180

Tahap penyelesaian

- a. Ukur sudut tangen (Δ) dari trase
- b. Tentukan kecepatan rencana (V_r) berdasarkan pada standard perencanaan geometric jalan raya.
- c. Ambil nilai jari-jari (R) dengan ketentuan diatas
- d. Tentukan T_c , L_c dan E_c

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

$$L_c = \frac{\Delta}{360^\circ} 2\pi R$$

$$= 0,01745 \cdot \Delta \cdot R$$

$$E_c = T \tan \frac{1}{4} \Delta$$

2. *Spiral-circle-spiral*

Lengkung spiral merupakan peralihan dari bagian lurus ke bagian circle, yang panjangnya diperhitungkan dengan mempertimbangkan bahwa perubahan gaya sentrifugal dari 0 (pada bagian lurus) samapi dimana mencapai harga berikut :

$$F_{\text{control}} = \frac{m \cdot x \cdot V}{R \cdot x \cdot L}$$

$$\text{Harga } L_s \text{ minimal} = 0,002 \frac{V}{R \cdot x \cdot C} - 2,727 \cdot \frac{V \cdot x \cdot K}{C}$$

Dimana :

- Ls = Panjang lengkung Spiral (m)
- V = Kecepatan Rencana
- R = Jari-jari
- C = Perubahan Kecepatan (m/det), dianjurkan c = 0,4 m/det
- K = superelevasi

Adapun jari-jari yang diambil pada tikungan ini haruslah sesuai dengan kemiringan tikungan dan tidak mengakibatkan adanya kemiringan tikungan yang melebihi harga maksimum yang telah ditentukan, yaitu :

- Kemiringan maksimum jalan antar kota = 0,10
- Kemiringan maksimum jalan dalam kota = 0,08

Jari-jari lengkung minimum untuk setiap kecepatan untuk setiap rencana ditentukan berdasarkan :

- ◆ Kemiringan tikungan maksimum
- ◆ Koefisien gesekan melintang maksimum

$$R = \frac{V^2}{127 \cdot (e + fm)}$$

Dimana :

- e = Kelandaian tikungan (%)
- fm = Koefisien gesekan melintang maksimum

Untuk jari-jari lengkung yang cukup besar sehingga tidak perlu adanya kemiringan tikungan dapat dilihat dalam daftar II Standar Perencanaan Alinemen.

Tahap penyelesaian

- a. Ukur sudut tangen (Δ) dari trase
- b. Tetapkan nilai R dan Vr
- c. Maka dari tabel e_{maks} akan didapat :

$$e = \dots\dots \%$$

$$L_{S_{min}} = \dots\dots m$$

- d. Hitung nilai :

$$\Delta c = 2\theta s = \frac{L_{S_{min}}}{2\pi R} \times 360$$

- e. Hitung nilai $c = \Delta - 2\theta s R$

- f. Hitung nilai :

$$L_c = \frac{\Delta c}{360} - 2\pi R$$

Bila $L_c < 20$, maka bentuk tikungannya spiral-circle-spiral

- g. Hitung nilai $L = L_c + 2 L_s$
- h. Tentukan nilai p dan k dengan menggunakan tabel $L_{S_{min}}$
- i. Cari $T_s = (R_c + p) \tan \frac{1}{2} \Delta + K$
- j. Cari $E_s = (R_c + p) \sec \frac{1}{2} \Delta - R_c$

3. *Spiral-spiral*

Bentuk tikungan ini digunakan pada tikungan-tikungan tajam. Adapun rumusnya sama dengan rumus-rumus untuk tikungan spiral-sircle-spiral, hanya yang perlu diperhatikan adalah tahap-tahap penyelesaiannya, yaitu :

- a. Ukur sudut tangen (Δ) dari trase dan tentukan V
- b. Tentukan harga R, dari tabel akan didapat $L_{S_{min}}$ & e_{max}
- c. Cari $\theta s = \frac{1}{2} \Delta$

$$d. \text{ Cari } L_s = \frac{\theta s \cdot R}{28,648} \rangle L_{S_{min}}$$

- Bila tidak memenuhi syarat ambil harga L yang lain
- Bila tidak memenuhi syarat, ambillah harga R yang lain (dengan metode trial and error)
 - Ambil harga p dan k dengan rumus

$$P = P^* \cdot L_s \quad P^* \text{ dan } K^* \text{ diambil dari tabel}$$

$$P = K^* \cdot L_s$$
 - Cari $T_s = (R + P) \tan \frac{1}{2} \Delta + K$
 - Cari $E_s = (R + P) \sec \frac{1}{2} \Delta - R_c$

B. Diagram Superelevasi

- Untuk circle, walaupun tikungan ini tidak mempunyai lengkung peralihan akan tetapi diperlukan adanya lengkung peralihan fiktif (L_s')

$$L_s' = B \cdot e_m \cdot e$$

Dimana :

e_m = Kemiringan melintang maksimum relatif
(superelevasi tikungan yang bersangkutan)

B = Lebar perkerasan

m = 1 ; landai relatif maksimum antara tepi perkerasan (lihat daftar II,

tergantung pada V_r)

- Hitung nilai :

$$e_m = \frac{V^2}{127 \cdot R} \text{ dan harga } V_r \text{ didapat dari tabel}$$

- Cari $\frac{3}{4} L_s'$ dan $\frac{1}{4} L_s'$

- Gambar

Untuk bentuk lain langsung digambar karena sudah ada L_s

Cara menentukan superelevasi adalah :

- Buat garis en dan em relatif (em relatif untuk sp dalam bentuk titik) sehingga didapat titik A dan B.
- Hubungkan titik A dan B sehingga didapat titik C.
- Hubungkan C dan D, sebagian putus-putus.

