

Bagian 2

Elemen Perancangan

SI3141

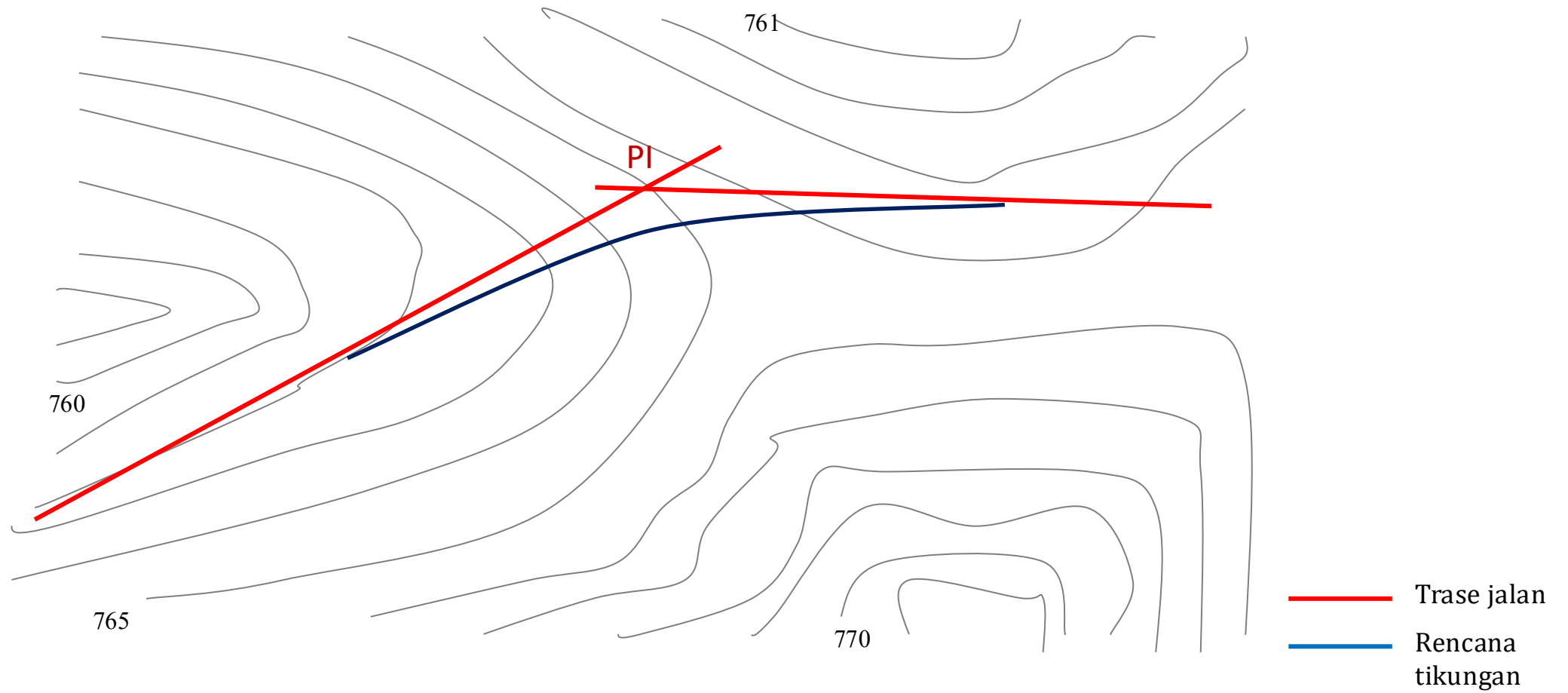
Perancangan Geometrik Jalan

A photograph of a calm pond in a lush forest. The water is still, reflecting the surrounding greenery. In the background, a dense line of trees forms a horizontal silhouette against the sky. The foreground shows the water's surface and some reeds or grasses along the left bank.

Alinyemen Horizontal - Lanjutan

TIKUNGAN

Tikungan

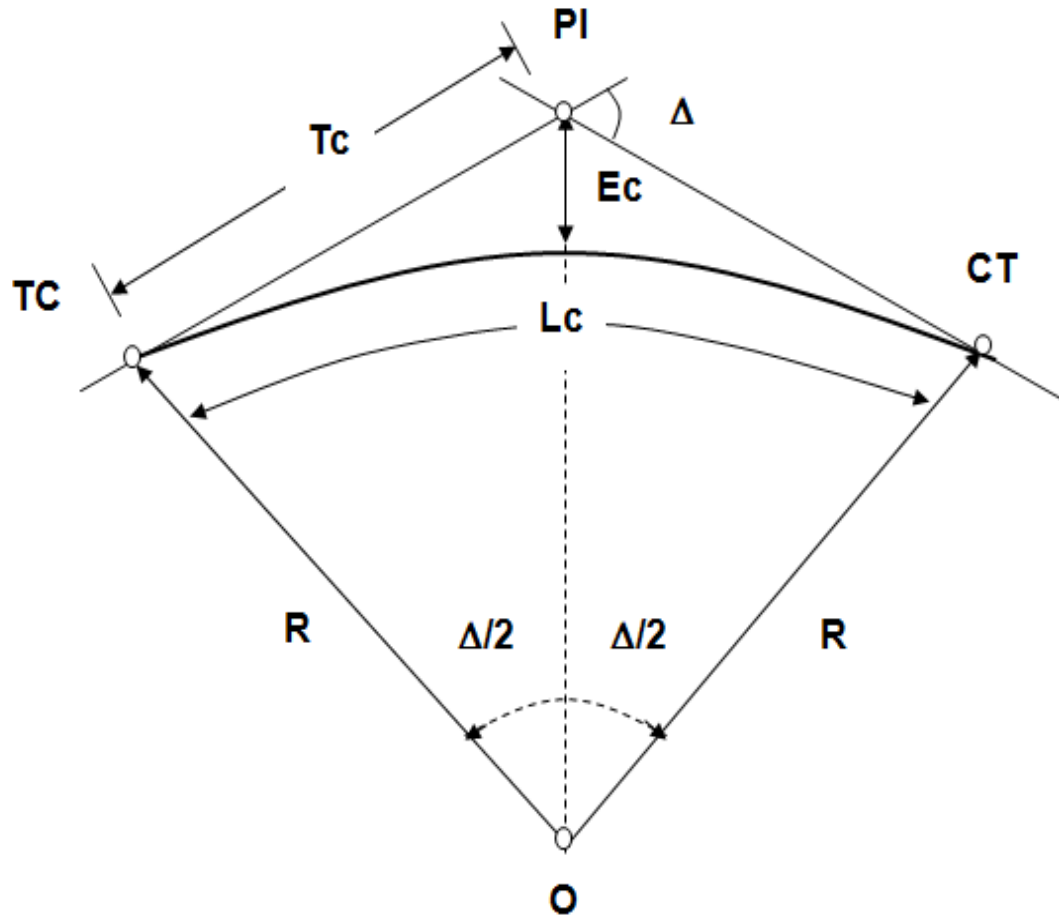


Jenis Tikungan

Yang Umum digunakan di Indonesia

- Jalan lurus – lengkung lingkaran – jalan lurus.
 - Lengkung lingkaran menghubungkan dua jalan lurus.
 - Tikungan Lingkaran Penuh (Full Circle, FC)
- Jalan lurus – lengkung peralihan – lengkung lingkaran – lengkung peralihan – jalan lurus.
 - Lengkung yang menghubungkan dua jalan lurus berupa lengkungan peralihan dan lengkung lingkaran
 - Tikungan Peralihan dg Lingkaran (Spiral-Circle-Spiral, SCS)
- Jalan lurus – lengkung peralihan – lengkung peralihan – jalan lurus.
 - Lengkung yang menghubungkan dua jalan lurus berupa lengkung transisi
 - Tikungan dg Lengkung Peralihan (Spiral-Spiral, SS)

Simple Circular Curve (FC-Full Circle)



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

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

$$E_c = \frac{R}{\cos \frac{\Delta}{2}} - R$$

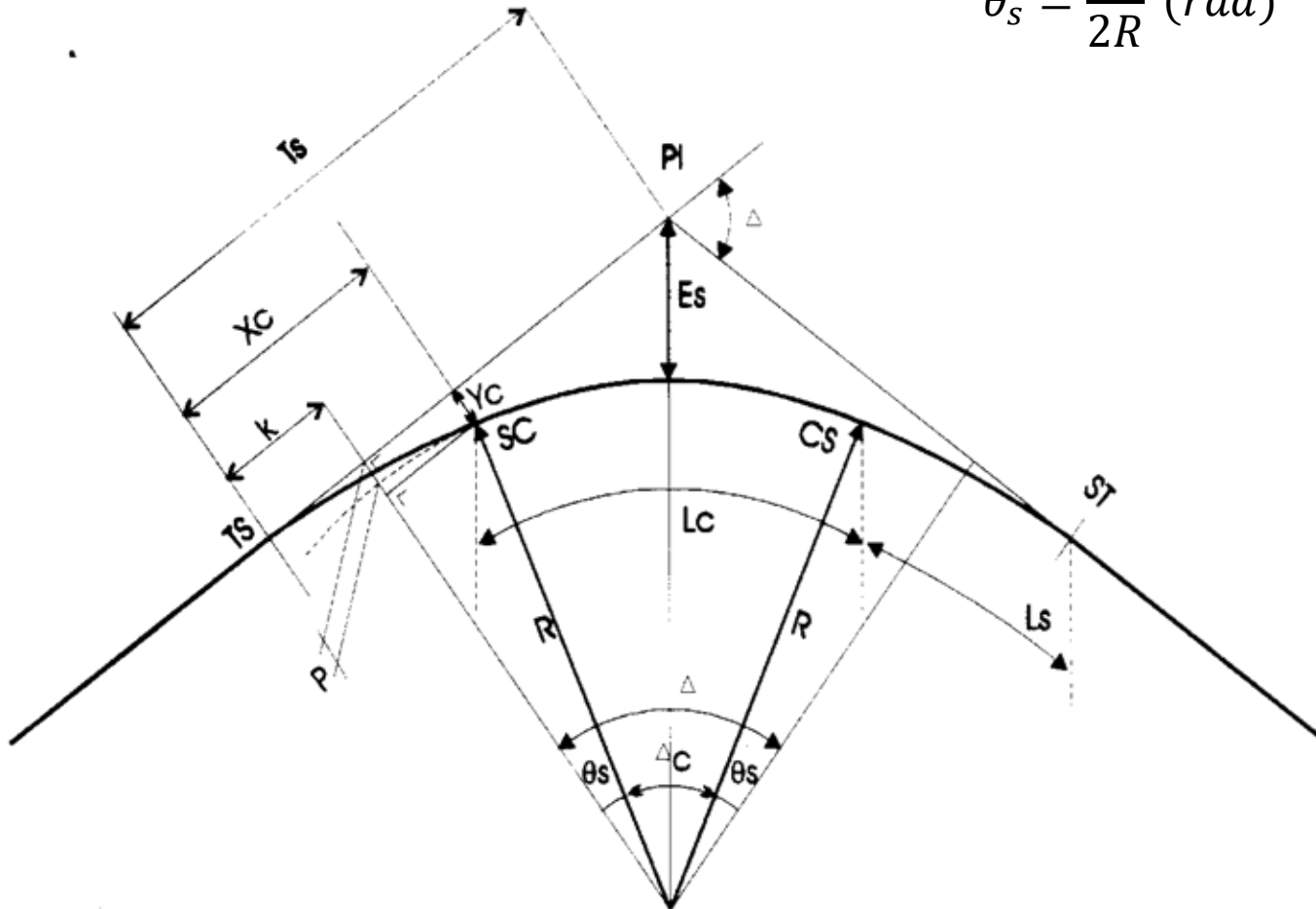
atau

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

Circular Curve with Spiral (S-C-S)

