



8. LATIHAN SOAL ALINYEMEN HORIZONTAL

Dosen Pengampu :

Barian Karopeboka, ST, MT (Unbor)
Ir. Dwinanta Utama, MSC, DIC (Unbor)
Sjaid S Fais Assagaf, ST., MT. (Uniqbu)

Contoh-contoh Perhitungan

Soal no. 1 :

Komposisi lalu lintas dari suatu jalan adalah sebagai berikut :

- Mobil penumpang = 1125 buah/hari/2 arah
- Bus = 670 -"-
- Truck 2 as = 130 -"-
- Truck 2 as + gandengan = 50 -"-

Untuk menghitung tebal perkerasan pada suatu masa rencana, diperlukan harga operasi ekuivalen (traffic).

Pertanyaan :

a. Bila umur rencana 5 tahun, berapa besar operasi ekuivalen akhir rencana untuk jalan tersebut, jika perkembangan lalu lintas masing-masing kendaraan :

- Mobil penumpang = 8% per tahun
- Bus = 5% per tahun
- Truck 2 as = 6% per tahun
- Truck 2 as + gandengan = 4% per tahun

b. Berapa besar operasi ekuivalen akhir rencana dari jalan tersebut jika perkembangan lalu lintas masing-masing kendaraan 7% per tahun untuk umur rencana 10 tahun.

Penyelesaian :

a. Untuk umur rencana 5 tahun

$$\begin{aligned} \text{LHR}_{+5\text{th}}^{\text{MP}} &= (1 + 0,08)^5 \cdot 1125 = 1653 \text{ bh/hr/2 arah} \\ \text{LHR}_{+5\text{th}}^{\text{Bus}} &= (1 + 0,05)^5 \cdot 670 = 855 \text{ -"-} \\ \text{LHR}_{+5\text{th}}^{\text{Tr. 2as}} &= (1 + 0,06)^5 \cdot 130 = 174 \text{ -"-} \\ \text{LHR}_{+5\text{th}}^{\text{Tr. 2as+gd}} &= (1 + 0,04)^5 \cdot 50 = 61 \text{ -"-} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Operasi ekuivalen akhir rencana : MP} &= 1 \cdot 1653 = 1653 \text{ bh/hari/2arah} \\ \text{Bus} &= 3 \cdot 855 = 2565 \text{ -"-} \\ \text{Truck 2as} &= 2,5 \cdot 174 = 435 \text{ -"-} \\ \text{Truck 2as+gandeng} &= 3 \cdot 61 = 183 \text{ -"-} \\ \hline \text{Total} &= 4836 \text{ bh/hari/2arah} \end{aligned}$$

b. Untuk umur rencana 10 tahun

$$\begin{aligned} \text{LHR}_{+10\text{th}}^{\text{MP}} &= (1 + 0,07)^{10} \cdot 1125 = 2213 \text{ bh/hr/2arah} \\ \text{LHR}_{+10\text{th}}^{\text{Bus}} &= (1 + 0,07)^{10} \cdot 670 = 1318 \text{ bh/hr/2arah} \\ \text{LHR}_{+10\text{th}}^{\text{Tr. 2as}} &= (1 + 0,07)^{10} \cdot 130 = 256 \text{ bh/hr/2arah} \\ \text{LHR}_{+10\text{th}}^{\text{Tr. 2as+gd}} &= (1 + 0,07)^{10} \cdot 50 = 98 \text{ bh/hr/2arah} \end{aligned}$$

Operasi ekuivalen akhir rencana :

$$\begin{aligned} \text{Mp} &= 1 \cdot 2213 = 2213 \text{ bh/hr/2arah} \\ \text{Bus} &= 3 \cdot 1318 = 3954 \text{ bh/hr/2arah} \\ \text{Truk 2as} &= 2,5 \cdot 256 = 640 \text{ bh/hr/2arah} \\ \text{Truk 2as+gd} &= 3 \cdot 98 = 294 \text{ bh/hr/2arah} \\ \hline \text{Total} &= 7101 \text{ bh/hr/2arah} \end{aligned}$$

Soal no. 2 :

4.2. Jalan A-B akan ditingkatkan pelayanannya untuk umur rencana 10 tahun. Karena biaya tidak mencukupi maka pembangunannya jalan dilaksanakan dalam 2 (dua) tahap.

Umur masing-masing tahap adalah 5 tahun.

Dari hasil feasibility study ternyata bahwa perkembangan laju lintas tahap I untuk tiap jenis kendaraan adalah 5% dan untuk tahap II perkembangan laju lintas tiap jenis kendaraan adalah 8%.