C. Pelebaran Perkerasan pada Tikungan

$$\text{Rumus : } B = n(b' + c) + (n - 1) \cdot Td + Z$$

Dimana :

B = Lebar perkerasan pada tikungan (m)

n = Jumlah jalur

b' = Lebar lintasan kendaraan truck pada tikungan (m)

c = Kebebasan samping (0,80 meter)

Td = Lebar melintang akibat tonjolan depan (m)

Z = Lebar tambahan akibat kelainan dalam mengemudi (m)

Jika :

- $\frac{1000}{R} \leq 6$, nilai-nilai dalam mencari pelebaran perkerasan terdapat

dalam grafik I PPGJR (terlampir)

- $\frac{1000}{R} > 6$, nilai-nilai dapat dicari dengan rumus :

$$b' = 2,4 + R - \sqrt{R^2 - P^2}$$

$$p = 6,1 \text{ m}$$

$$Td = \sqrt{R^2 + A(2P + A)}$$

$$A = 1,2 \text{ m (tonjolan kedepan)}$$

$$Z = 0,105 \frac{V}{\sqrt{R}}$$

Untuk B' = lebar jalan

Jika * $B < B'$, tidak perlu ada pelebaran perkerasan

* $B > B'$, perlu ada pelebaran perkerasan

D. Kebebasan Samping dalam Tikungan

Sesuai dengan panjang jarak pandangan yang diperlukan baik jarak pandangan henti maupun menyiap diperlukan kebebasan samping.

Pada tikungan tidak selalu harus diberi kebebasan samping, hal ini tergantung

a) Jari-jari tikungan (R)

- b) Kecepatan rencana (V_r) yang langsung berhubungan dengan pandangan (s)
- c) Keadaan medan jalan.

Seandainya menurut perhitungan diperlukan adanya kebebasan samping akan tetapi keadaan medan tidak memungkinkan, maka diatasi dengan memberikan / memasang rambu peringatan sehubungan dengan kecepatan yang diizinkan.

Dalam meninjau kebebasan samping tikungan suatu tikungan ada 2 kemungkinan teori sebagai pendekatan

1. *Bila jarak pandang lebih kecil dari panjang tikungan ($S < L$).*

Bila $S < L$, maka rumus yang digunakan :

$$m = R \left(1 - \cos \frac{90^\circ \cdot S}{\pi \cdot R} \right)$$

Dimana :

m = ordinat tengah sumbu jalur dalam ke penghalang

2. *Bila jarak pandang lebih besar dari pada panjang tikungan ($S > L$)*

Bila $S > L$, maka rumus yang digunakan :

$$m = R \left(1 - \cos \frac{90^\circ \cdot S}{\pi \cdot R} \right) + \frac{1}{2} (S - L) \sin \left(\frac{90^\circ \cdot L}{\pi \cdot R} \right)$$

Kedua rumus diatas merupakan formula yang digunakan oleh bina marga. Adapun cara lainnya dengan menggunakan grafik II Peraturan Perencanaan Geometrik Jalan Raya dengan ketentuan sebagai berikut :

- Bila $S > L$

$$R' = R - \frac{1}{4} \text{ lebar jalan} = R - \frac{1}{2} \text{ lebar jalan}$$

$$\text{Hitung : } L/R' = \dots\dots$$

$$L/S = \dots\dots$$

(dari grafik didapat mg , maka didapat harga m)

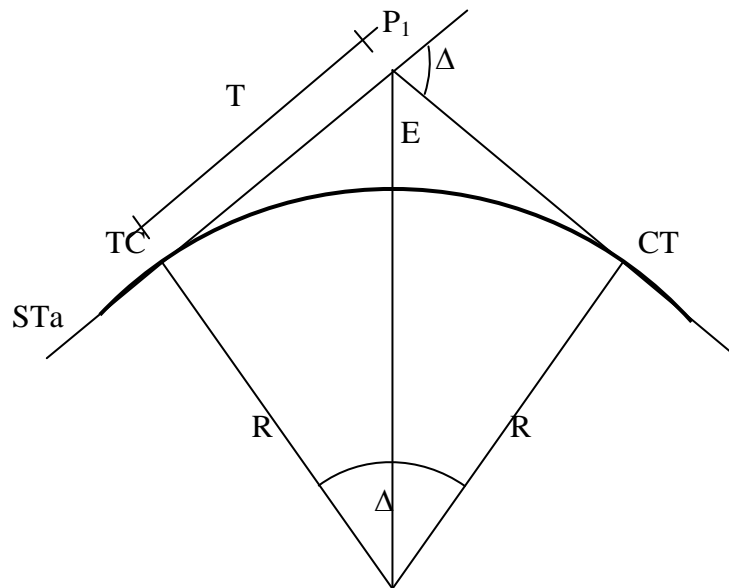
- Bila $S < L$

Maka L/R' diganti dengan :

$$S/R' = \dots\dots$$

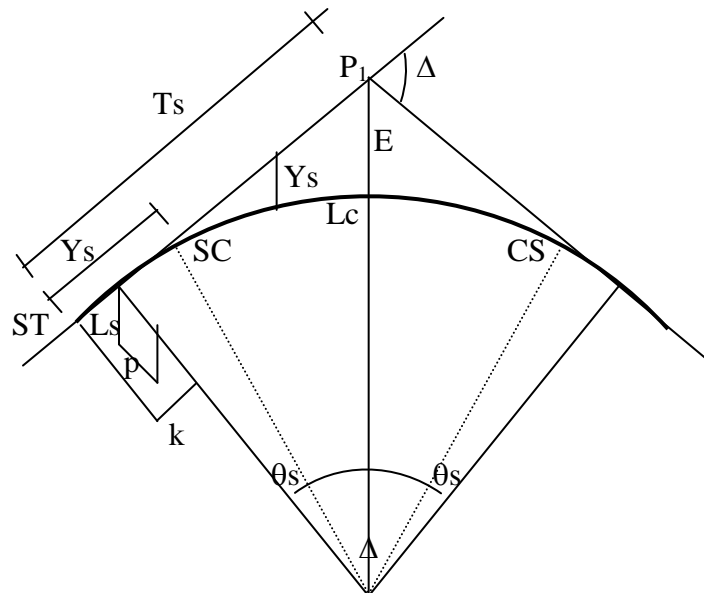
$$L/S = \dots\dots$$

❖ Bentuk Tikungan full Circle

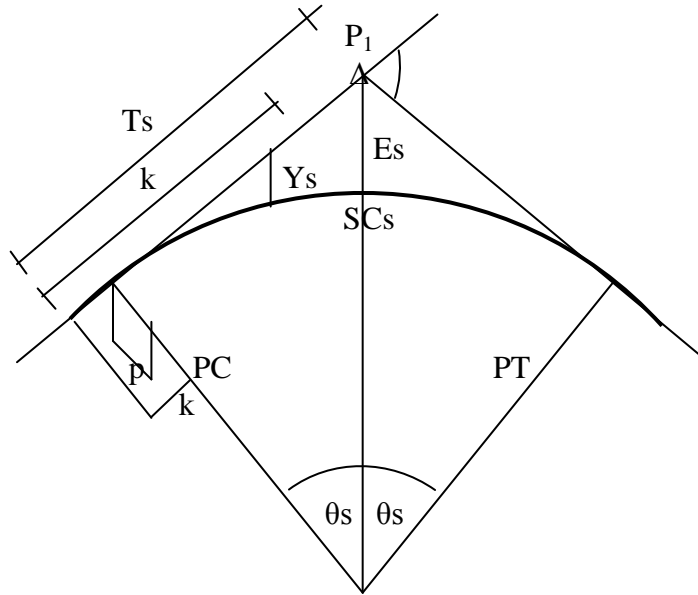


Bentuk tikungan diatas digunakan pada tikungan yang mempunyai jari-jari besar dan sudut tangen yang relatif kecil.