Hubungan sudut spiral dan panjang spiral:

$$\theta_s = \frac{L_s}{2R} \text{ (rad)}$$



$$\theta_s = \frac{L_s}{2R} \frac{360}{2\pi}$$

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

$$L_c = \frac{\Delta_c}{360} 2\pi R$$

$$Y_c = \frac{L_s^2}{6R}$$

$$X_c = L_s - \frac{L_s^3}{40R^2}$$

$$k = X_c - R \sin \theta_s$$

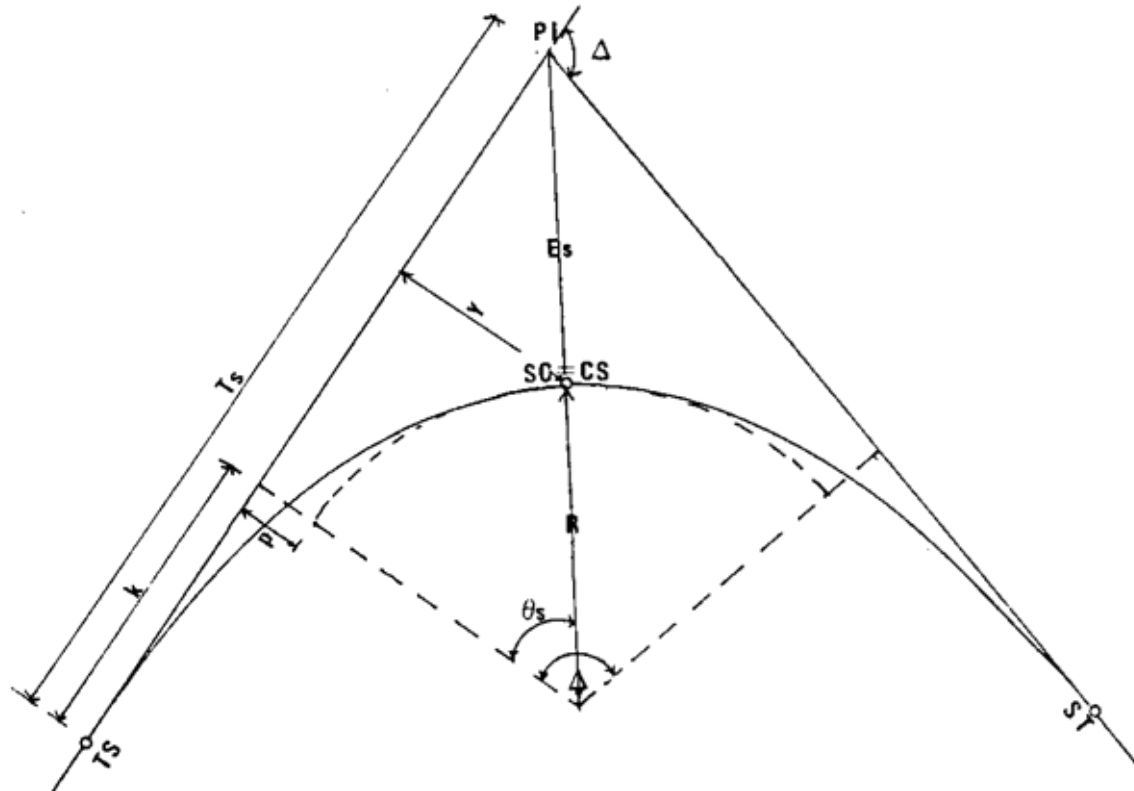
$$p = Y_c - R(1 - \cos \theta_s)$$

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

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

$$L_{total} = L_c + 2L_s$$

Full Spiral Curve (S-S)



Hubungan sudut *spiral* dan *panjang spiral*:

$$\theta_s = \frac{L_s}{2R} \text{ (rad)}$$

$$\theta_s = \frac{1}{2} \Delta$$

$$\Delta c = 0$$

$$Lc = 0$$

$$Yc = \frac{Ls^2}{6R}$$

$$Xc = Ls - \frac{Ls^3}{40R^2}$$

$$k = Xc - R \sin \theta_s$$

$$p = Yc - R(1 - \cos \theta_s)$$

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

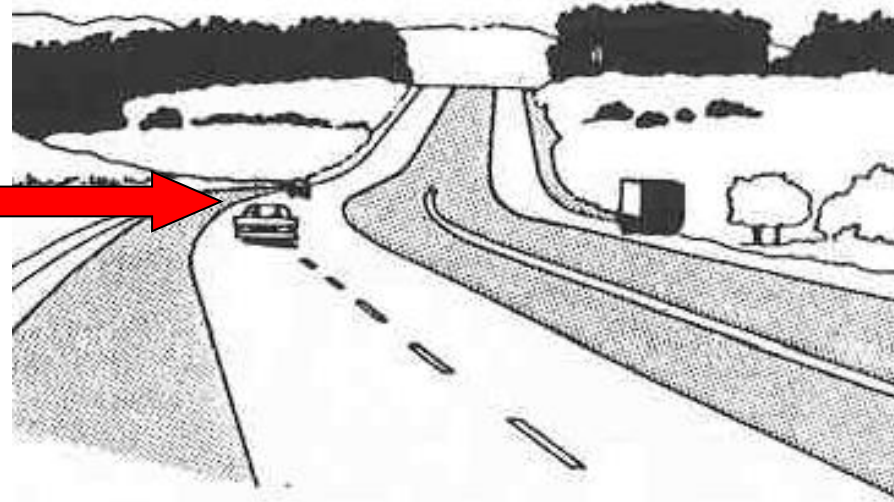
$$Es = \frac{(R + p)}{\cos \frac{\Delta}{2}} - R$$

$$L_{total} = 2Ls$$

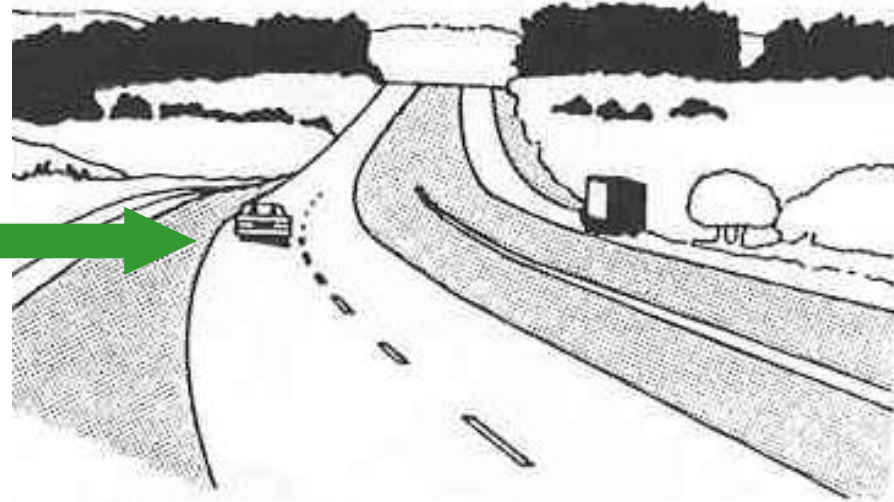
Lengkung Peralihan

Efek Visual pada Bentuk Spiral di Tikungan

Perubahan bentuk yang tiba-tiba dari lurus dan lengkung dan pada lengkung dengan jari-jari kecil



Perubahan yang tidak tiba-tiba dari bentuk lurus ke lengkung



Lengkung Transisi, Lengkung Spiral

- Lengkung Peralihan digunakan sebagai tempat perubahan alinyemen dari jalan lurus ($R\infty$) sampai ke bagian lengkung jalan dengan radius tetap, R_c
- Bentuk tikungan dapat berupa lengkung parabola atau lengkung spiral, tetapi umumnya yang digunakan adalah **lengkung spiral**.
- Gaya sentrifugal yang terjadi pada kendaraan saat melewati tikungan berubah secara berangsur-angsur, baik saat masuk tikungan maupun saat keluar tikungan

Keuntungan Penggunaan Lengkung Peralihan di Tikungan

- Lengkung transisi akan memberikan jejak jalan yang mudah diikuti kendaraan
- Gaya sentrifugal bertambah / berkurang secara teratur ketika kendaraan memasuki / meninggalkan lengkungan
- Memperkecil kemungkinan pengambilan lajur di sisi sebelah, saat kendaraan menikung.
- Panjang lengkung transisi memberikan kesempatan pencapaian superelevasi
- Perubahan superelevasi normal e_n atau NC (normal cross) slope ke superelevasi desain e_d di lengkung lingkaran dapat dilakukan sepanjang lengkung transisi.
- Dapat menghindari awal dan akhir lengkung lingkaran terlihat patah-patah.

Panjang Lengkung Peralihan, L_s

Panjang Lengkung Transisi, Panjang Lengkung Spiral

- Panjang lengkung peralihan ditetapkan atas pertimbangan bahwa:
 - Untuk menghindari kesan perubahan mendadak, nilai L_s dibatasi dan ditetapkan 3 detik dari kecepatan rencana.
 - Antisipasi terhadap berangsurnya gaya sentrifugal yang terjadi pada L_s .
 - Tingkat perubahan kelandaian melintang jalan (r_e) dari bentuk e_{normal} ke e rencana tidak boleh melebihi $r_{e\text{-maks}}$
- Tata Perencanaan Geometrik Jalan Antar Kota, Departemen PU, Ditjen Bina Marga, 1997
 - untuk kecepatan rencana < 70 km/jam, $r_{e\text{-maks}} = 0,035$ m/m/detik
 - untuk kecepatan rencana > 80 km/jam, $r_{e\text{-maks}} = 0,025$ m/m/detik.

Panjang Lengkung Peralihan, L_s

Panjang Lengkung Transisi, Panjang Lengkung Spiral

- Pencapaian kemiringan
 - Panjang jalan yang diperlukan untuk melakukan perubahan superelevasi jalan dari e_n (normal crown) sampai e_p (superelevasi penuh) atau sebaliknya.
- Panjang lengkung peralihan harus:
 - Memenuhi kenyamanan dan keamanan pencapaian kemiringan
 - Pencapaian kemiringan terjadi secara teratur/seragam
 - Tepi perkerasan kelihatan tidak patah-patah (*appearance* yg bagus)

Panjang Spiral Minimum, $L_{s,\min}$

AASHTO, 2011

$$L_{s,\min} = \sqrt{24(p_{\min})R} \qquad L_{s,\min} = 0,0214 \frac{V_R^3}{RC}$$

dimana:

$L_{s,\min}$: *minimum length of spiral, m*

$p_{\min}$: *min. lateral offset between tangent and circular curve (m) = 0,20 m*

R : *radius of circular curve, m*

V_R : *design speed, km/h*

C : *max rate of change in lateral acceleration = 1,2 m/s³*

Panjang Spiral Maximum, $L_{s,\max}$

AASHTO, 2011

$$L_{s,\min} = \sqrt{24(p_{\max})R}$$

dimana:

$L_{s,\max}$: *max length of spiral, m*

$p_{\max}$: *max lateral offset between tangent and circular curve (m) = 1,00 m*

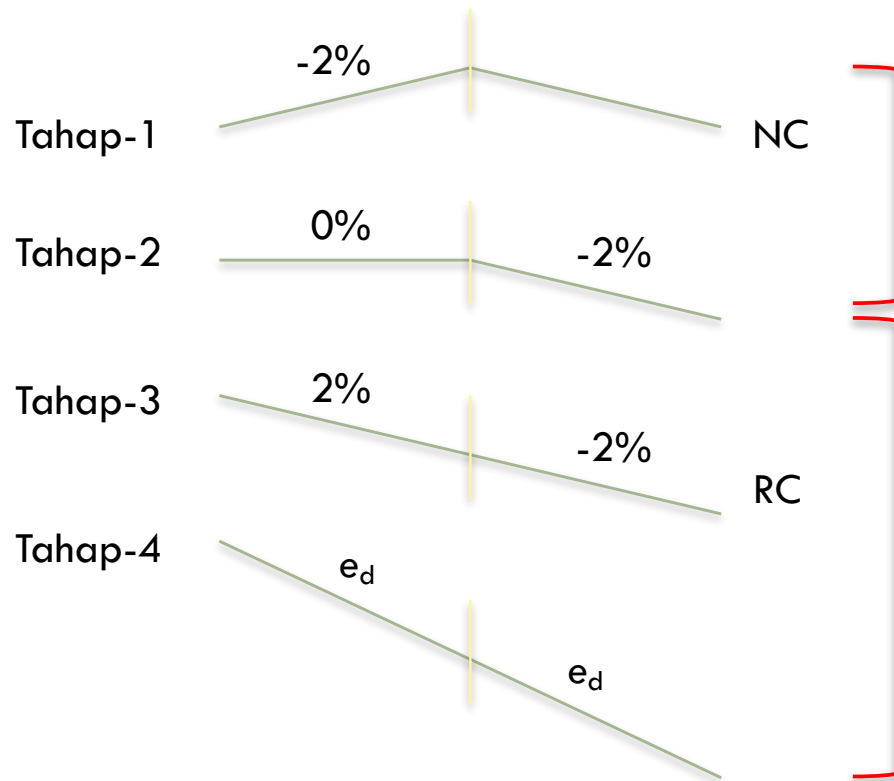
R : *radius of circular curve, m*

Note:

for the practical uses, it could be $L_s = 2$ sec of travel time at the design speed, V_R . However,

$$L_{s,\min} \leq L_s < L_{s,\max}$$

Transisi Bentuk Superelevasi



Tangent run off

$$L_t = \frac{e_{NC}}{e_d} \square L_r$$

Superelevation run off

$$L_r = \frac{w \square n_l \square e_d}{\Delta} \square b_w$$

$$b_w = \frac{1 + 0.5(n_1 - 1)}{n_1}$$

dimana:

L_t : tangent runoff, m

L_r : superelevation runoff, m

e_{NC} : normal superelevation, %

e_d : design superelevation, %

dimana:

L_r : superelevation runoff, m

w : width of one travel lane, m

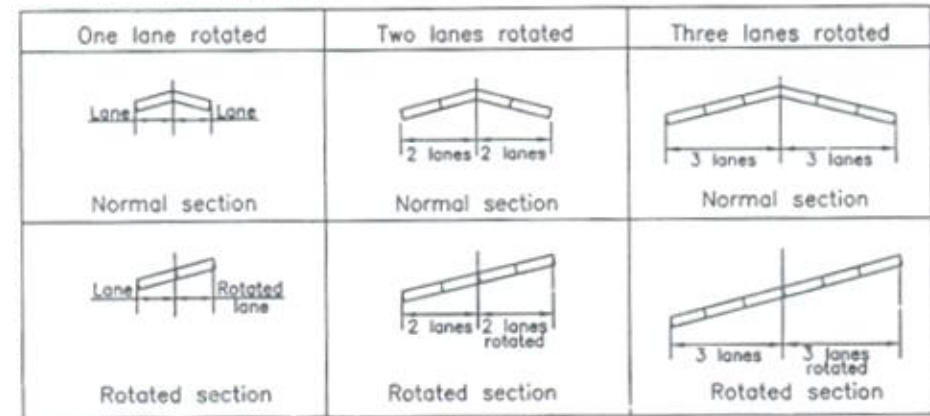
n_1 : number of lane(s) rotated

e_d : design superelevation, %

b_w : adjustment factor for n_1

Δ : maximum relative gradient, %

Design Speed (km/h)	Maximum Relative Gradient (%)	Equivalent Max Relative Slope
20	0,80	1 : 125
30	0,75	1 : 133
40	0,70	1 : 143
50	0,65	1 : 150
60	0,60	1 : 167
70	0,55	1 : 182
80	0,50	1 : 200
90	0,47	1 : 213
100	0,44	1 : 227
110	0,41	1 : 244
120	0,38	1 : 263
130	0,35	1 : 286



Number of Lanes Rotated, n_l	Adjustment Factor, b_w^*	Length Increase Relative to One lane Rotated ($=n_l b_w$)
1	1.00	1.0
1.5	0.83	1.25
2	0.75	1.5
2.5	0.70	1.75
3	0.67	2.0
3.5	0.64	2.25

Panjang Lengkung Peralihan, L_s

Konsep Perubahan Percepatan

Shortt Formula: $L_s = \frac{V^3}{R \cdot C} = 0,021 \frac{V^3}{R \cdot C}$
Digunakan untuk jalan rel

Modified Shortt Formula $L_s = 0,021 \frac{V_r}{R \cdot C} - 2,725 \frac{V_r \cdot e}{C}$

dengan:

V atau V_r = kecepatan rencana (km/jam)

L_s = panjang lengkung peralihan (m)

e = superelevasi penuh

R = jari-jari tikungan (m)

C = perubahan percepatan radial (m/s³)

- Di Amerika nilai C : 1,8 - 2,1 m/det³.
- Di Inggris nilai C : 0,3 m/det.
- Original nilai C (Shortt):
 - untuk jalan rel tanpa memperhitungkan superelevasi.
 - Untuk jalan, digunakan nilai $C = 0,6$ m/det.
 - Rumus Modified Shortt dianjurkan nilai $C = 0,4$ m/det.

Panjang Lengkung Peralihan, L_s

Konsep Perubahan Percepatan

- Berdasarkan waktu tempuh di lengkung peralihan:
$$L_s = \frac{V_r}{3,6} T$$

dengan:

V_r = kecepatan rencana (km/jam)

L_s = panjang lengkung peralihan (m)

T = waktu tempuh di L_s , diambil 3 detik

- Berdasarkan tingkat pencapaian perubahan kelandaian:
$$L_s = \frac{(e_p - e_n) V_r}{3,6 r_e}$$

dengan:

V_r = kecepatan rencana (km/jam)

L_s = panjang lengkung peralihan (m)

e_p = superelevasi penuh

e_n = superelevasi normal (umumnya 2%)

r_e = tingkat pencapaian perubahan kemiringan melintang jalan,

$V_{rencana} \leq 70$ km/jam $r_{e-maks} = 0,035$ m/m/detik

$V_{rencana} \geq 80$ km/jam $r_{e-maks} = 0,025$ m/m/detik

Panjang Lengkung Peralihan, L_s

Metode-metode Perhitungan

- Berdasarkan rumus spiral: $L_s = 2 \theta_s R$

dengan:

L_s = lengkung spiral,

θ_s = sudut spiral

R = jari-jari tikungan

- Berdasarkan kelandaian relatif: $L_s = b m (e_n + e_p)$

dengan:

L_s = lengkung spiral,

b = lebar lajur,

m = kelandaian relatif

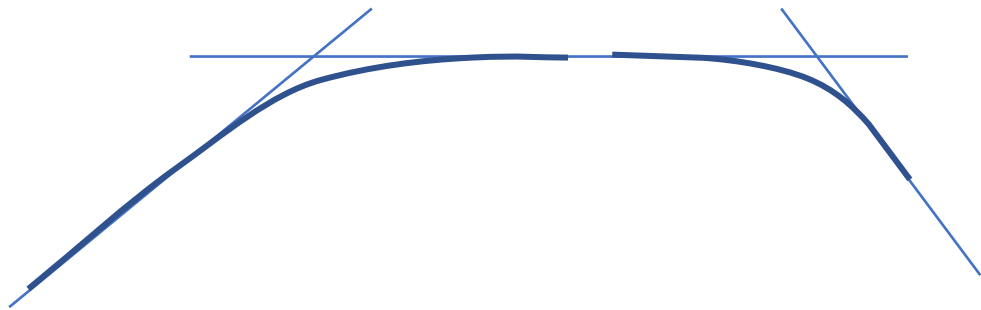
e_n = superelevasi normal,

e_p = superelevasi penuh.

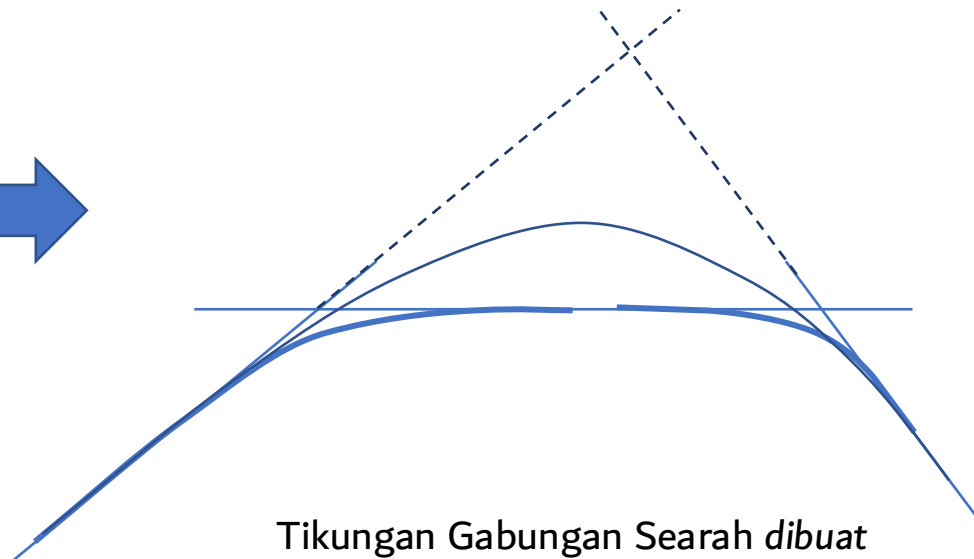
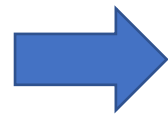
Tikungan Gabungan dan Pelebaran
pada Tikungan

Tikungan Gabungan

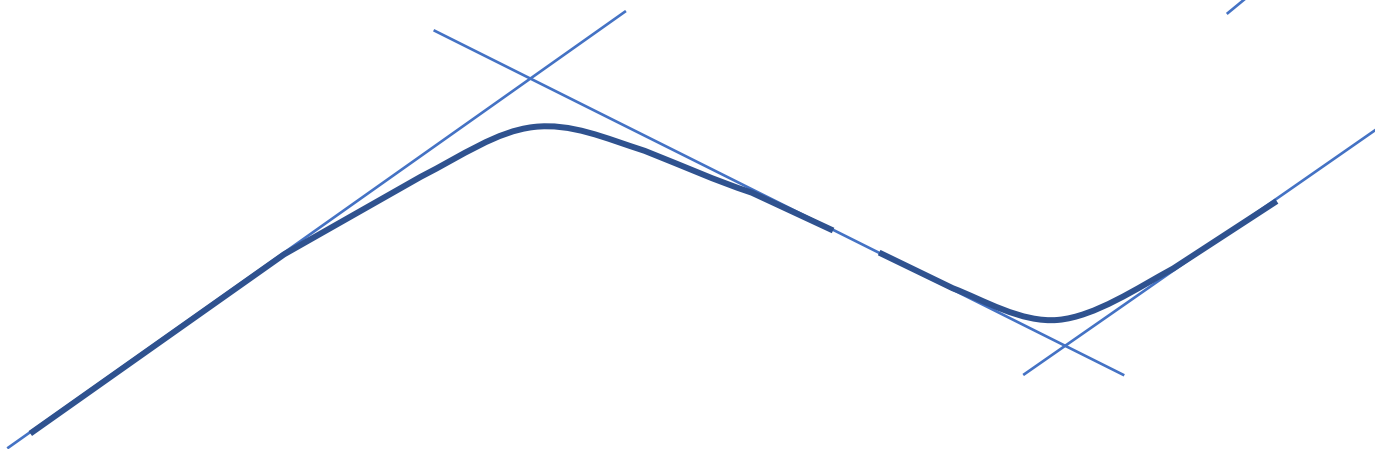
- Tikungan gabungan adalah dua atau lebih tikungan yang bersebelahan
- Dapat dibedakan menjadi **Tikungan Gabungan Searah** dan **Tikungan Gabungan Balik Arah**
 - **Tikungan Gabungan Searah**, yaitu gabungan dua atau lebih tikungan dengan arah putar yang sama
 - **Tikungan Gabungan Balik Arah**, yaitu gabungan dua tikungan dengan arah putar yang berbeda.
 - Tikungan gabungan searah TIDAK disarankan digunakan.
 - Penggunaan tikungan gabungan searah pada kondisi khusus dapat diterapkan dengan menyediakan bagian lurus atau spiral diantara dua tikungan yang bersebelahan.