Laju lintas Harian Rata-rata (LHR) pada awal rencana adalah 4000 smp, terdiri dari komposisi laju lintas :

- Mobil penumpang = 60 % LHR
- Bus = 25 % LHR

$$\text{- Truk 3 as} = 10 \% \text{ LHR}$$

$$\text{- Truk 2 as + gandengan} = 5 \% \text{ LHR}$$

Pertanyaannya : Berapa besar operasi ekuivalen tiap tahap dan operasi ekuivalen total ?

Penyelesaian :

Komposisi laju lintas :

$$\text{- Mobil penumpang} = 60 \% \cdot 4000 \text{ smp} = 2400 \text{ smp}$$

$$\text{- Bus} = 25 \% \cdot 4000 \text{ smp} = 1000 \text{ smp}$$

$$\text{- Truk 3 as} = 10 \% \cdot 4000 \text{ smp} = 400 \text{ smp}$$

$$\text{- Truk 2 as + gandeng} = 5 \% \cdot 4000 \text{ smp} = 200 \text{ smp}$$

Operasi ekuivalen tahap I :

$$\text{LHR}_{+5\text{th}}^{\text{Mp}} = (1 + 0,05)^5 \cdot 2400 = 3063 \text{ smp}$$

$$\text{LHR}_{+5\text{th}}^{\text{Bus}} = (1 + 0,05)^5 \cdot 1000 = 1276 \text{ smp}$$

$$\text{LHR}_{+5\text{th}}^{\text{Tr. 3as}} = (1 + 0,05)^5 \cdot 400 = 511 \text{ smp}$$

$$\text{LHR}_{+5\text{th}}^{\text{Tr. 2as+gd}} = (1 + 0,05)^5 \cdot 200 = 255 \text{ smp} +$$

$$\text{Total tahap I} = 5105 \text{ smp}$$

Operasi ekuivalen tahap II :

$$\text{LHR}_{+5\text{th}}^{\text{Mp}} = (1 + 0,08)^5 \cdot 3063 = 4501 \text{ smp}$$

$$\text{LHR}_{+5\text{th}}^{\text{Bus}} = (1 + 0,08)^5 \cdot 1276 = 1875 \text{ smp}$$

$$\text{LHR}_{+5\text{th}}^{\text{Tr. 3as}} = (1 + 0,08)^5 \cdot 510 = 749 \text{ smp}$$

$$\text{LHR}_{+5\text{th}}^{\text{Tr. 2as+gd}} = (1 + 0,08)^5 \cdot 255 = 375 \text{ smp} +$$

$$\text{Total tahap II} = 7500 \text{ smp}$$

Operasi ekuivalen total = Operasi ekuivalen tahap I +

Operasi ekuivalen tahap II

$$= 5105 \text{ smp} + 7500 \text{ smp}$$

$$= 12605 \text{ smp.}$$

Soal no. 3 :

Dari suatu tikungan jalan raya kelas II B dinyatakan bahwa :

$$R = 1475 \text{ m}$$

$$\Delta = 8^\circ$$

$$V_p = 60 \text{ km/jam (daerah bukit)}$$

Ditanyakan : a) Rencanakan bentuk tikungan !

b) Hitung panjang tikungan !

Tikungan Circle

Kecepatan rencana (km/jam)	Jari-jari lengkung minimum (meter)
120	2000
100	1500
80	1100
60	700
40	300
30	180

Untuk tikungan yang jari-jarinya lebih kecil dari harga di atas, maka bentuk tikungan yang dipakai adalah spiral-circle-spiral.

Penyelesaian :