❖ Bentuk Tikungan Spiral-Circle-Spiral (S-C-S)



❖ Bentuk Tikungan Spiral-spiral (S-S)



PERHITUNGAN ALINEMENT HORIZONTAL

A. Lengkung Horizontal

Tikungan 1

1. Full Circle

$$\Delta = 55^\circ \quad e_{\max} = 10\%$$

$$V_{\text{ren}} = 60 \text{ Km/jam}$$

$$R_{\text{min}} = 115 \text{ meter}$$

$$f_m = \frac{V^2}{127 + R} = \frac{60^2}{127 * 115} = 0,246 \text{ m}$$

$$R = \frac{V^2}{127(e_{\max} + f_{\max})}$$

$$= \frac{60^2}{127(0,10 + 0,252)} = 81,926 \text{ m}$$

Jadi $81,926 \text{ m} > 60 \text{ m}$, atau $R > R_{\text{min}}$ yang diisyaratkan 1100 m sehingga bentuk Full Circle bisa digunakan.

2. Spiral – Circle – Spiral

$$\Delta = 55^\circ$$

$$R_{\text{min}} = 115 \text{ meter}$$

$$V_{\text{ren}} = 60 \text{ Km/jam}$$

$$e_{\max} = 10\%$$

Dari tabel yang berdasarkan R_{min} dan V_{ren} diperoleh:

$$e = 10\%$$

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

Dengan rumus :

$$\diamond 2\theta_s = \frac{L_s}{2 \cdot \pi \cdot R} \times 360^\circ = \frac{60}{2 \times 3,14 \times 115} \times 360^\circ = 29,909^\circ$$

$$\diamond \theta_s = 14,954^\circ$$

$$\diamond \Delta_c = \Delta - 2\theta_s = 55 - 2(14,954^\circ) = 25,092^\circ$$

$$\diamond L_c = \frac{\Delta c}{360^\circ} 2\pi.R = \frac{25,092^\circ}{360^\circ} \times 2 \times 3,14 \times 115 = 50,337 \text{ m}$$

Karena $L_c > 20 \text{ m}$, maka bentuk S-C-S dapat digunakan.

$$\begin{aligned} \diamond L &= L_c + 2L_s \\ &= 50,337 + 2 \times 60 \\ &= 170,337 \text{ m} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \diamond y &= \frac{L_s^2}{6.R} \\ &= \frac{60^2}{6 \times 115} = 5,217 \text{ m} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \diamond x &= L_s - \frac{L_s^3}{40.R^2} \\ &= 60 - \frac{60^3}{40 \times 115^2} = 60 \text{ m} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \diamond P &= y - R_{\min} (1 - \cos \theta_s) \\ &= 5,217 - 115 (1 - \cos 14,954^\circ) \\ &= 25,948 \text{ m} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \diamond k &= x - R_{\min} \sin \theta_s \\ &= 60 - 115 \sin 14,954^\circ \\ &= 18,775 \text{ m} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \diamond T_s &= (R + P) \tan (1/2 \Delta) + k \\ &= (115 + 25,948) \tan (1/2 \cdot 55) + 18,775 \\ &= 158,745 \text{ m} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \diamond E_s &= (R + P) \sec (1/2 \Delta) - R \\ &= (115 + 25,948) \sec (1/2 \cdot 55) - 115 \\ &= 24,549 \text{ m} \end{aligned}$$

3. Spiral – Spiral

Data-data yang diketahui yaitu :

$$\Delta = 55^\circ \qquad \theta_s = \frac{1}{2} \Delta$$

$$R_{\min} = 115 \text{ meter} \qquad = \frac{1}{2} 55^\circ$$

$$V_{\text{ren}} = 60 \text{ Km/jam} \qquad = 27,5^\circ$$

$$L_s = \frac{\theta_s \cdot \pi \cdot R_{\min}}{90} = \frac{27,5 \cdot 3,14 \cdot 115}{90}$$

$$= 110,336 \text{ m}$$

Syarat : $L_s > L_{s_{\min}}$

$110,336 > 60$ maka bentuk Spiral-spiral dapat digunakan.

Dari tabel untuk $\theta_s = 27,5^\circ$ diperoleh :

$$k^* = 0,4959$$

$$p^* = 0,04252$$

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

$$= 0,04252 \times 110,336 \text{ m}$$

$$= 4,689$$

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

$$= 0,4959 \times 110,336 \text{ m}$$

$$= 54,716$$

$$T_s = (R + P) \tan \frac{1}{2} \Delta + k$$

$$= (115 + 4,689) \tan (1/2 \cdot 55) + 54,716$$

$$= 62,34 \text{ m}$$

$$E_s = (R + P) \sec \frac{1}{2} \Delta - R$$

$$= (115 + 4,689) \sec (1/2 \cdot 55) - 115$$

$$= 52,445 \text{ m}$$

Dilihat dari nilai T_s dan E_s yang terkecil atau minimum antara hasil perhitungan antara S-C-S dengan S-S, maka tikungan I berbentuk *spiral-circle-spiral* dengan data yang diperoleh dari hasil perhitungan sebagai berikut:

Δ	= 55°	p	= 25,948	meter	
θ_s	= 14,954°	E_s	= 24,549	meter	
L_c	= 50,337	meter	L_s	= 60	meter
L	= 170,337	meter	Δ_c	= 25,092°	
T_s	= 158,745	meter	e	= 10%	
R_{\min}	= 115	meter	x	= 60	meter
k	= 18,775	meter	y	= 5,217	meter

Tikungan 2*1. Full Circle*

$$\Delta = 75^\circ \quad e_{\max} = 10\%$$

$$V_{\text{ren}} = 60 \text{ Km/jam}$$

$$R_{\text{min}} = 115 \text{ meter}$$

$$f_m = \frac{V^2}{127 + R} = \frac{60^2}{127 * 115} = 0,246 \text{ m}$$

$$R = \frac{V^2}{127(e_{\max} + f_{\max})}$$

$$= \frac{60^2}{127(0,10 + 0,246)} = 81,926 \text{ m}$$

Jadi $81,926 \text{ m} < 50 \text{ m}$, atau $R < R_{\text{min}}$ yang diisyaratkan 1100 m sehingga bentuk Full Circle bisa digunakan.