Tikungan Gabungan Searah



Tikungan Gabungan Searah *dibuat*
menjadi satu tikungan

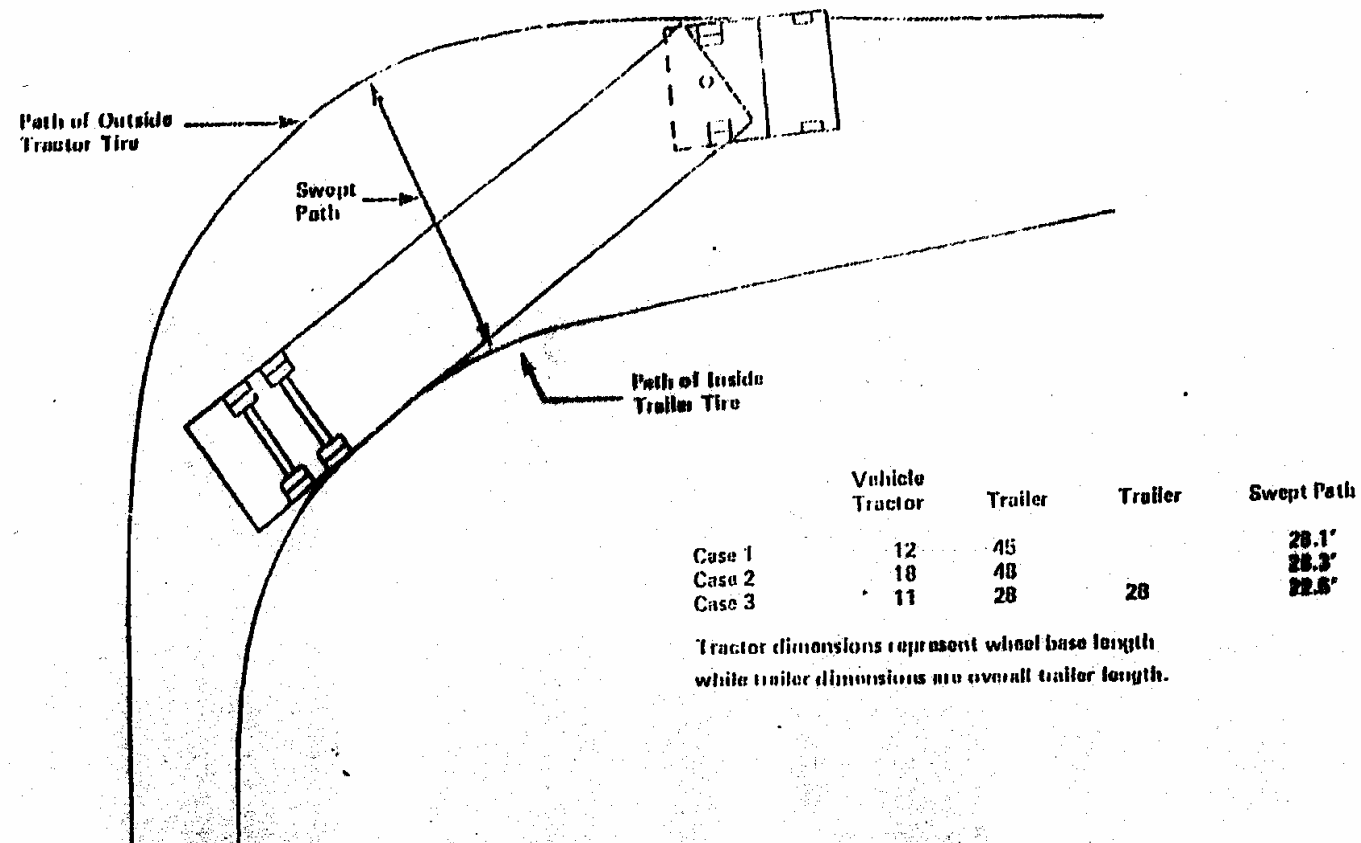


Tikungan Gabungan Balik Arah

Pelebaran Perkerasan (Jalur) di Tikungan

- Untuk memberikan kebebasan mengemudi di tikungan (jejak kendaraan tetap di dalam tikungan dan dalam lajunya).
- Besar Lebar total:
- $$B = n(b' + C) + (n-1)T_d + z$$
dimana :
 - n = Jumlah lajur lalu lintas
 - b' = Lebar lintasan truk di tikungan
 - T = Lebar melintang akibat tonjolan depan
 - z = Lebar tambahan akibat kelainan pengemudi
 - C = Kebebasan samping = 0,8 m
- Untuk $B_{ada} > B_{perlu} \rightarrow$ tidak perlu pelebaran
- Umumnya terjadi bila R besar ($>1200m$) dan atau Δ kecil (10°)

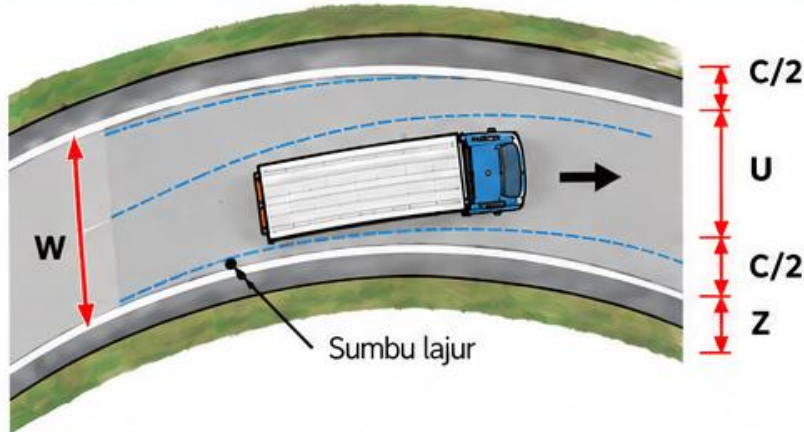
Pelebaran (Jalur) di Tikungan



Pelebaran (Jalur) di Tikungan

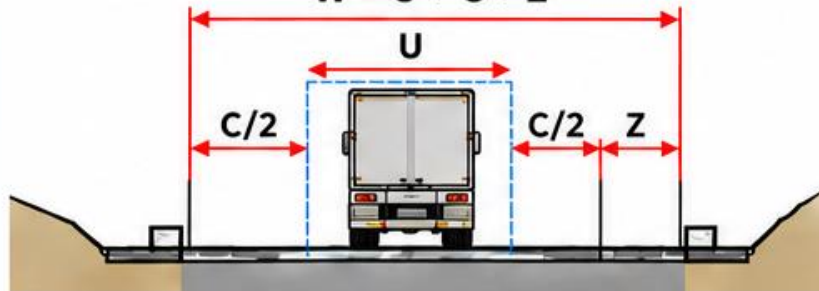
Case 1

Satu Lajur, Satu Arah, Tanpa Mendahului
(One-Lane, One-Way, No Passing)



Penampang melintang pada tikungan

$$W = U + C + Z$$



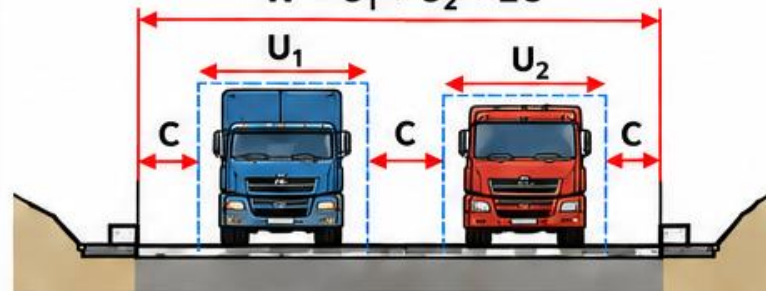
Case 2

Dua Lajur, Dua Arah, Tanpa Mendahului
(Two-Lane, Two-Way, No Passing)



Penampang melintang pada tikungan

$$W = U_1 + U_2 + 2C$$



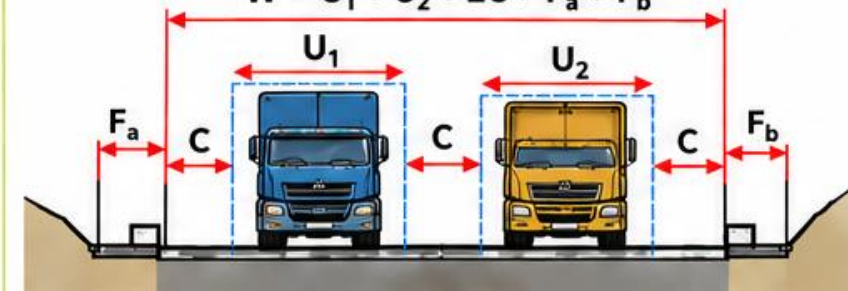
Case 3

Dua Lajur, Dua Arah, Dengan Mendahului
(Two-Lane, Two-Way, With Passing)



Penampang melintang pada tikungan

$$W = U_1 + U_2 + 2C + F_a + F_b$$



Keterangan Simbol

Simbol	Arti
W	Lebar perkerasan yang dibutuhkan pada tikungan (m)
U, U₁, U₂	Lebar kendaraan dan lintasan roda saat berbelok (m)
C	Ruang bebas samping (m)

Catatan Desain

1. Nilai C dan Z merupakan nilai tipikal yang umum digunakan dalam literatur (misal C = 1,2 m dan Z = 0,6 m) dan harus disesuaikan dengan ketentuan PDGJ 2021.
2. Nilai F_a dan F_b tergantung pada jenis kendaraan desain, kecepatan, dan radius tikungan.

Sumber

- AASHTO. A Policy on Geometric Design of Highways and Streets (Green Book), 2001, pembahasan pelebaran tikungan.
- Direktorat Jenderal Bina Marga. Pedoman Desain

Stationing dan Staking Out

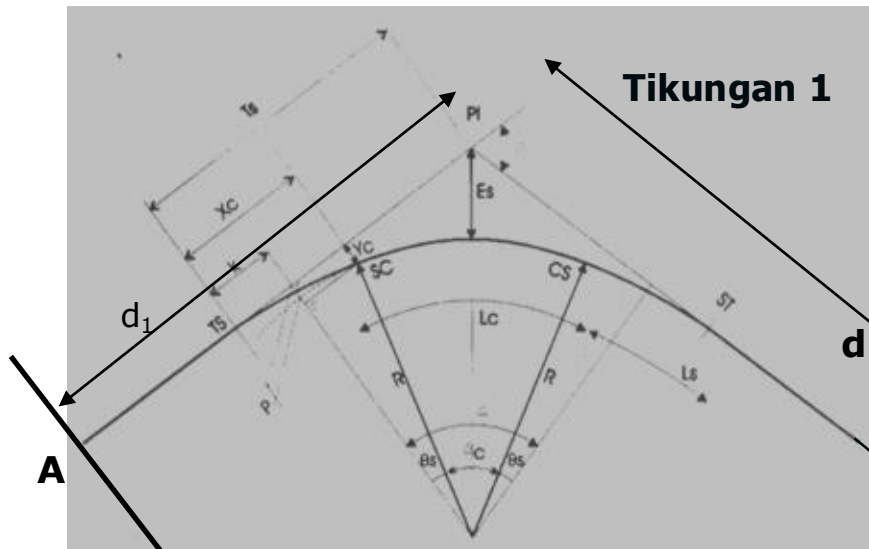
Stationing

- Titik penting hasil perancangan sumbu jalan perlu dibuat tanda berupa patok-patok dengan nomor kode referensi tertentu.
- Penomoran ini disebut stationing, di mana angka yang tercantum menunjukkan jarak atau lokasi titik tersebut terhadap titik acuan.
- Format umum stationing adalah: X+YYY,ZZZ
 - X menunjukkan besaran kilometer,
 - Y adalah besaran meter, dan
 - Z adalah besaran per seribuan meter.

Stationing

- Suatu titik D dengan Sta. D : 1+234,567 menunjukkan bahwa jarak titik D dari titik awal acuan adalah:
 - satu kilometer, dan
 - dua ratus tiga puluh empat meter lima ratus enam puluh tujuh milimeter.
- Tujuan penggunaan stationing
 - sebagai tanda atau lokasi titik-titik penting, seperti titik awal, simpang, titik penting tikungan, titik awal jembatan, titik akhir, dan sebagainya.
 - Digunakan sebagai acuan jarak.