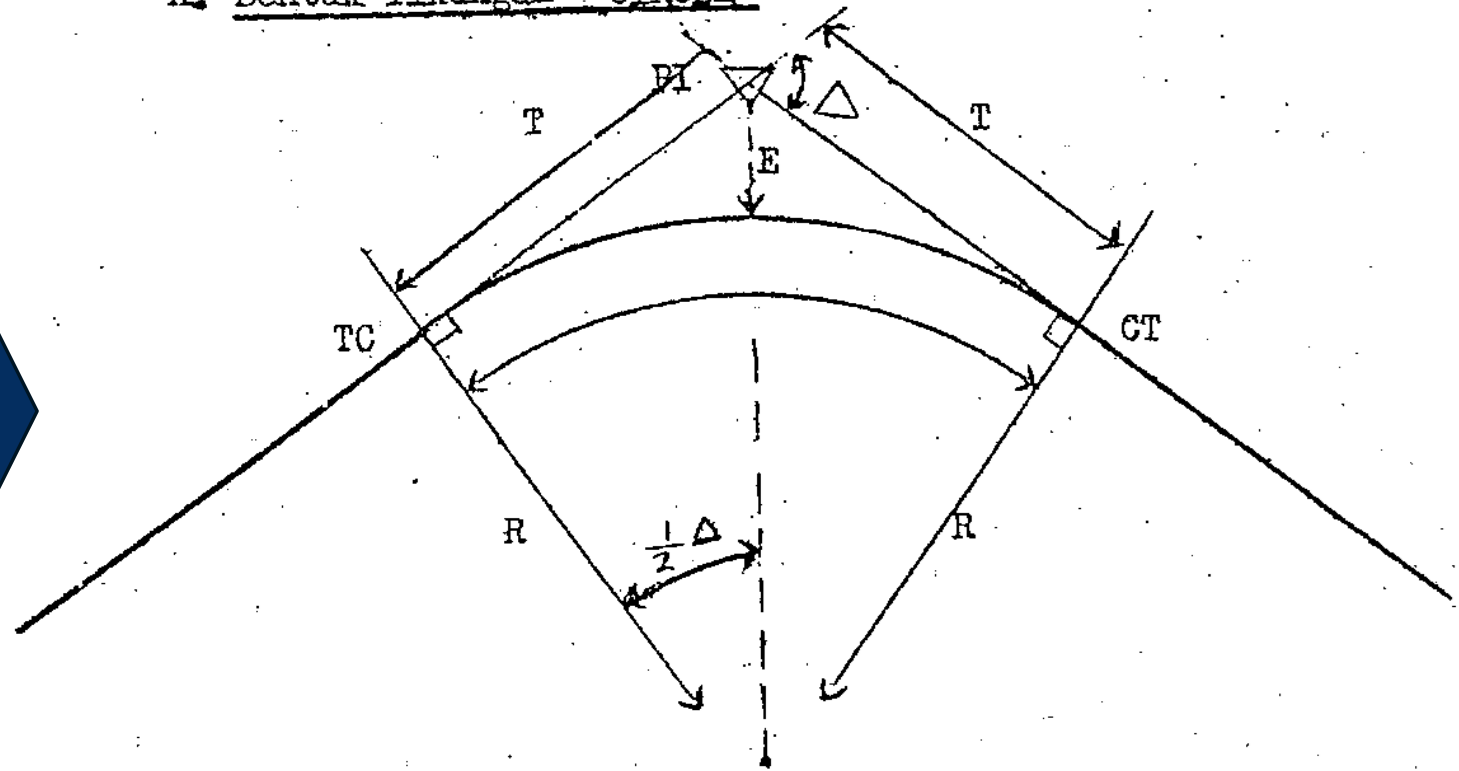
a) Bila dipakai tikungan circle :

$V_p = 60 \text{ km/jam}$, maka $R \geq 700 \text{ m}$

karena $R = 1475 \text{ m} \geq 700 \text{ m}$, maka tikungan circle memadai.

Bentuk Tikungan Circle

A. Bentuk Tikungan CIRCLE:



Keterangan dan rumus untuk bentuk circle :

PI Sta = nomor stasiun (Point of Intersection)

V = kecepatan rencana (ditetapkan)..... (km/jam)

R = jari-jari (ditetapkan) (m)

Δ = sudut tangent (diukur dari gambar trase)
(dalam derajat)

TC = tangent circle

CT = circle tangent

T = jarak antara TC dan PI (dihitung) (m)

L = panjang bagian tikungan (dihitung) (m)

E = jarak PI ke lengkung peralihan (dihitung)
(dalam meter)

Menentukan harga T, L dan E (lihat gambar)

$$\begin{aligned} \operatorname{tg} \frac{1}{2} \Delta &= \frac{T}{R} \rightarrow T = R \operatorname{tg} \frac{1}{2} \Delta \\ E &= T \operatorname{tg} \frac{1}{4} \Delta \\ E &= \sqrt{R^2 + T^2} - R = R (\operatorname{Sec} \frac{1}{2} \Delta - 1.) \\ E &= \frac{\Delta}{360} \cdot 2 \pi R \rightarrow L = 0,01745 \cdot \Delta \cdot R \end{aligned}$$

PENYELESAIAN :

b) Panjang tikungan circle (= L_c) :

$$\frac{L_c}{2 \pi R} = \frac{\Delta c}{360} \longrightarrow L_c = 0,01745 \Delta c R_c$$

$$= 0,01745 \cdot 8 \cdot 1475$$

$$= 206 \text{ meter}$$

$T_c = \dots\dots\dots$ meter

$E_c = \dots\dots\dots$ Meter

Harap gambarkan diagram superelevasinya !!!!!