Spiral – Circle – Spiral

$$\Delta = 75^\circ$$

$$R_{\text{min}} = 115 \text{ meter}$$

$$V_{\text{ren}} = 60 \text{ km/jam}$$

Dari tabel yang berdasarkan R_{min} dan V_{ren} diperoleh:

$$e = 10\%$$

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

Dengan rumus :

$$\diamond 2\theta_s = \frac{L_s}{2 \cdot \pi \cdot R} \times 360^\circ = \frac{60}{2 \cdot 3,14 \times 115} \times 360^\circ = 29,909^\circ$$

$$\theta_s = 14,954^\circ$$

$$\diamond \Delta_c = \Delta - 2\theta_s$$

$$= 75 - 2(14,954^\circ)$$

$$= 75 - 29,909$$

$$= 45,092$$

$$\begin{aligned}
 \diamond L_c &= \frac{\Delta c}{360^\circ} \cdot 2\pi \cdot R \\
 &= \frac{45,092^\circ}{360^\circ} \times 2 \times 3,14 \times 115 \\
 &= 90,46 \text{ m}
 \end{aligned}$$

Karena $L_c > 20 \text{ m}$, maka bentuk S-C-S dapat digunakan.

$$\begin{aligned}
 \diamond L &= L_c + 2L_s \\
 &= 90,46 + (2 \times 60) \\
 &= 210,46 \text{ m}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \diamond y &= \frac{L_s^2}{6 \cdot R} \\
 &= \frac{60^2}{6 \times 115} = 5,217
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \diamond x &= L_s - \frac{L_s^3}{40 \cdot R^2} \\
 &= 60 - \frac{60^3}{40 \times 115^2} = 60
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \diamond P &= y - R_{\min} (1 - \cos \theta_s) \\
 &= 5,217 - 115 (1 - \cos 14,954^\circ) \\
 &= 25,948 \text{ m}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \diamond k &= x - R_{\min} \sin \theta_s \\
 &= 60 - 115 \sin 14,954^\circ \\
 &= 18,775 \text{ m}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \diamond T_s &= (R + P) \tan (1/2 \Delta) + k \\
 &= (115 + 25,948) \tan (1/2 \cdot 75) + 18,775 \\
 &= 160 \text{ m}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \diamond E_s &= (R + P) \sec (1/2 \Delta) - R \\
 &= (115 + 25,948) \sec (1/2 \cdot 75) - 115 \\
 &= 26,968 \text{ m}
 \end{aligned}$$

2. *Spiral – Spiral*

Data-data yang diketahui yaitu :

$$\Delta = 75^\circ \quad \theta_s = \frac{1}{2} \Delta$$

$$R_{\min} = 115 \text{ meter} \quad = \frac{1}{2} \cdot 75^\circ$$

$$V_{\text{ren}} = 60 \text{ km/jam} \quad = 37,5^\circ$$

$$e_{\max} = 10\%$$

$$e_n = 2\%$$

$$L_s = \frac{\theta_s \cdot \pi \cdot R_{\min}}{90} = \frac{37,5 \cdot 3,14 \cdot 115}{90}$$

$$= 150,458 \text{ m}$$

Dari tabel berdasarkan nilai V_{ren} , diperoleh nilai $m = 150$

$$L_{s_{\min}} = m \cdot (e_n + e_{\max}) \cdot 3,75 = 150 \cdot (2\% + 10\%) \cdot 3,75 = 150,458 \text{ m}$$

Karena $L_s > L_{s_{\min}}$, maka lengkung Spiral – Spiral tidak dapat digunakan.

Dari tabel untuk $\theta_s = 37,5^\circ$ diperoleh :

$$k^* = 0,4921$$

$$p^* = 0,06061$$

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

$$= 0,06061 \times 150,458$$

$$= 9,118$$

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

$$= 0,4921 \times 150,458$$

$$= 74,04$$

$$T_s = (R + p) \tan \frac{1}{2} \Delta + k$$

$$= (115 + 9,118) \tan (1/2 \times 75) + 74,04$$

$$= 48,968 \text{ m}$$

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

$$= (115 + 9,118) \sec (1/2 \cdot 75) - 115$$

$$= 11,6 \text{ m}$$

Dilihat dari nilai T_s dan E_s yang terkecil atau minimum antara hasil perhitungan antara S-C-S dengan S-S, maka tikungan 2 berbentuk *spiral-circle-spiral* dengan data yang diperoleh dari hasil perhitungan sebagai berikut:

Δ	= 75°	p	= 25,948	meter
θ_s	= 14,954°	E_s	= 26,968	meter
L_c	= 90,46	L_s	= 60	meter
L	= 210,46	Δ_c	= 45,092°	
T_s	= 160	e	= 10 %	
R_{\min}	= 115	x	= 60	meter
k	= 18,775	y	= 5,217	meter

BAB III

PERENCANAAN ALINEMEN VERTIKAL

Alinemen vertikal adalah perpotongan bidang vertikal dengan bidang permukaan perkerasan jalan melalui sumbu 2 jalur 2 arah atau melalui tepi jalan masing-masing perkerasan untuk jalan dengan median. Sering juga disebut penampang memanjang jalan. Penarikan alinemen vertikal sangat dipengaruhi oleh berbagai pertimbangan seperti:

- a. Kondisi tanah dasar
- b. Keadaan medan
- c. Fungsi Jalan
- d. Muka air banjir
- e. Muka air tanah
- f. Kelandaian yang masih memungkinkan

Perlu juga diperhatikan bahwa alinemen vertikal yang direncanakan itu akan berlaku untuk masa yang panjang, sehingga sebaiknya alinemen vertikal tersebut dapat dengan mudah mengikuti perkembangan lingkungan. Alinemen vertikal dapat disebut juga penampang memanjang jalan yang terdiri dari garis-garis lurus dan garis-garis lengkung. Garis lurus tersebut dapat datar, mendaki, atau menurun, biasanya juga disebut landai. Landai jalan dinyatakan dalam persen (%).