Stasioning



Stasioning:

- Sta A = 1+234,567
- Sta $TS_1 = \text{Sta A} + d_1 - Ts_1$
- Sta $SC_1 = \text{Sta } TS_1 + Ls_1$
- Sta $CS_1 = \text{Sta } SC_1 + Lc_1$
- Sta $ST_1 = \text{Sta } CS_1 + Ls_1$

- Jarak $A-PI_1=d_1$, $PI_1-PI_2=d_2$ dan $PI_2-D=d_3$
- A = titik awal dan D = titik akhir
- $TS - SC = CS - ST = Ls$
- $SC - CS = Lc$
- $TS - PI = Ts$

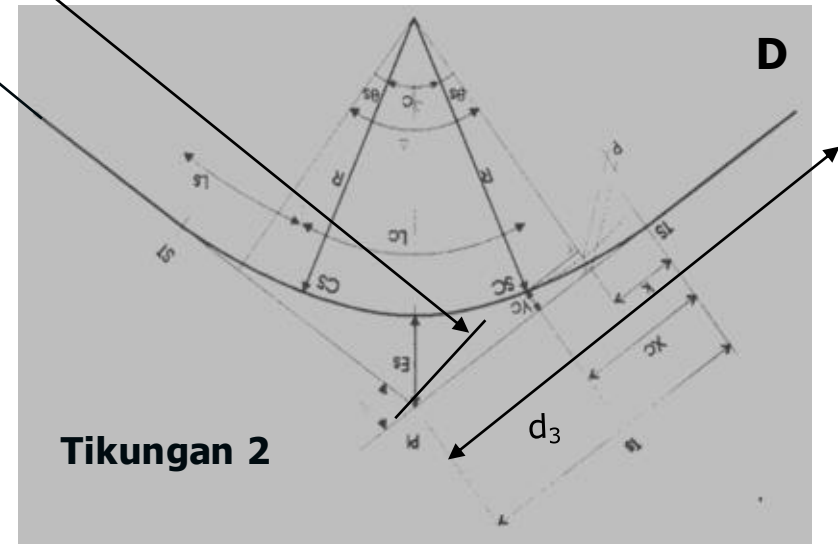


DIAGRAM SUPERELEVASI

Pencapaian Superelevasi

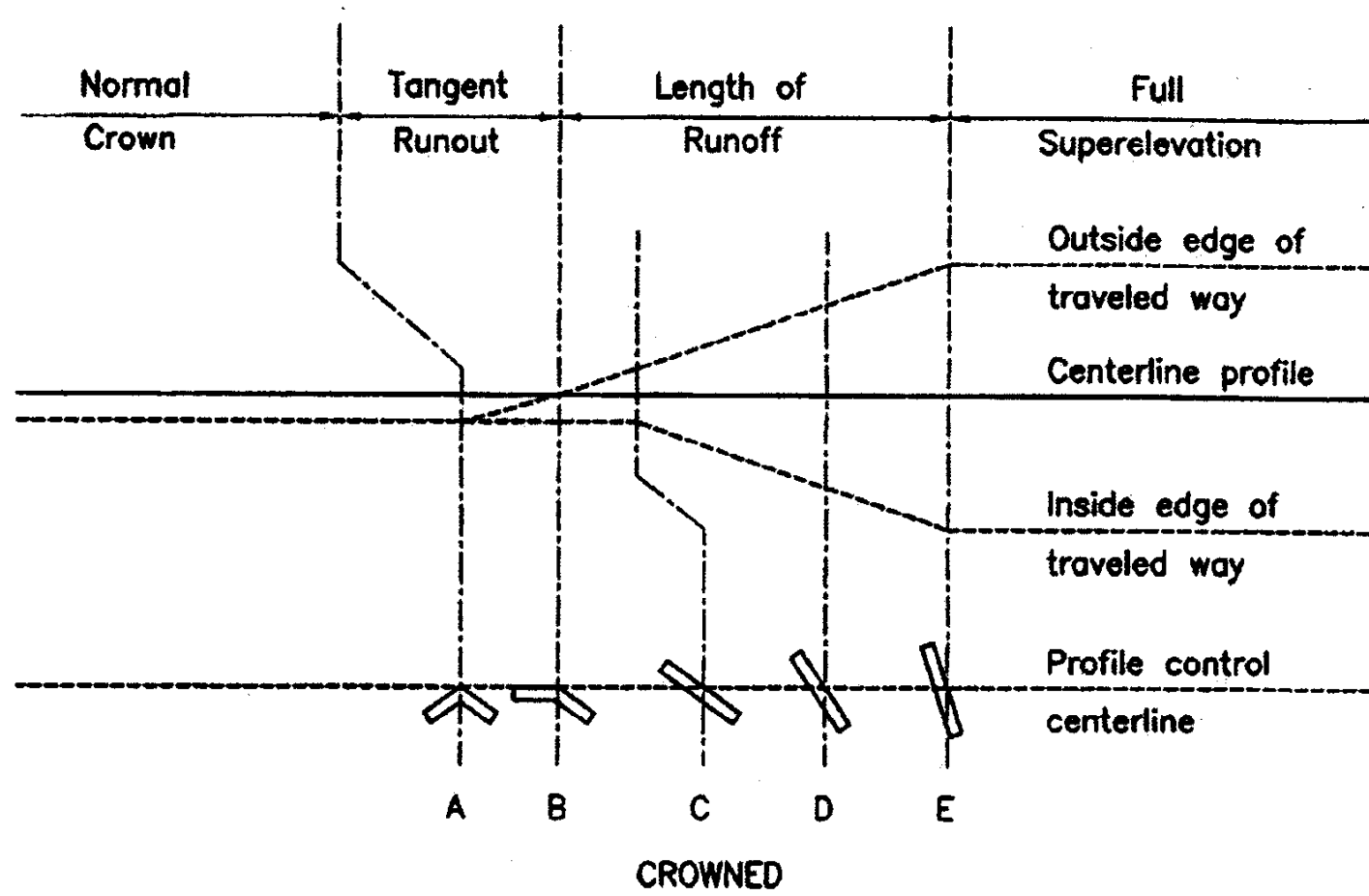
- Ada 3 kondisi Tikungan yaitu:
 - tikungan tanpa L_s , (FC dengan $e = NC$)
 - tikungan dengan L_s semu (FC dengan $e = RC$)
 - tikungan dengan L_s . (SCS dan SS)
- Metoda Pencapaian Kemiringan
 - Memutar pengerasan jalan terhadap profil sumbu.
 - Memutar pengerasan jalan terhadap tepi dalam.
 - Memutar pengerasan jalan terhadap tepi luar.

Pencapaian Superelevasi

- Untuk tikungan tanpa L_s tidak ada pencapaian superelevasi penuh.
- Untuk tikungan dengan L_s semu,
 - pencapaian superelevasi RC sebagian dilakukan di bagian lurus dan sebagian dilakukan di lengkung lingkaran.
- Untuk tikungan dengan L_s , pencapaian superelevasi penuh, e_p , dilakukan di sepanjang lengkung peralihan