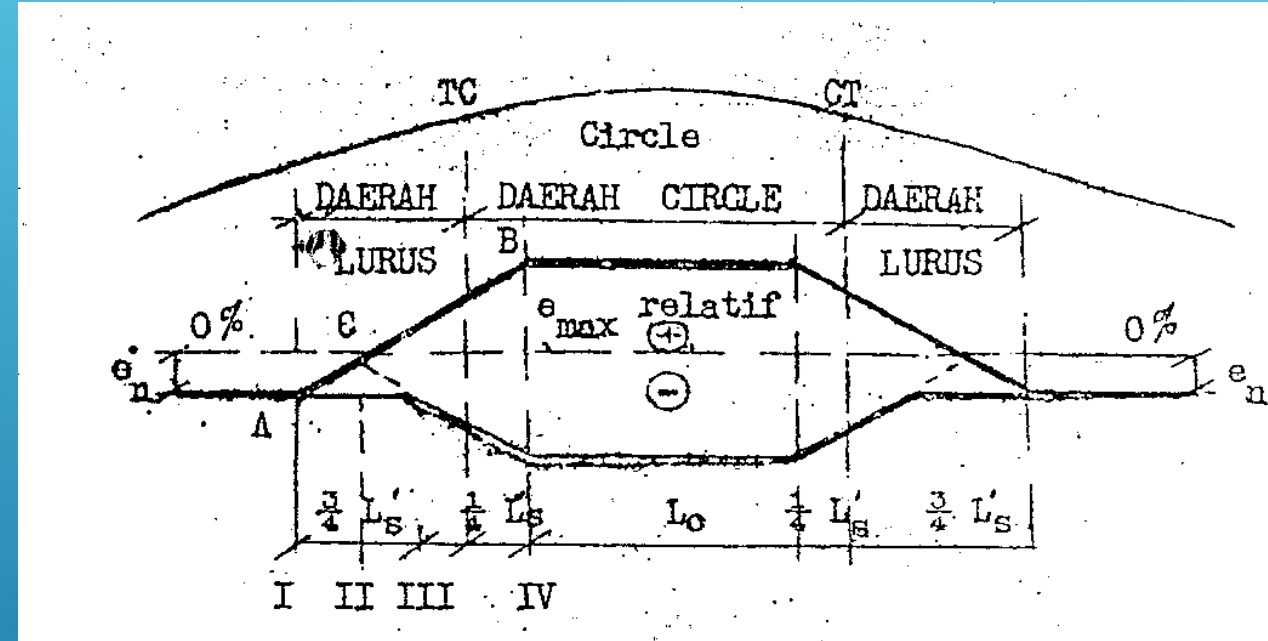


Diagram Superelevasi Tikungan Circle

Soal no. 4

Dari suatu tikungan Spiral-Circle-Spiral diketahui data-data sebagai berikut :

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

$$\Delta = 28^\circ$$

$$e_{\max} = 10 \% \quad \text{dan} \quad e_n = 2\%$$

Ditanyakan :

A. Rencanakan alinemen horizontal dengan ketentuan

$$25 \text{ m} \leq L_c \leq 30 \text{ m} \quad \text{dan} \quad T_s \leq 76 \text{ m}$$

B. Tuliskan data-data tikungan serta gambarkan alinemen horizontal tersebut.

C. Buatlah diagram superelevasinya.

Penyelesaian :

- A. Merencanakan alinemen horizontal adalah dengan mencoba beberapa harga R sehingga diperoleh jari-jari minimum yang masih memenuhi syarat

Karena $v = 60 \text{ km/jam}$, maka harga R dipilih $< 700 \text{ meter}$

1. Ambil harga R = 205 m

$$\left. \begin{array}{l} R = 205 \text{ m} \\ v = 60 \text{ km/jam} \end{array} \right\} \rightarrow \text{dari tabel didapat : } L_s \text{ min} = 60 \text{ m} \\ e = 0,079$$

$$2. \theta_s = \frac{L_s \text{ min}}{2\pi R} \cdot 360^\circ = 16,769496^\circ$$

$$\Delta_c = 28 - 16,769496 = 11,2305035^\circ$$

$$\text{didapat } L_o = \frac{\Delta_c}{360} \cdot 2\pi R = 40,181897 \geq 30 \text{ m}$$