Faktor-faktor yang mempengaruhi alinemen vertikal antara lain adalah :

- a) Landai maksimum
Untuk mengatasi pengaruh perlambatan kendaraan truk terhadap arus lalu lintas maka diterapkan landai maksimum untuk kecepatan tertentu.
- b) Panjang kritis suatu kelandaian
Panjang batas kritis umumnya diamabil jika kecepatan truk berkurang mencapai 30 – 70 % kecepatan rencana hingga 1 menit perjalanan, dan truk bergerak dengan beban penuh
- c) Lajur pendekatan

Yaitu lajur yang disediakan untuk truk yang bermuatan berat atau kendaraan lain yang berjalan dengan kecepatan lebih rendah, sehingga kendaraan lain dapat mendahului kendaraan yang lambat tanpa melalui jalur lawan.

Pengertian suatu kelandaian ke kelandaian yang lain dilakukan dengan menggunakan lengkung vertikal. Lengkung vertikal tersebut direncanakan sedemikian rupa sehingga dapat memenuhi keamanan, kenyamanan dan drainase.

Jenis lengkung vertikal dilihat dari letak titik perpotongan kedua bagian lurus (tangen), adalah :

1) Lengkung vertikal cekung

Yaitu lengkung dimana titik perpotongan kedua tangen berada di bawah permukaan jalan.

2) Lengkung vertikal cembung

Yaitu lengkung dimana titik perpotongan antara kedua tangen berada di atas permukaan jalan yang bersangkutan.

1) Lengkung vertikal cekung

Penentuan lengkung vertikal cekung harus memperhatikan :

a) Jarak penyinaran lampu kendaraan

Di dalam perencanaan umumnya tinggi lampu depan diambil 60 cm, dengan sudut penyebaran sebesar 1° . Letak penyinaran lampu depan terbagi dua yaitu:

❖ Jarak pandang akibat penyinaran lampu depan ($< L$)

❖ Jarak pandang akibat penyinaran lampu depan ($> L$)

b) Jarak pandangan bebas di bawah bangunan

Ruang bebas vertikal minimum 5 m, disarankan mengambil lebih besar perencanaan yaitu $\pm 5,5$ m, untuk memberi kemungkinan adanya lapisan tambahan dikemudian hari

c) Persyaratan drainase

d) Kenyamanan mengemudi

e) Keluwesan bentuk

2) Lengkung vertikal cembung

Pada lengkung vertikal cembung, pembatasan berdasarkan jarak pandang dapat dibedakan atas :

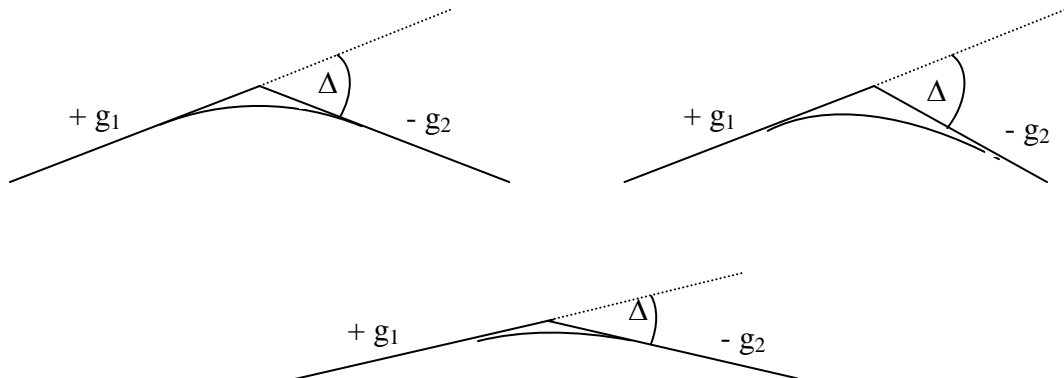
- a) Jarak pandang berada seluruhnya dalam daerah lengkung ($S < L$)
- b) Jarak pandang yang berada di luar dan didalam daerah lengkung ($S > L$)

Lengkung vertikal cembung yang panjang dan relatif datar dapat menyebabkan kesulitan pada drainase, jika sepanjang jalan sipasang Kurb. Untuk menghindari hal tersebut panjang lengkung vertikal biasanya dibatasi tidak melebihi 50 A sehubungan dengan keperluan drainase, dimana A adalah perbedaan aljabar landai. Panjang lengkung yang diambil untuk perencanaan sehubungan dengan kenyamanan pemakaian kendaraan diisyaratkan tidak kurang dari 3 detik perjalanan.

Alinemen vertikal merupakan profil yang menggambarkan tinggi rendahnya jalan terhadap muka tanah asli, sehingga memberikan gambaran terhadap kemampuan kendaraan dalam keadaan naik dan bermuatan penuh (truk digunakan sebagai kendaraan standar)

Alinemen vertikal sangat erat hubungannya dengan besarnya biaya pembangunan , Biaya penggunaan kendaraan serta jumlah lalu lintas. Kalau pada alinemen horizontal yang merupakan bagian kritis adalah tikungan, pada alinemen vertikal yang merupakan bagian kritis justru pada bagian yang lurus. Kemampuan pendakian dari kendaraan truk dipengaruhi oleh panjang pendakian (panjang kritis landai) dan besar landai.

a. Lengkung vertikal cembung



Bentuk persamaan umumnya :

$$Y' = \frac{-(g_2 - g_1)x^2}{2L}$$

Rumus vertikal cembung :

$$Y' = EV = -\left[\frac{(A \cdot L)}{8}\right] \rightarrow A = g_2 - g_1$$

Dimana :

EV = Penyimpangan dari titik potong kedua tangen ke lengkung vertikal (disini $Y' = EV$, untuk $x = \frac{1}{2} L$)