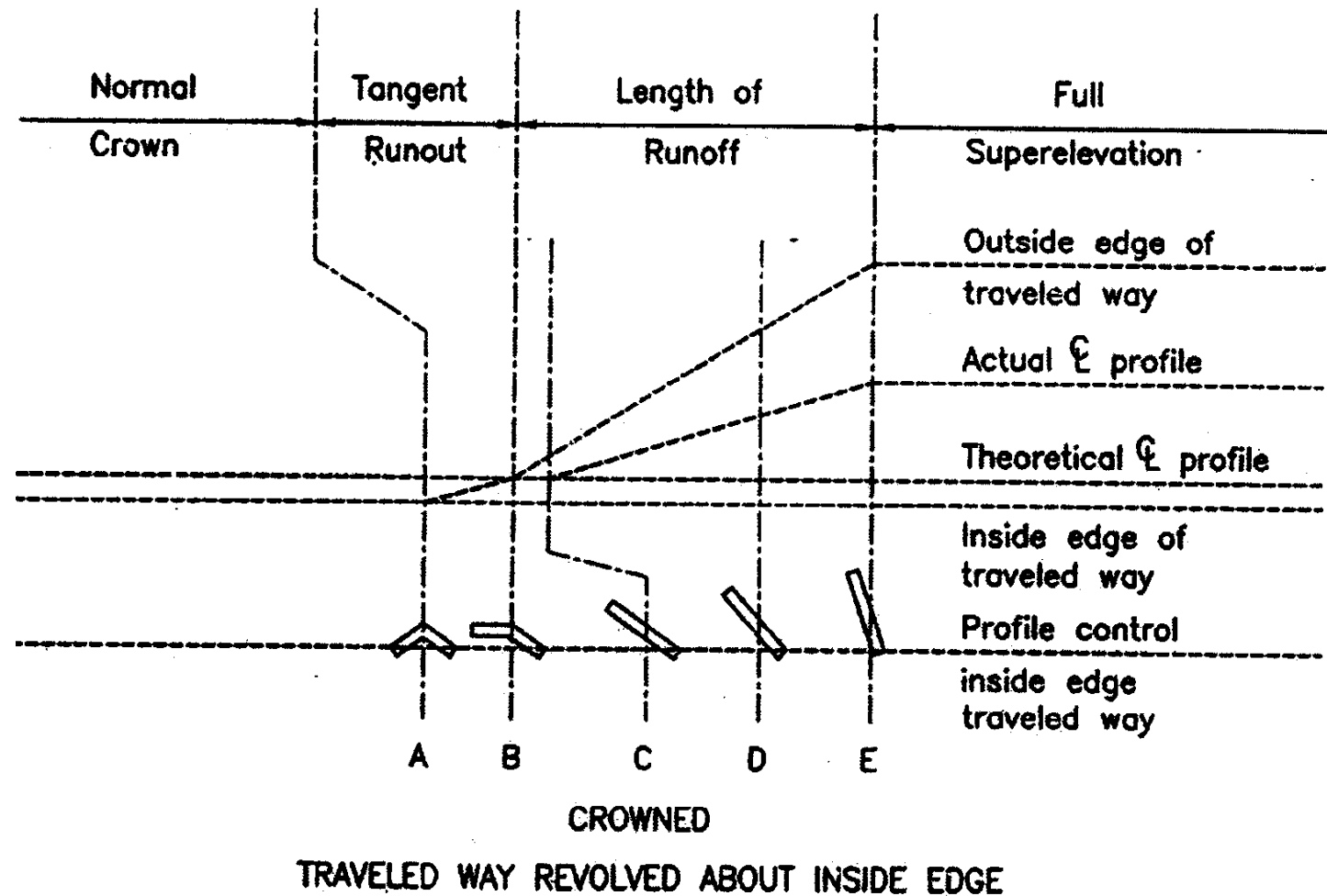
Pencapaian Superelevasi

Dengan Pemutaran di Sumbu Jalan



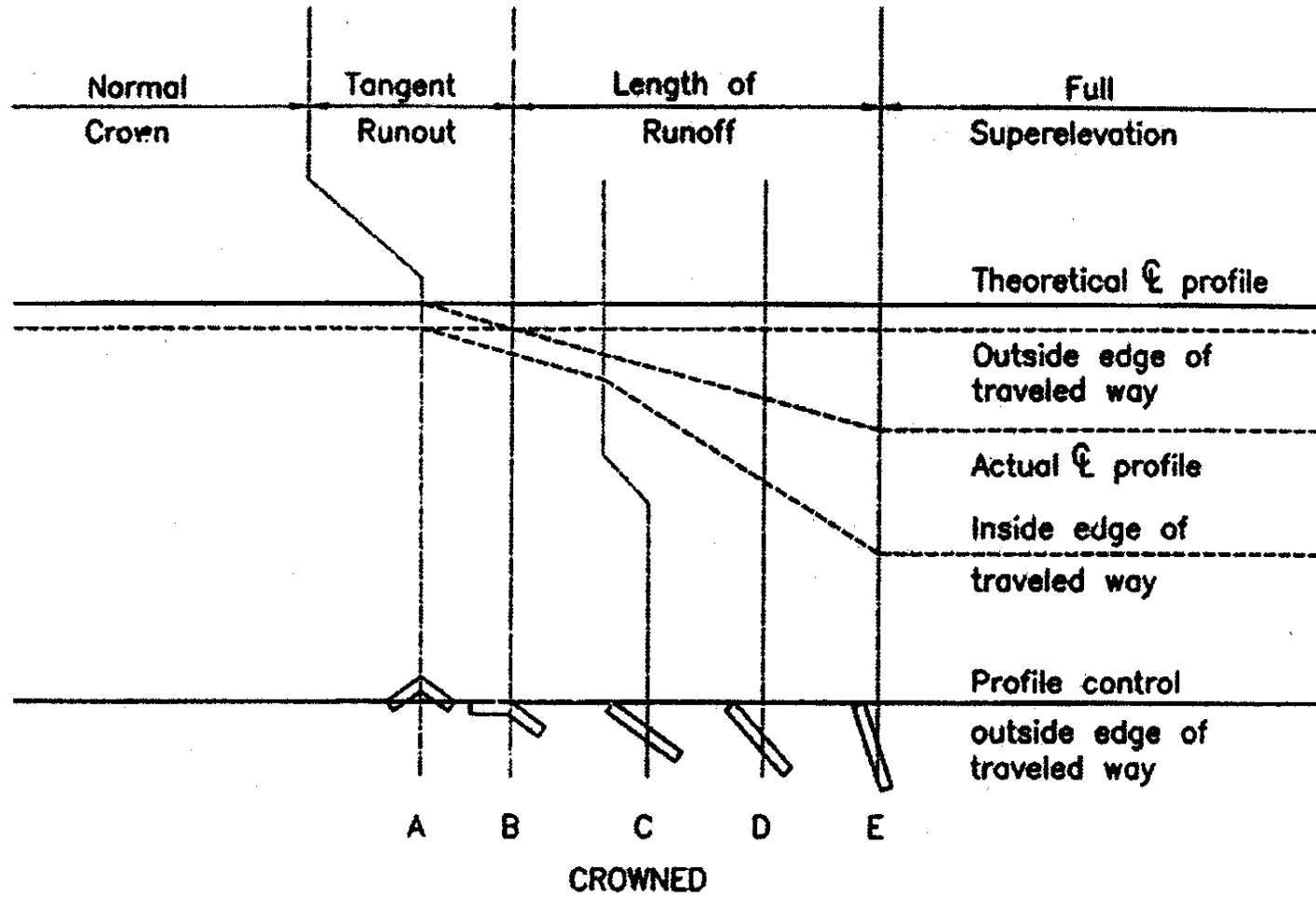
Pencapaian Superelevasi

Dengan Pemutaran di Sisi Tepi Dalam



Pencapaian Superelevasi

Dengan Pemutaran di Sisi Teni Luar



TRAVELED WAY REVOLVED ABOUT OUTSIDE EDGE

Perubahan Superelevasi

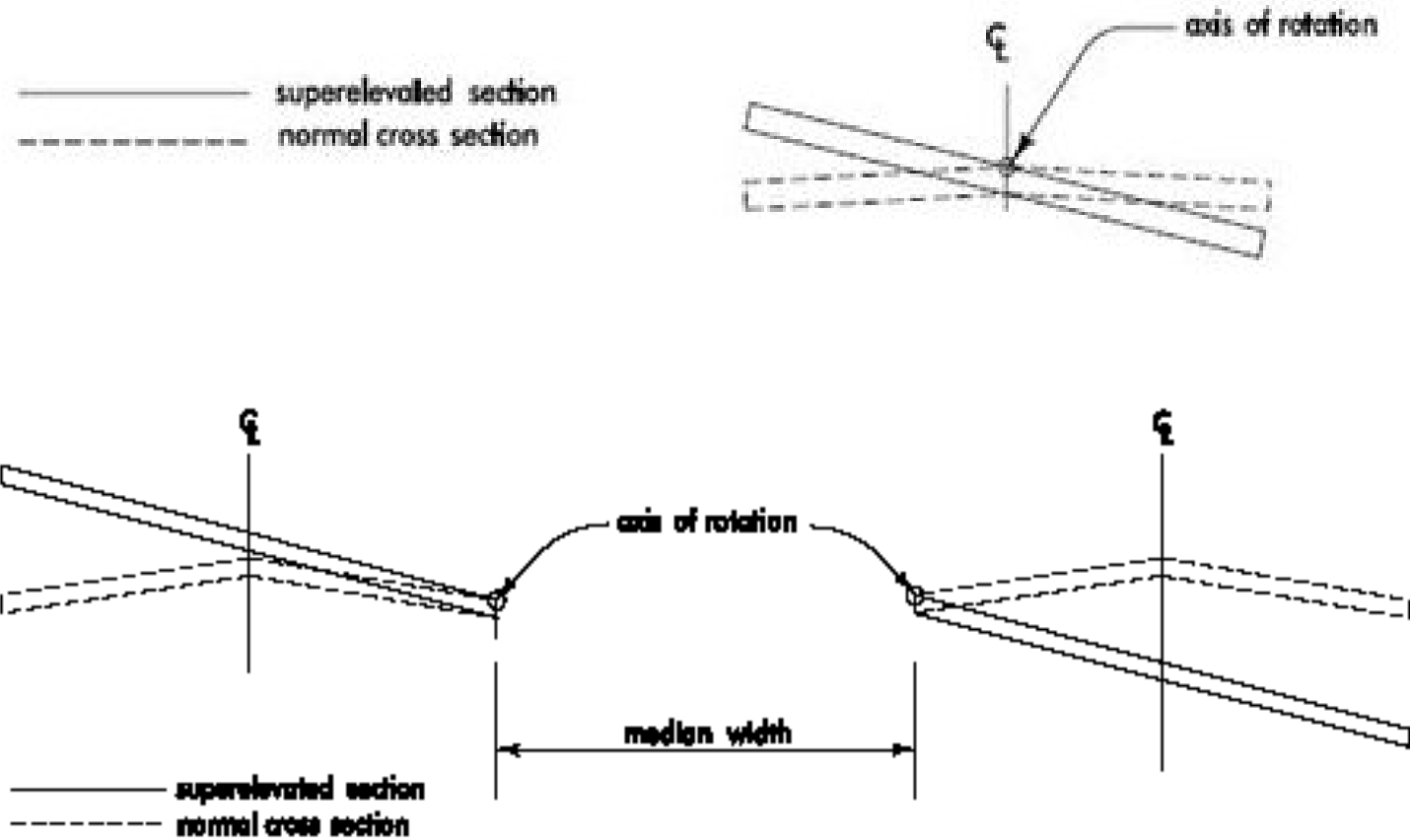


Diagram Superelevasi

Tikungan Jenis SCS

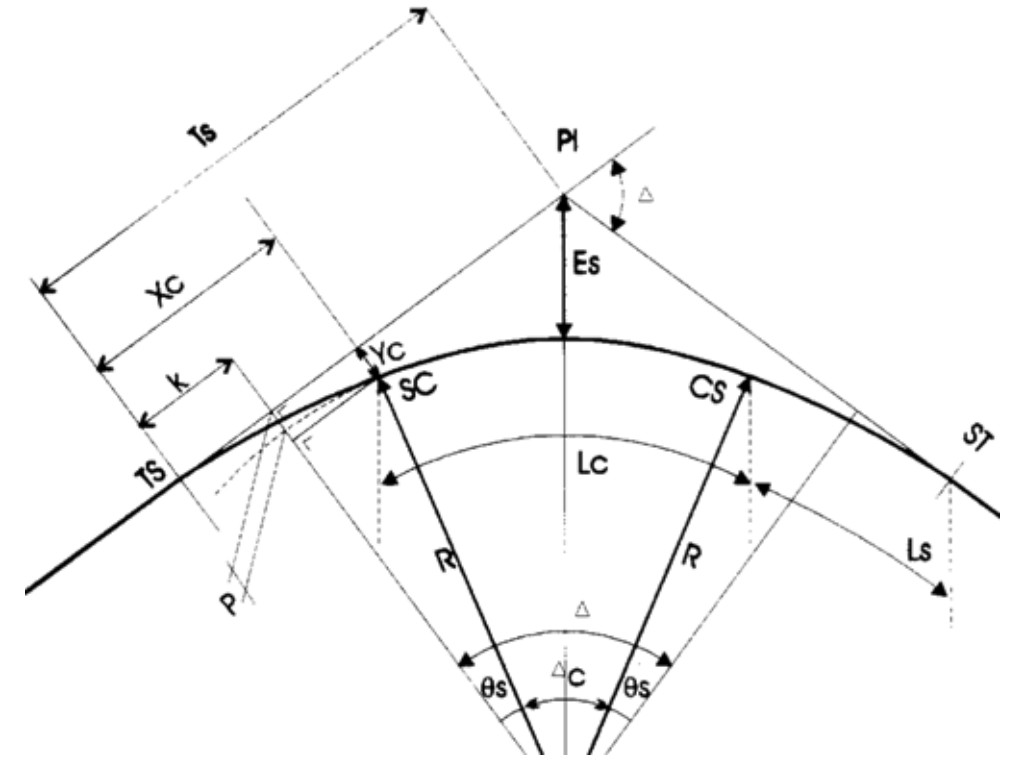
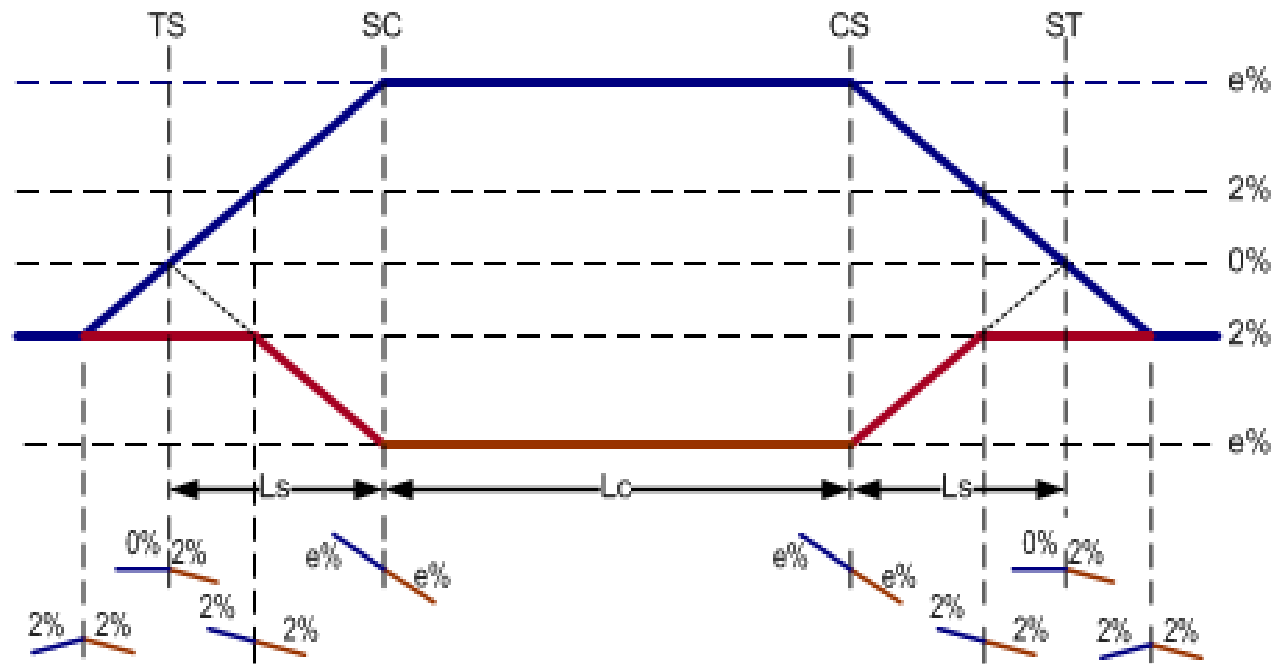