... \rightarrow tidak memenuhi syarat

2. Ambil harga R = 180 m

$$\left. \begin{array}{l} R = 180 \text{ m} \\ v = 60 \text{ km.jam}^{-1} \end{array} \right\} \rightarrow \text{dari tabel didapat : } L_{s \text{ min}} = 60 \text{ m} \\ e = 0,086$$

$$L_{s \text{ min}} = 60 \text{ m} \rightarrow 2 \theta_s = \frac{L_{s \text{ min}}}{2 \pi R} \cdot 360^\circ = 19,098593^\circ$$

$$\Delta_c = 28^\circ - 19,098593^\circ = 8,901407^\circ$$

$$\text{didapat } L_c = \frac{8,901407}{360} \cdot 2 \pi \cdot 180 = 27,964594 \text{ m} \\ \rightarrow \text{memenuhi syarat}$$

$$\left. \begin{array}{l} L_s = 60 \text{ m} \\ R = 180 \text{ m} \end{array} \right\} \rightarrow \text{dari tabel terlampir } p = 0,8528 \\ k = 29,9724$$

$$\text{Maka : } T_s = (R + p) \operatorname{tg} \frac{1}{2} \Delta + k = 75,059 \text{ m}$$

$$T_s = 75,059 \text{ m} < 76 \text{ m} \rightarrow \text{memenuhi syarat}$$

$$g_s = (R + p) \operatorname{csc} \frac{1}{2} \Delta - R = 6,3687 \text{ m}$$

$$e_{maks} = 0,10$$

JUDUL →

Panjang minimum spiral dan kemiringan melintang :

D	R meter	v = 50		v = 60		v = 70	
		e	L _s	e	L _s	e	L _s
0° 15'	5730	LN	0	LN	0	LN	0
0° 30'	2864	LN	0	LN	0	LP	40
0° 45'	1910	LN	0	LP	40	LP	40
1° 00'	1432	LP	30	LP	40	0,020	40
1° 15'	1150	LP	30	LP	40	0,022	40
1° 30'	956	LP	30	0,021	40	0,028	40
1° 45'	840	LP	30	0,025	40	0,032	40
2° 00'	717	0,020	30	0,028	40	0,038	40
2° 30'	574	0,023	30	0,034	40	0,045	40
3° 00'	478	0,029	30	0,040	40	0,054	50
3° 30'	410	0,034	30	0,047	40	0,062	50
4° 00'	358	0,037	30	0,052	40	0,068	60
4° 30'	319	0,042	30	0,057	50	0,074	60
5° 00'	287	0,045	30	0,062	50	0,079	70
6° 00'	239	0,053	40	0,071	50	0,088	70
7° 00'	205	0,060	40	0,079	60	0,094	70
8° 00'	180	0,067	40	0,086	60	0,097	80
9° 00'	160	0,072	50	0,091	60	0,100	80
10° 00'	143	0,077	50	0,095	70	0,100	80
11° 00'	130	0,082	50	0,097	70	D _{maks} = 9,13°	
12° 00'	120	0,086	60	0,099	70		
13° 00'	110	0,090	60	0,100	70	D _{maks} = 12,79°	
14° 00'	103	0,093	60				
15° 00'	96	0,095	60				
16° 00'	90	0,097	60				
17° 00'	84	0,099	60				
18° 00'	80	0,100	60				
19° 00'	76	D _{maks} = 18,35°					

v = 80		v = 90		v = 100		v = 110	
e	L _s	e	L _s	e	L _s	e	L _s
LN	0	LP	0	LP	60	LP	60
LP	50	LP	50	LP	60	LP	60
0,018	50	0,020	50	0,023	60	0,025	60
0,022	50	0,026	50	0,030	60	0,023	60
0,028	50	0,033	50	0,038	60	0,042	60
0,034	50	0,039	50	0,045	60	0,050	70
0,039	50	0,045	50	0,052	60	0,058	70
0,045	50	0,051	60	0,060	70	0,066	80
0,055	50	0,065	70	0,074	80	0,083	90
0,064	60	0,076	80	0,087	90	0,096	100
0,074	70	0,087	90	0,096	100	0,100	110
0,080	70	0,092	90	0,099	100	D _{maks} = 3,34°	
0,087	70	0,097	90	0,100	100		
0,092	80	0,100	90	D _{maks} = 4,15°			
0,098	80						
0,100	80	D _{maks} = 5,26°					
D _{maks} = 6,83°							

Keterangan :