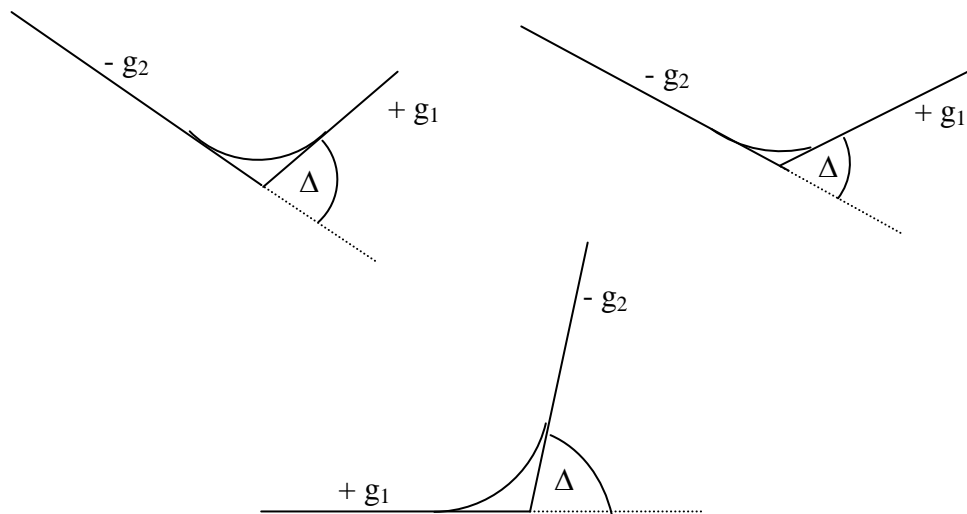
A = Perbedaan aljabar kedua tangen = $g_2 - g_1$

L = Panjang lengkung vertikal cembung, adapun panjang minimalnya

ditentukan berdasarkan :

- ◆ Syarat pandangan henti & drainase (Grafik III PPGJR)
- ◆ Syarat pandangan menyiap (Grafik IV PPGJR)

b. Lengkung vertikal cekung



Analogi dengan penjelasan (a) hanya panjang lengkung vertikal cekung ditentukan berdasarkan jarak pandang waktu, macam dan syarat drainase sebagaimana tercantum dalam grafik V “PPGJR”

Catatan :

- ❖ Pada alinemen vertikal tidak terlalu dibuat lengkung dengan jarak pandang menyiap, tergantung :
Medan – Klasifikasi jalan – Pembiayaan
- ❖ Dalam menentukan harga $A = g_2 - g_1$, ada 2 cara :
 - Bila % ikut serta dihitung, maka rumus seperti diatas dapat digunakan
 - Bila % sudah dimasukkan dalam rumus

$$Y' = EV = \left\{ \frac{(g_2 - g_1)}{800} \right\} L$$

ALINEMEN VERTIKAL

A. Profil Memanjang

Dalam pembuatan profil memanjang harus memperhatikan :

1. Nomor stasiun yang telah kita tetapkan, yang dibuat dalam arah horizontal dengan jarak yang telah ditetapkan.
2. Jarak titik diambil dari gambar trase jalan yang kita inginkan, pengaturannya diusahakan untuk volume galian dan timbunan sama.
3. Jarak langsung, diukur pada stasiun awal hingga ke stasiun akhir
4. Tinggi muka tanah digambarkan dengan garis hitam, didapat dari data muka tanah perstasiun (berdasarkan peta situasi)
5. Tinggi muka jalan dihitung dari ketinggian trase jalan yang direncanakan
6. Selanjutnya akan kita dapatkan beberapa volume galian dan timbunan (diusahakan sama), jika tidak memungkinkan usahakan volume galian 1,5 dari volume timbunan.
7. Dalam perhitungan kelandaian, harus sesuai dengan perencanaan sehingga dalam perencanaan jalan jangan sampai melewati batas kelandaian maksimum serta panjang kritisnya.

Panjang Landai maksimum dari tahap perencanaan jalan adalah sebagai berikut :

Landai Max (%)	3	4	5	6	7	8	10	12
Panjang Kritis (m)	480	330	250	200	170	150	125	120

1. Lengkung Vertikal I

Diketahui data sebagai berikut :

$$g_1 = 0,5 \%$$

$$g_{2a} = 0,6 \%$$

$$A = g_1 - g_{2a}$$

$$= 0,5 \% - 0,6 \%$$

$$= -0,1 \% \text{ (cembung)}$$

Dari Grafik III, untuk kecepatan 40 km/jam dan $A = 0,1\%$ didapat panjang landai (L_v) = 36 m

Pemisalan stasiun yang diambil adalah 0 + 800

Titik PLV (Peralihan Lengkung Vertikal) :

$$0 + \left(800 - \frac{L_v}{2} \right) = \left(800 - \frac{36}{2} \right) = 0 + 782$$

Titik PPV (Pusat Perpotongan Vertikal) : 0 + 800

Titik PTV (Peralihan Tangen Vertikal) :

$$0 + \left(800 + \frac{L_v}{2} \right) = \left(800 + \frac{36}{2} \right) = 0 + 818$$

Untuk menentukan lekuk tiap stasiun, menggunakan rumus sebagai berikut :

$$Y' = \frac{A}{2 \cdot L_v} X^2$$

No.	Stasiun titik lengkung	X	X ²	Y'
1.	0 + 782	0	0	0
2.	0 + 788	6	36	0.05
3.	0 + 794	12	144	0.2
4.	0 + 800	18	324	0.45
5.	0 + 806	12	144	0.2
6.	0 + 812	6	36	0.5
7.	0 + 818	0	0	0

1. Lengkung Vertikal II

Diketahui data sebagai berikut :

$$g_{2a} = 0,6 \%$$

$$g_{2b} = 0,4 \%$$

$$A = g_{2a} - g_{2b}$$

$$= 0,6 \% - 0,4 \%$$

$$= 5,546 \% \text{ (cekung)}$$

Dari Grafik V, untuk kecepatan 60 km/jam dan $A = 0,2 \%$ didapat panjang landai (L_v) = 36 m.