LN = lereng jalan normal

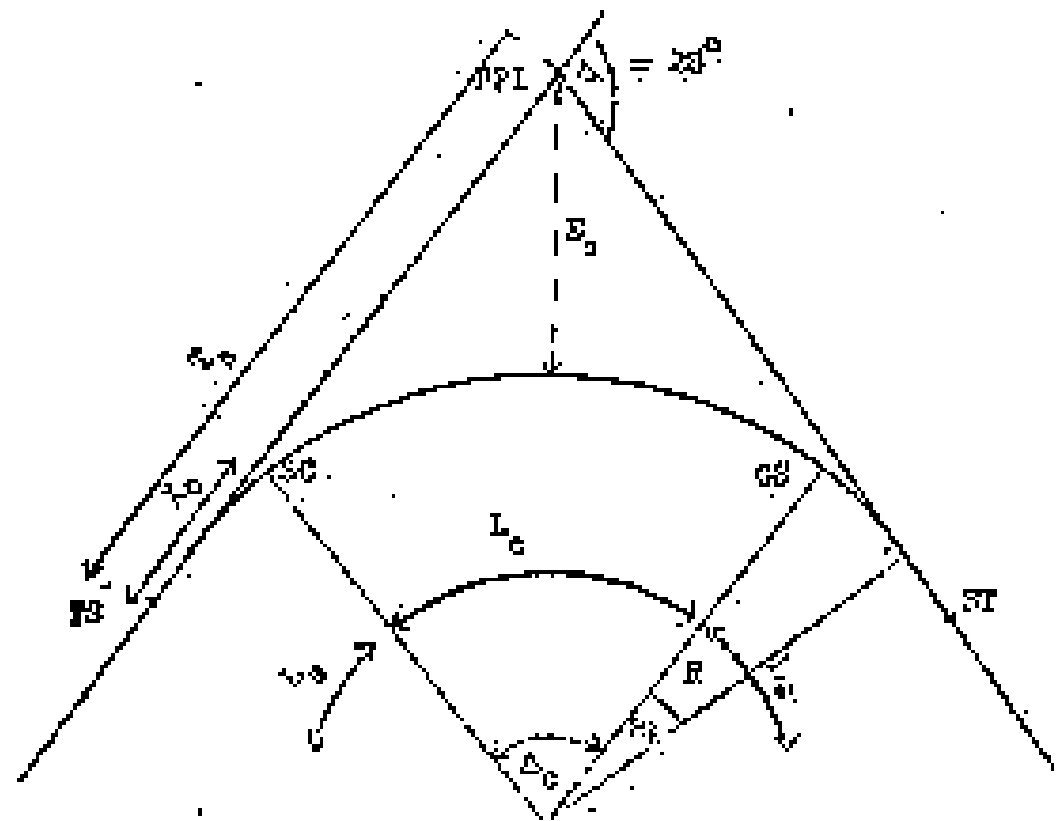
LP = lereng luar diputar sehingga pengerasan mendapat kemiringan melintang sebesar lereng jalan normal.

Spiral di atas garis-garis adalah harga yang dianjurkan, tapi tidak diharuskan.

$L_s = 60,00 \text{ m}$.

R	Q_p	P	k	x	y
1450	1,086	0,0954	29,9994	59,9976	0,3792
1400	1,228	0,1074	29,9994	59,9970	0,4284
1350	1,274	0,1122	29,9994	59,9970	0,4452
1300	1,322	0,1158	29,9994	59,9970	0,4614
1250	1,375	0,1200	29,9994	59,9964	0,4794
1200	1,432	0,1254	29,9994	59,9964	0,4998
1150	1,494	0,1308	29,9994	59,9958	0,5214
1100	1562	0,1356	29,9994	59,9952	0,5454
1050	1637	0,1434	29,9994	59,9952	0,5712
1000	1718	0,1506	29,9994	59,9946	0,5994
950	1,810	0,1572	29,9994	59,9940	0,6318
900	1,910	0,1668	29,9988	59,9934	0,6666
850	2,022	0,1754	29,9988	59,9928	0,7056
800	2,148	0,1872	29,9988	59,9922	0,7488
750	2,292	0,1998	29,9982	59,9904	0,7998
700	2,456	0,2142	29,9982	59,9882	0,8574
650	2,644	0,2298	29,9976	59,9874	0,9228
600	2,864	0,2496	29,9976	59,9850	0,9996
550	3,126	0,2624	29,9970	59,9820	1,0908
500	3,438	0,2994	29,9964	59,9790	1,2000
475	3,618	0,3150	29,9958	59,9760	1,2624
450	3,820	0,3330	29,9958	59,9730	1,3392
425	4,044	0,3522	29,9952	59,9700	1,4234
400	4,296	0,3750	29,9946	59,9658	1,4988
375	4,584	0,4002	29,9934	59,9616	1,5996
350	4,910	0,4278	29,9928	59,9562	1,7130
325	5,289	0,4614	29,9916	59,9490	1,8456
300	5,730	0,4998	29,9904	59,9400	1,9986
275	6,250	0,5448	29,9886	59,9286	2,1714
250	6,880	0,6000	29,9856	59,9136	2,3988
240	7,162	0,6252	29,9838	59,9064	2,4977
230	7,473	0,6522	29,9826	59,8986	2,5986
220	7,812	0,6816	29,9814	59,8884	2,7234
210	8,186	0,7640	29,9790	59,8776	2,8536
200	8,600	0,7500	29,9772	59,8650	2,9940
190	9,047	0,7890	29,9754	59,8506	3,1534
180	9,550	0,8328	29,9724	59,8332	3,3270
170	10,111	0,8808	29,9688	59,8140	3,5214
160	10,743	0,9366	29,9652	59,7918	3,7410
150	11,460	0,9990	29,9598	59,7606	3,9900
140	12,284	1,0704	29,9538	59,7246	4,2738
130	13,224	1,1352	29,9466	59,6808	4,5984
120	14,324	1,2474	29,9382	59,6262	4,9776
110	15,625	1,3530	29,9256	59,5554	5,4252
100	17,189	1,4952	29,9100	59,4618	5,9616
90	19,100	1,6596	29,8890	59,3364	6,6144
80	21,186	1,8654	29,8596	59,1618	7,4250
70	24,557	2,1294	29,8170	58,9074	8,4600
60	28,648	2,4774	29,7516	58,5174	9,8226
50	34,378	2,9616	29,6636	57,8742	11,6946