Pemisalan stasiun yang diambil adalah 0 + 1000

Titik PLV (Peralihan Lengkung Vertikal) :

$$0 + \left(1000 - \frac{L_v}{2} \right) = \left(1000 - \frac{36}{2} \right) = 0 + 982$$

Titik PPV (Pusat Perpotongan Vertikal) : 0 + 1000

Titik PTV (Peralihan Tangen Vertikal) :

$$0 + \left(1000 + \frac{L_v}{2} \right) = \left(1000 + \frac{36}{2} \right) = 0 + 1018$$

Untuk menentukan lekuk tiap stasiun, menggunakan rumus sebagai berikut :

$$Y' = \frac{A}{2 \cdot L_v} X^2$$

No.	Stasiun titik lengkung	X	X ²	Y'
1.	982	0	0	0
2.	988	6	36	0.1
3.	994	12	144	0.4
4.	1000	18	324	0.9
5.	1006	12	144	0.4
6.	1012	6	36	0.1
7.	1018	0	0	0

B. Profil Melintang

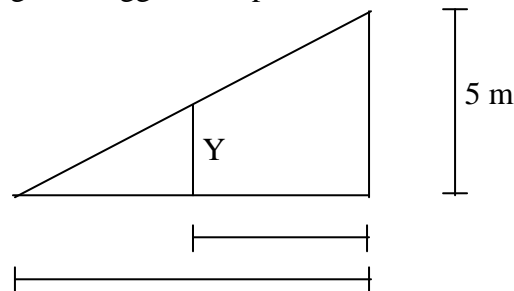
Profil melintang untuk jalan raya kelas II C dengan klasifikasi medan datar mempunyai data sebagai berikut :

- ◆ Lebar perkerasan : (2 x 3 m)
- ◆ Lebar bahu jalan : 2,5 m
- ◆ Lebar saluran : 1 m
- ◆ Lereng melintang perkerasan : 3 %
- ◆ Lereng melintang bahu jalan : 6%
- ◆ Lebar median : 10 m

Cara pembuatan profil melintang yaitu sebagai berikut :

- a. Pada trase jalan, buat garis sebesar lebar penguasaan yang ditentukan. Pada tugas ini lebar penguasaan diambil 16 meter (sesuai dengan daftar I)
- b. Pada gambar trase terdapat garis tegak lurus trase pada tiap-tiap stasiun adalah 16 (lebar pengusuran).
- c. Untuk menggambarkan garis tersebut dibagi dengan skala, maka didapat $16/50 = 0,32$ cm (dalam satuan cm). 1,2 cm ini dibuat sama antara kiri dan kanan dari trase yaitu 0,16 cm.
- d. Untuk mencari tinggi kiri dan tinggi kanan dari muka jalan, kita buat dengan cara menginterpolasi dari kontur.
- e. Kita ambil contoh stasiun A

Pada stasiun A, untuk sebelah kiri garis (stasiun A) terletak antara kontur 115 – 125 meter, beda tinggi 10 meter. Kita ukur dengan menggunakan penggaris lebar kontur tersebut. Setelah diukur didapat lebar 1 mm, panjang garis dari kontur dengan ketinggian 125 meter adalah 4 mm, dengan menggunakan perbandingan :



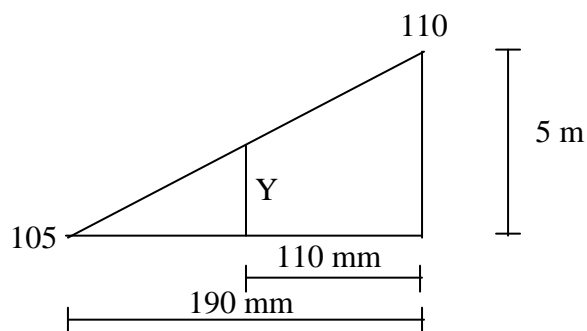
Maka :

$$115 \quad \begin{array}{l} 3 \text{ mm} \\ 4 \text{ mm} \end{array} \quad Y = \frac{3 \times 10}{4} = 7,5 \text{ m} \quad \frac{Y}{10} = \frac{3}{4}$$

Sehingga tinggi kontur pada sebelah kanan adalah :

$$125 \text{ m} - 7,5 \text{ m} = 117,5 \text{ m}$$

Dengan cara yang sama untuk tinggi kanan diambil antara 105 – 110, selanjutnya ukur dengan menggunakan penggaris, maka jarak kontur keduanya didapat harga 33 mm, sedangkan jarak kontur dengan ketinggian 81 meter, sepanjang 20 mm, berikut ini contoh perhitungannya



Maka :

$$\frac{Y}{5} = \frac{110}{140}$$

$$Y = \frac{110 \times 5}{140} = 3,93 \text{ m}$$

Sehingga tinggi kontur pada sebelah kanan adalah :

$$110 \text{ m} - 3,93 \text{ m} = 106,07 \text{ m}$$

PROFIL MELINTANG

stasiun	tinggi profil tanah asli			tinggi trase jalan (AS)	
	kiri	muka tanah	Kanan		
0.00	113.50	114.50	115.50	115.00	A
100.00	116.50	117.50	118.50	114.24	
200.00	119.00	120.00	121.00	113.48	
300.00	123.50	124.50	125.50	112.72	
400.00	119.00	120.00	121.00	111.96	
475.00	116.00	117.00	118.00	111.20	
550.00	111.50	112.50	113.50	120.50	
625.00	107.00	108.00	109.00	119.74	
700.00	104.50	105.50	106.50	115.50	
775.00	106.80	107.80	108.80	115.20	
852.50	108.50	109.50	110.50	114.95	
930.00	109.00	110.00	111.00	114.75	
1008.00	108.00	109.00	110.00	117.74	
1085.00	106.50	107.50	108.50	116.74	
1163.00	104.50	105.50	106.50	116.24	D

C. Galian dan Timbunan

Setelah kita dapatkan profil melintang maka selanjutnya kita akan menghitung volume galian dan volume timbunan. Untuk mencari luas dari penampang melintang kita dapat mengambil anggapan luasan berupa siku-siku, trapesium atau diperkirakan sedemikian rupa supaya luasannya benar-benar mendekati kebenaran.