Gambar dan Data Tikungan :



Data Tikungan : $V = 60 \text{ km/jam}^{-1}$

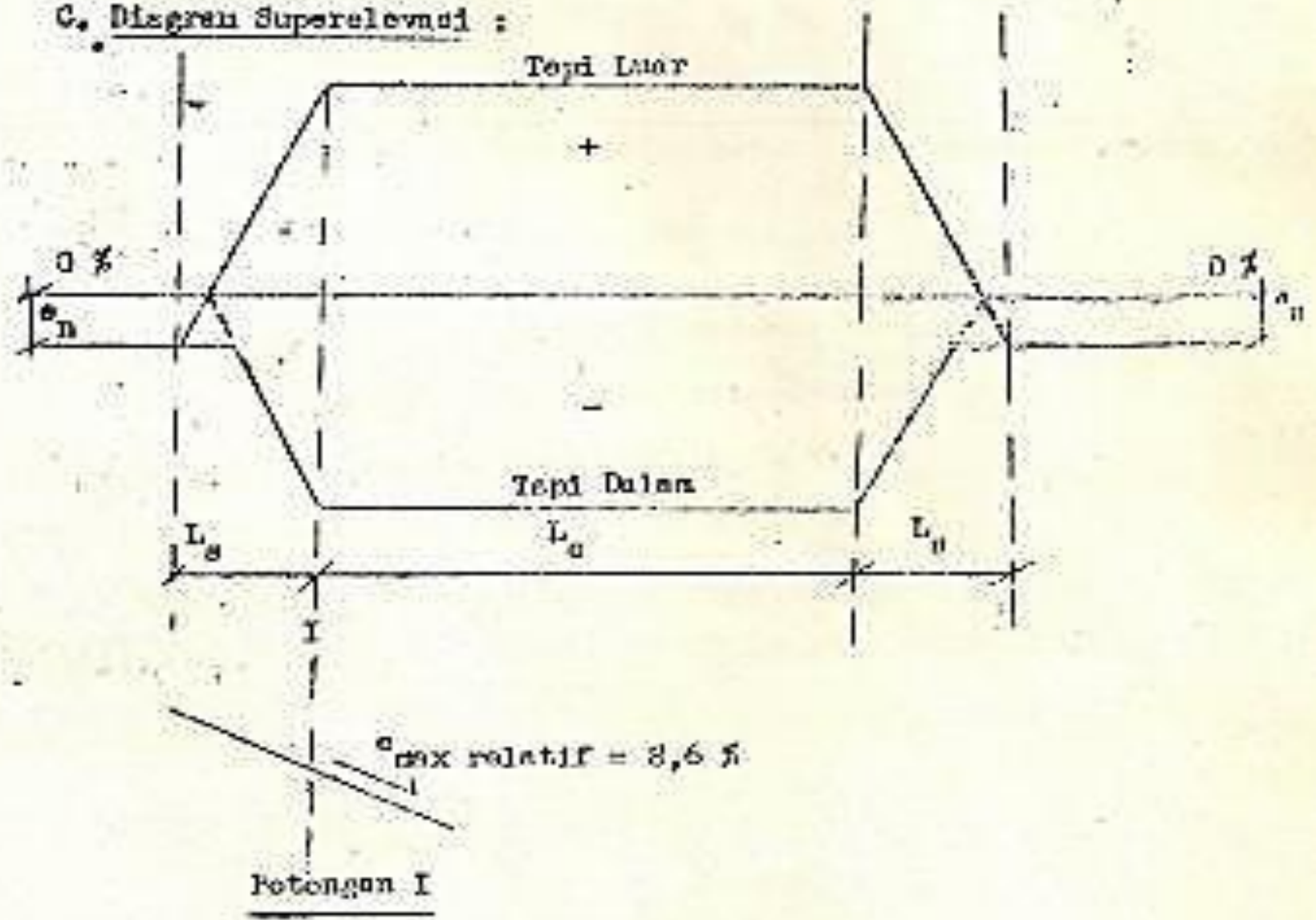
$$\Delta_c = 29^\circ \quad R_B \approx 75,050 \text{ m}$$