Untuk menyelesaikan kita gunakan tabel, dengan keterangan sebagai berikut :

G = Luas penampang melintang galian satu stasiun (m^2)

T = Luas penampang melintang timbunan satu stasiun (m^2)

\bar{G} = Luas penampang rata-rata galian antar 2 stasiun (m^2)

\bar{T} = Luas penampang rata-rata timbunan antar 2 stasiun (m^2)

d = Jarak antar 2 stasiun

V_g = Volume galian antar 2 stasiun (m^3)

$$V_g = \bar{G} \cdot d$$

V_t = Volume timbunan antar 2 stasiun (m^3)

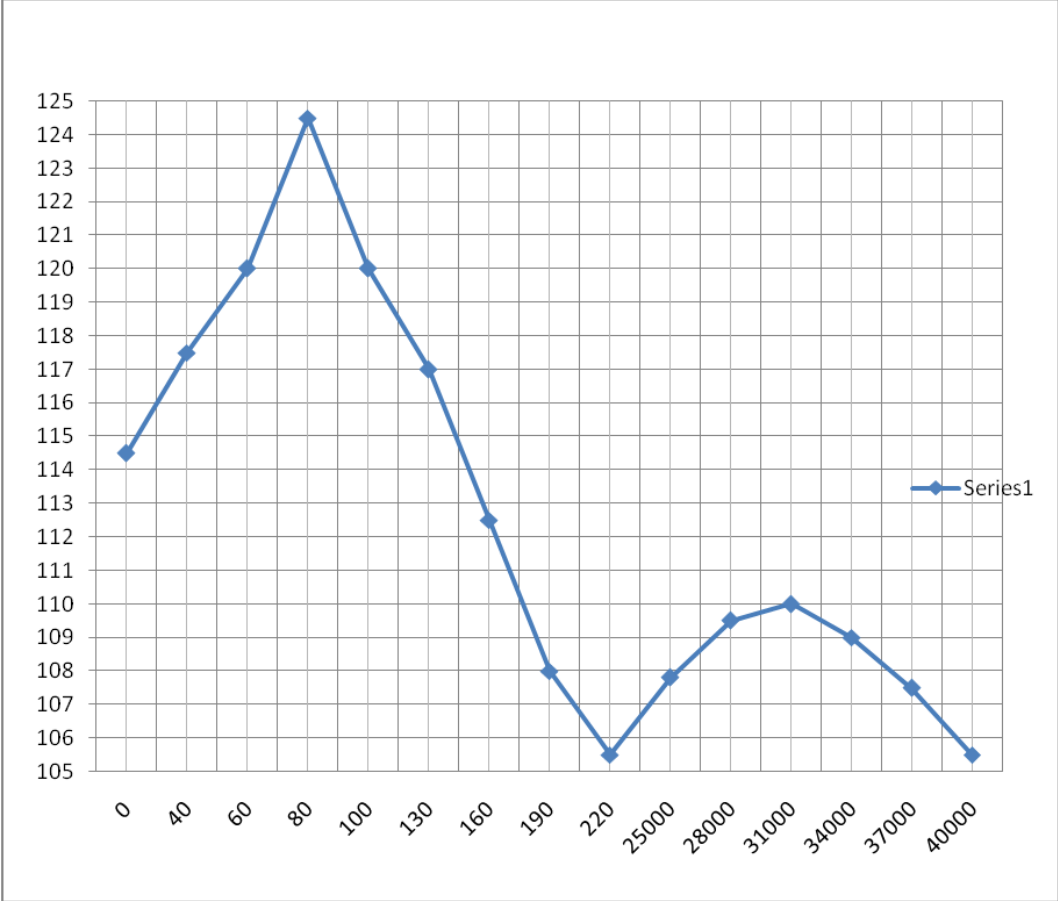
$$V_t = \bar{T} \cdot d$$

Catatan :

Luas Trapesium = $\frac{1}{2} \cdot t \cdot (\text{Jumlah sisi sejajar})$

Luas Segitiga = $\frac{1}{2} \cdot x \cdot \text{alas} \cdot \text{tinggi}$

Antar Stasiun	Luas Penampang Melintang				D	Volume (M ³)		
	G	T				Vg	Vt	Jumlah
	1	2	3	4		3 X 5	4 X 5	
A	0	164.24	0	121.945	1100	0	134139.5	0
1	0	79.65						-134140
1	0	79.65	0	78.82	1200	0	94584	-228724
2	0	77.99						
2	0	77.99	23.12	40.095	1900	43928	76180.5	-260976
3	23.12	2.2						
3	23.12	2.2	78.455	2.2	2200	172601	4840	-93215
4	133.79	0						
4	133.79	0	177.345	0	2800	496566	0	403351
5	220.9	0						
5	220.9	0	189.23	0	2200	416306	0	819657
6	157.56	0						
6	157.56	0	187.23	0	1900	355737	0	1175394
7	216.9	0						
7	216.9	0	222.63	0	3100	690153	0	1865547
8	228.36	0						
8	228.36	0	218.05	0	2500	545125	0	2410672
9	207.74	0						
9	207.74	0	201.68	0	3900	786552	0	3197224
10	195.62	0						
10	195.62	0	225.645	0	3900	880015.5	0	4077240
11	255.67	0						
11	255.67	0	131.555	20.27	3300	434131.5	66891	4444480
12	7.44	20.27						
12	7.44	20.27	7.44	77.235	2600	19344	200811	4263013
13	0	134.2						
13	0	134.2	0	161.41	800	0	129128	4133885
14	0	188.62						
14	0	188.62	0	159.98	3700	0	591926	3541959
D	0	131.34						



Antar Stasiun	Luas Penampang Melintang				D	Volume (m ³)	
	G	T	\bar{G}	\bar{T}		Vg	Vt
	1	2	3	4		3 x 5	4 x 5
A 1	4.38 2.22	0 0.34	3.3	0.34	50	165	17
1 2	2.22 3.06	0.34 0	2.64	0.34	50	132	17
2 3	3.06 9.7	0 0.92	6.38	0.92	50	319	46
3 4	9.7 13.2	0.92 4.36	11.45	2.64	50	572.5	132
4 5	13.2 11.4	4.36 6.6	12.3	5.48	50	615	274
5 6	11.4 8.6	6.6 7.4	10	7	50	500	350
6 7	8.6 21.4	7.4 8.9	15	8.15	50	750	407.5
7 8	21.4 5.4	8.9 2.4	13.4	5.65	20	268	113
8 9	5.4 5.8	2.4 3.94	5.6	3.17	20	112	63.4
9 10	5.8 7	3.94 3.06	6.4	3.5	20	128	70
10 11	7 5.14	3.06 0	6.07	3.06	50	303.5	153
11 12	5.14 5.78	0 0.4	5.46	0.4	50	273	20
12 E	5.78 2.45	0.4 0	4.114	0.4	50	205.7	20

LAMPIRAN

injineerka
deercali@yahoo.com