$$R = 180 \text{ m} \quad R_y \approx 6,3097 \text{ m}$$

$$L_c = 60 \text{ m} \quad L = 147,96549 \text{ m}$$

$$Q_p = 9,5452965^\circ \quad e = 0,086$$

C. Diagram Superelevasi :



Dari suatu tikungan Spiral-Spiral diketahui data-data sbb :

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

$$\Delta = 25^\circ$$

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

Ditanyakan : Jari-jari minimum yang masih memenuhi syarat.

Penyelesaian :

Soal inipun diselesaikan dengan trial and error dengan memperhatikan gambar bentuk tikungan Sp-Sp yang telah diberikan dalam teori.

1. Ambil harga $R = 143 \text{ m}$

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

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

dari tabel terlampir didapat :

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

$$e = 0,095$$

$$\theta_s = \frac{1}{2} \Delta = 12,5^\circ \longrightarrow L_s = \frac{\theta_s \cdot R}{28,648}$$

$$L_s = \frac{12,5^\circ \cdot 143}{28,648}$$

$$L_s = 62,39528 \text{ m} < L_s \text{ min}$$

Karena $L_s < L_s \text{ min}$ maka $R = 143 \text{ m}$ tidak memenuhi syarat.

2. Ambil harga $R = 160 \text{ m}$

$$R = 160 \text{ m}$$

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

dari tabel didapat : $L_s \text{ min} = 60 \text{ m}$

$$e = 0,091$$

$$\theta_s = 12,5^\circ \longrightarrow L_s = \frac{12,5^\circ \cdot 160}{28,648}$$

$$L_s = 69,812901 \text{ m} > L_s \text{ min} = 60 \text{ m}$$

Dari tabel yang digunakan untuk $L_s = 1$ didapat :



Soal no. 5

$$p^* = 0,0181496 \longrightarrow p = p^* \cdot L_s = 1,2670762 \text{ m}$$

$$k^* = 0,4992077 \longrightarrow k = k^* \cdot L_s = 34,851137 \text{ m}$$

$$\text{Maka : } T_s = (R+p) \text{tg } \frac{1}{2} \Delta + k = 70,603241 \text{ m dan}$$

$$E_s = (R+p) \sec \frac{1}{2} \Delta - R = 5,1825636 \text{ m}$$

Catatan :

- Sesungguhnya harga $R = 160 \text{ m}$ bukanlah harga yang minimum, akan tetapi $143 \text{ m} < R_{\min} < 160 \text{ m}$ sehingga harga $L_s = L_s \text{ min}$. Tepatnya bisa dilakukan dengan cara menginterpolasikan harga R yang kita pilih terhadap tabel yang ada, sehingga L_s mendekati (sama dengan $L_s \text{ min}$).
- Bila tidak ada tabel yang akan digunakan untuk $L_s = 1$ maka harga $L_s = 69,812901 \text{ m}$ bisa didekati dengan tabel untuk $L_s = 70 \text{ m}$

Tugas Kecil :

A. Dari suatu tikungan Spiral Circle Spiral diketahui data

data sbb :

$$V = 60 \text{ km} \cdot \text{jam}^{-1}$$

$$\Delta = 40^\circ$$

$$e_{\text{maks}} = 10 \%$$

$$R = 300 \text{ m}$$

Ditanyakan :

a. Data-data tikungan dan gambarkan

b. Hitung pelebaran perkerasan pada tikungan bila lebar perkerasan pada jalan lurus = 6 m