Diagram Superelevasi

Tikungan Jenis SS

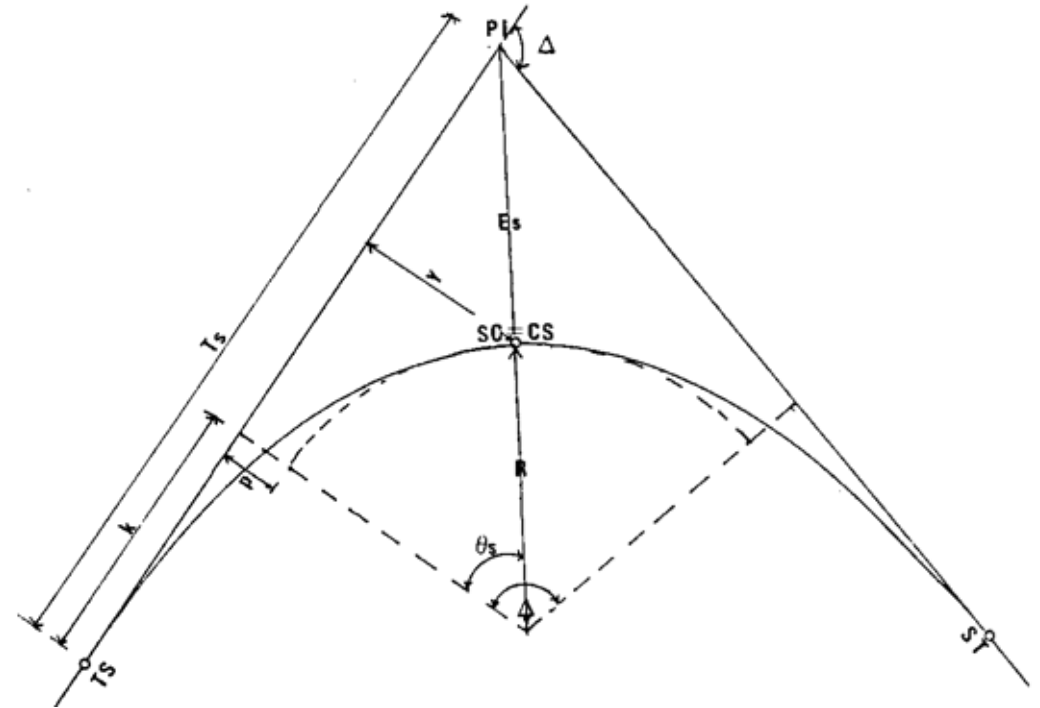
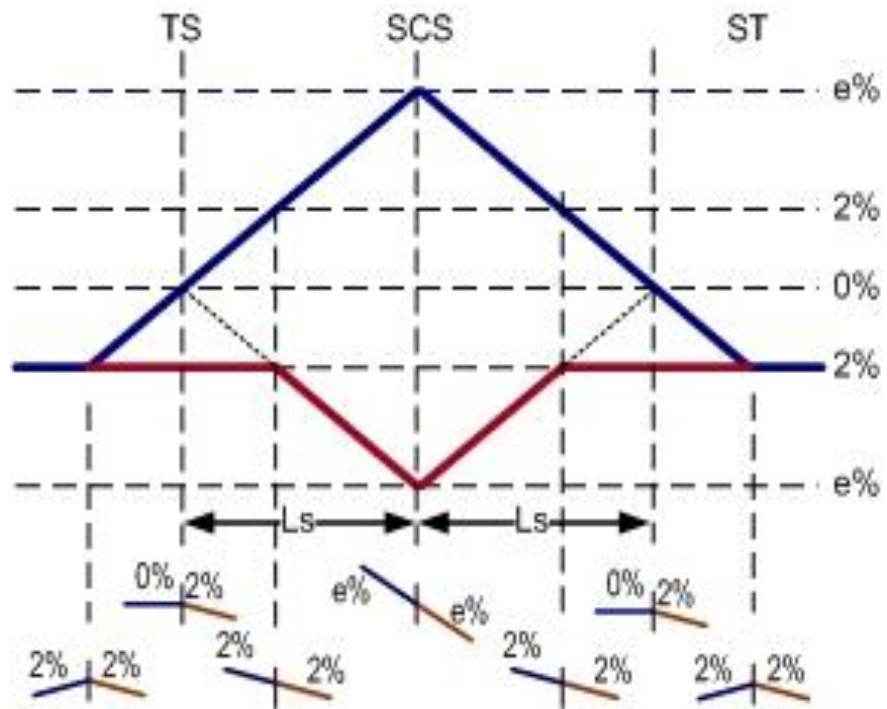
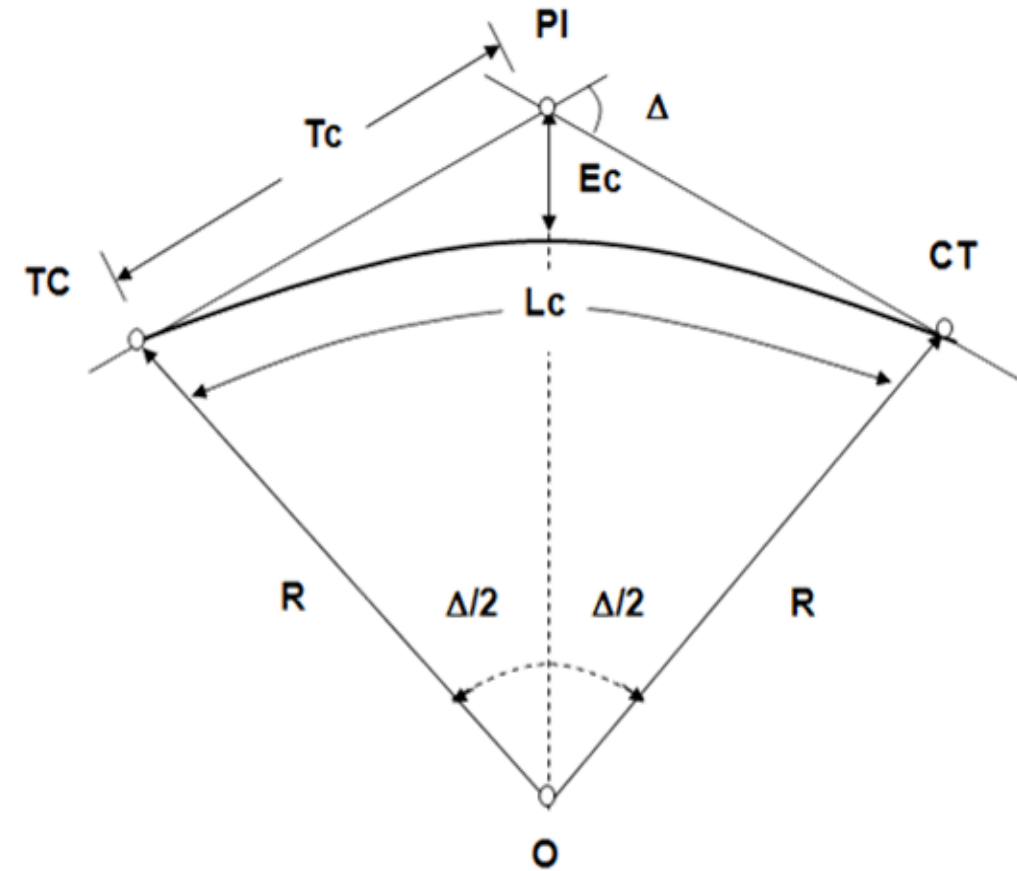
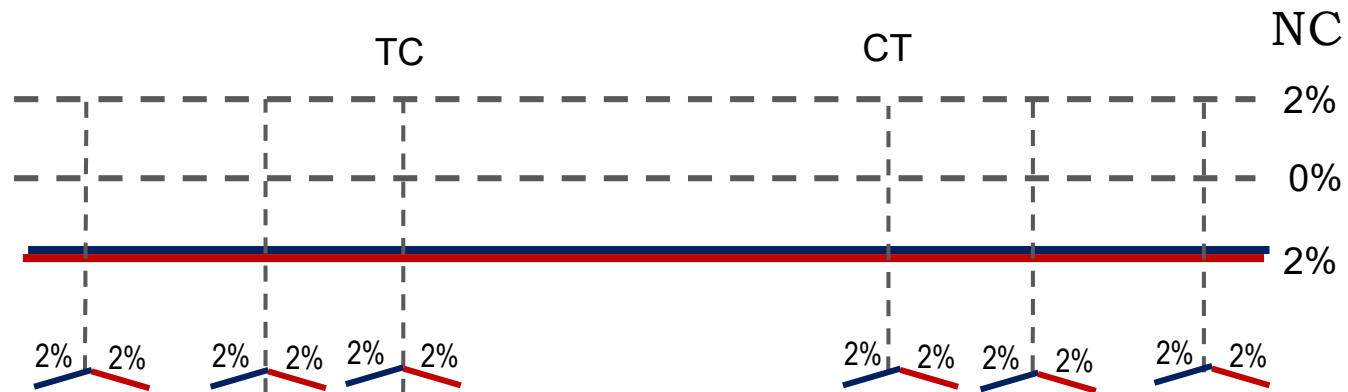


Diagram Superelevasi

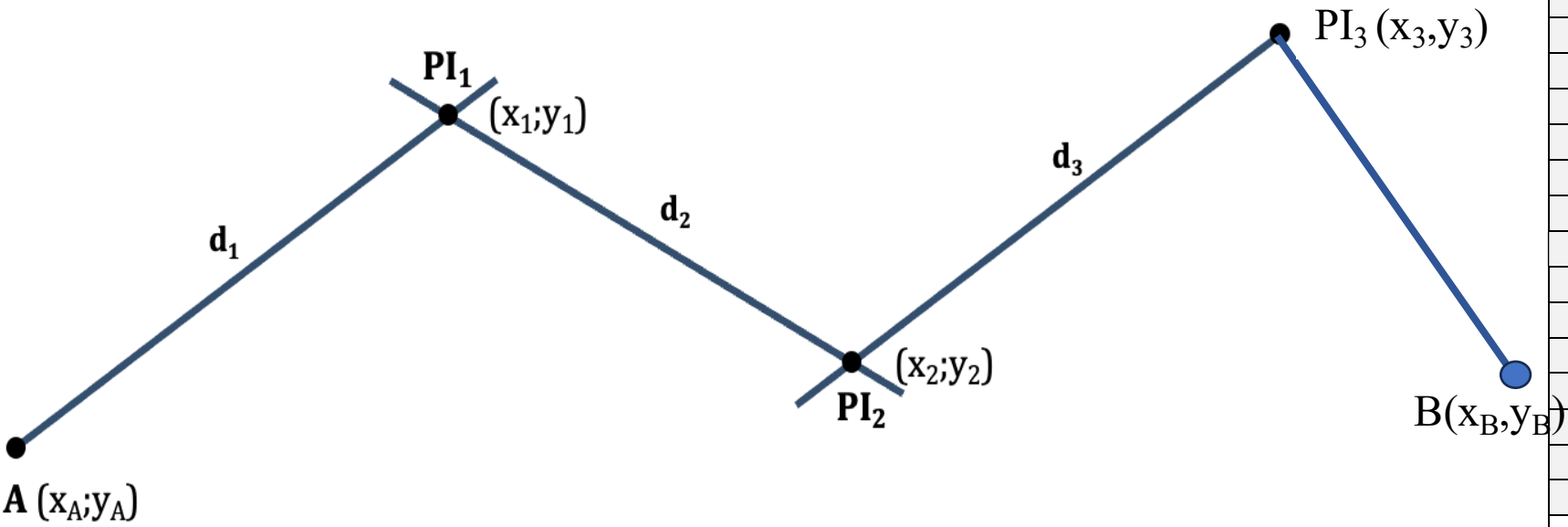
Tikungan Jenis FC



Ilustrasi Perhitungan

Data Perencanaan:

Kecepatan Rencana	: 80 km/jam
Superelevasi Normal	: 2%
Superelevasi Maksimum	: 10%
Tikungan 1	: Full Circle dengan R = 3000 m
Tikungan 2	: Spiral-Circle-Spiral dengan R = 3000 m
Tikungan 3	: Spiral-Spiral dengan R = 250 m



Data Koordinat:

No	X	Y
A	100	100
PI1	350	450
PI2	625	950
PI3	925	1350
B	1250	2050

Tabel 1 Distribusi Superelevasi dan Lengkung Peralihan

$e_{maks} = 10\%$ (AASHTO, 2011)		
Jari-jari (m)	V = 80 km/jam	
	e (%)	Ls* (m)
7000	NC	0
5000	NC	0
3000	NC	0
2500	NC	0
2000	RC	14
1500	2.4	17
1400	2.6	19
1300	2.8	20
1200	3.0	22
1000	3.5	26
900	3.9	28
800	4.3	31
700	4.8	35
600	5.5	40
500	6.4	46
400	7.5	54
300	9.0	65
250	9.7	70
Rmin. ≥ 210	10.0	72

*Ls untuk jalan dua lajur

- Rumus-rumus yang dapat digunakan:

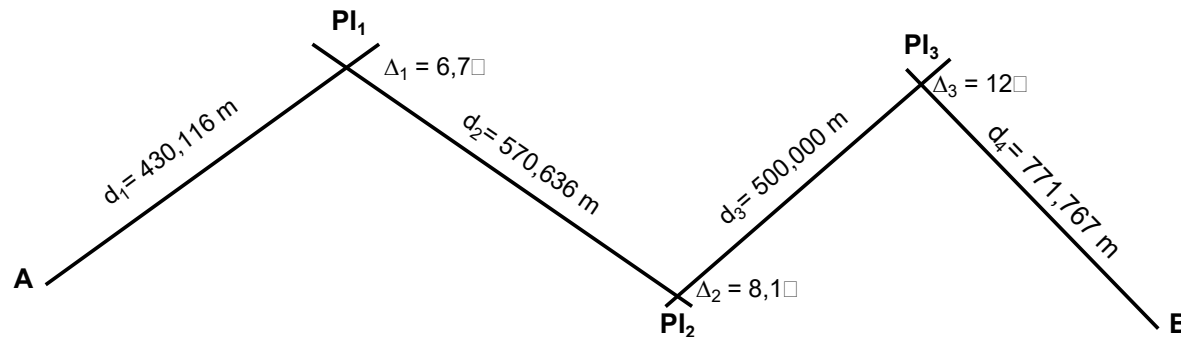
Rumus Perhitungan Azimuth (α): $\alpha_i = \tan^{-1} \frac{x_{i+1} - x_i}{y_{i+1} - y_i}$

Rumus Perhitungan Sudut Tikungan (Δ): $\Delta_i = \alpha_i - \alpha_{i-1}$

Rumus Perhitungan Jarak (d): $d_i = \sqrt{(x_{i+1} - x_i)^2 + (y_{i+1} - y_i)^2}$

- Perhitungan Jarak (d) dan Sudut Tikungan (Δ), secara tabelaris:

No	X	Y	$\Delta x = x_{i+1} - x_i$	$\Delta y = y_{i+1} - y_i$	$\alpha_i (^\circ)$	$\Delta_i (^\circ)$	$d_i (m)$
A	100	100					
PI ₁	350	450	250	350	35.538		430.116
PI ₂	625	950	275	500	28.811	-6.7	570.636
PI ₃	925	1350	300	400	36.870	8.1	500.000
B	1250	2050	325	700	24.905	-12.0	771.767



Perencanaan Tikungan:

- Tikungan 1: Full Circle dengan $R = 3000 m$

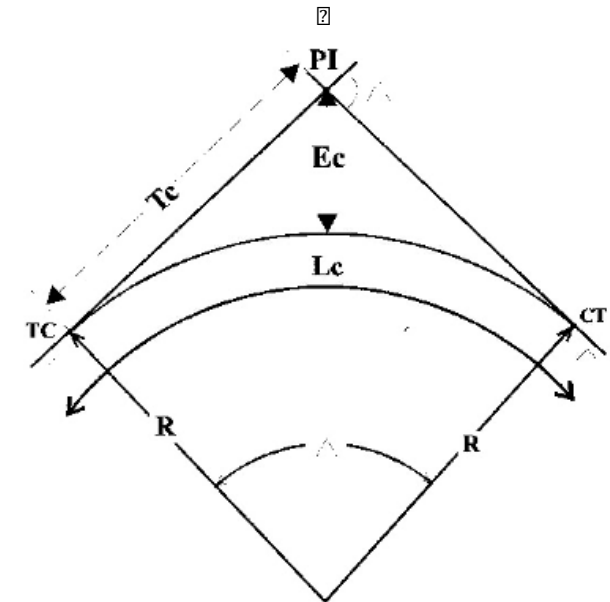
Berdasarkan Tabel 1, nilai Δ dan L_s untuk jari-jari tersebut adalah $\Delta = 6,7^\circ$ dan $L_s = 10 m$.

$$T_c = R \tan \frac{1}{2} \Delta = 3000 \cdot \tan \frac{1}{2} 6,7^\circ = 175,606 m$$

$$L_c = \frac{\Delta}{360^\circ} \cdot 2\pi R = \frac{6,7^\circ}{360^\circ} \cdot 2\pi \cdot 3000 = 350,633 m$$

$$L_s = \frac{L_c}{\Delta} - R = \frac{350,633}{6,7} - 3000 = 5,135 m, \text{ atau}$$

$$L_s = R \tan \frac{1}{2} \Delta = 175,606 \cdot \tan \frac{1}{2} 6,7^\circ = 5,135 m$$



□ Tikungan 2: Spiral-Circle-Spiral dengan $R = 800 \text{ m}$

Berdasarkan Tabel 1, nilai Δ dan L_s adalah $8,3^\circ$ dan $L_s = 31 \text{ m}$.

$$\theta_s = \frac{L_s}{2R} \cdot \frac{360}{2\pi} = \frac{31}{2 \cdot 800} \cdot \frac{360}{2\pi} = 1,110^\circ$$

$$\Delta c = \Delta - 2\theta_s = 8,1^\circ - 2(1,110^\circ) = 5,880^\circ$$

$$L_c = \frac{\Delta c}{360} 2\pi R = \frac{5,880^\circ}{360} 2\pi \cdot 800 = 82,097 \text{ m}$$

$$Y_c = \frac{L_s^2}{6R} = \frac{31^2}{6 \cdot 800} = 0,200 \text{ m}$$

$$X_c = L_s - \frac{L_s^3}{40R^2} = 31 - \frac{31^3}{40 \cdot 800^2} = 30,999 \text{ m}$$

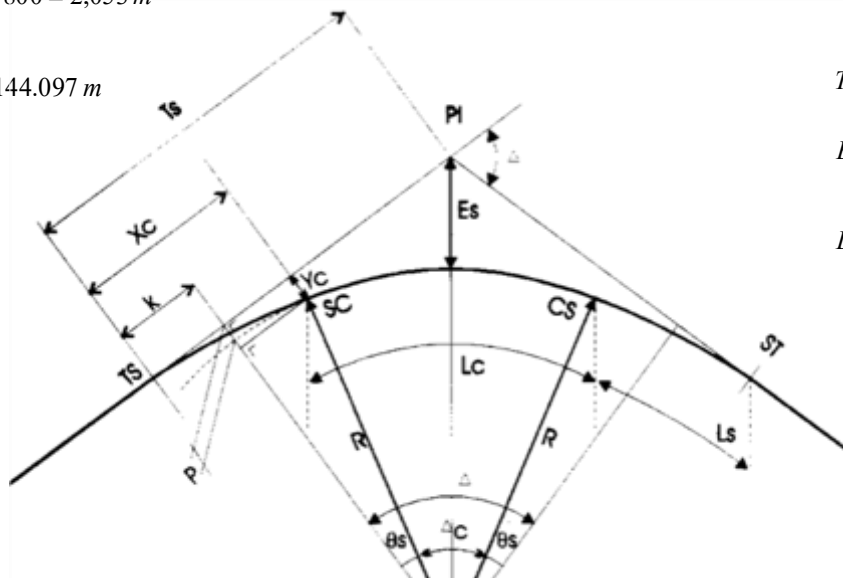
$$k = X_c - R \sin \theta_s = 30,999 - 800 \sin 1,110^\circ = 15,500 \text{ m}$$

$$p = Y_c - R(1 - \cos \theta_s) = 0,200 - 800(1 - \cos 1,110^\circ) = 0,050 \text{ m}$$

$$T_s = (R + p) \tan \frac{\Delta}{2} + k = (800 + 0,050) \tan \frac{8,1^\circ}{2} + 15,500 = 72,146 \text{ m}$$

$$E_s = \frac{(R + p)}{\cos \frac{\Delta}{2}} - R = \frac{(800 + 0,050)}{\cos \frac{8,1^\circ}{2}} - 800 = 2,053 \text{ m}$$

$$L_{total} = L_c + 2L_s = 82,097 + 2(31) = 144,097 \text{ m}$$



□ Tikungan 3: Spiral-Spiral dengan $R = 250 \text{ m}$

Berdasarkan Tabel 1, nilai Δ dan L_s adalah $12,7^\circ$ dan $L_s = 70 \text{ m}$.

Khusus untuk tikungan SS,

$$\theta_s = \frac{1}{2} \Delta \text{ dan } \theta_s = \frac{L_s}{2R}, \text{ sehingga } L_s = \Delta R \text{ (dimana satuan } \Delta \text{ adalah dalam radian).}$$

$$\theta_s = \frac{1}{2} \Delta = 6^\circ$$

$$L_s = \Delta R = \frac{360}{2\pi} = 12 \cdot 250 = \frac{360}{2\pi} = 52,360 \text{ m}$$

$$\Delta c = 0$$

$$L_c = 0$$

$$Y_c = \frac{L_s^2}{6R} = \frac{52,360^2}{6 \cdot 250} = 1,828 \text{ m}$$

$$X_c = L_s - \frac{L_s^3}{40R^2} = 52,360 - \frac{52,360^3}{40 \cdot 250^2} = 52,302 \text{ m}$$

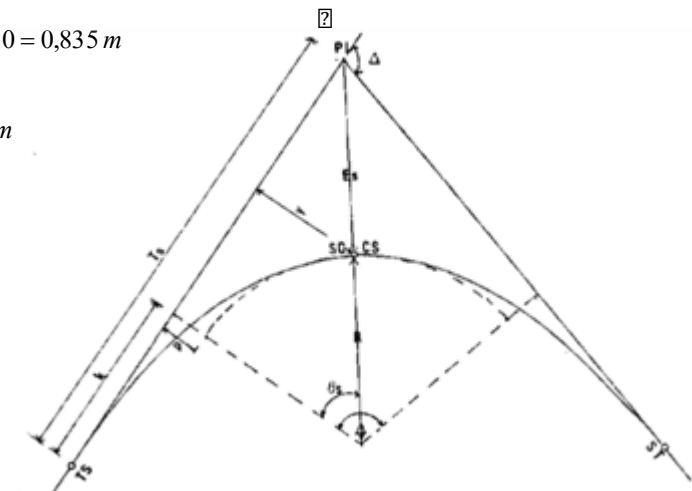
$$k = X_c - R \sin \theta_s = 52,302 - 250 \sin 6^\circ = 26,170 \text{ m}$$

$$p = Y_c - R(1 - \cos \theta_s) = 1,828 - 250(1 - \cos 6^\circ) = 0,458 \text{ m}$$

$$T_s = (R + p) \tan \frac{\Delta}{2} + k = (250 + 0,458) \tan \frac{12^\circ}{2} + 26,170 = 35,385 \text{ m}$$

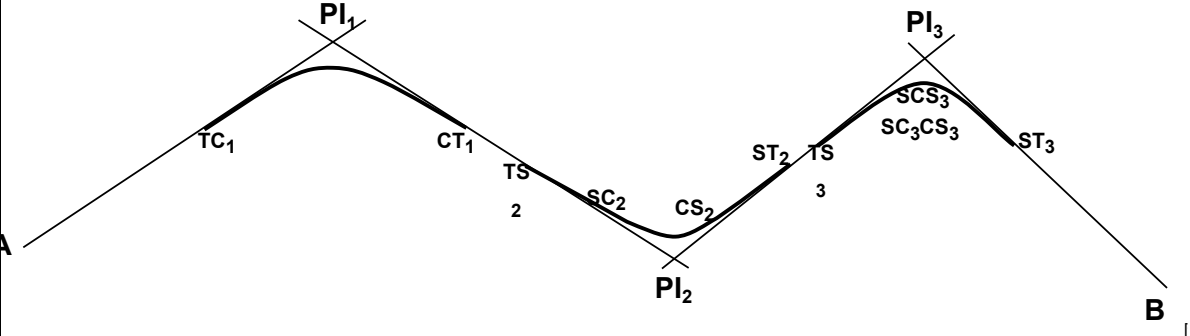
$$E_s = \frac{(R + p)}{\cos \frac{\Delta}{2}} - R = \frac{(250 + 0,458)}{\cos \frac{12^\circ}{2}} - 250 = 0,835 \text{ m}$$

$$L_{total} = L_c + 2L_s = 0 + 2(52,360) = 104,720 \text{ m}$$



Rekapitulasi Data Tikungan

Parameter Tikungan	Tikungan 1	Tikungan 2	Tikungan 3
Jenis	Full Circle	Spiral Circle Spiral	Spiral Spiral
Vrenc.	80 km/jam	80 km/jam	80 km/jam
$\Delta(^{\circ})$	6,7	8,1	12
$e_{normal}(\%)$	2,0	2,0	2,0
$e_{maks}(\%)$	10	10	10
$e_{desain}(\%)$	RC	4,3	9,7
R(m)	3000	800	250
Lperalihan atau Ls(m)	0	31,000	52,360
$\theta s(^{\circ})$	-	1,110	6
$\Delta c(^{\circ})$	-	5,880	0
Lc(m)	350,633	82,097	0
Yc(m)	-	0,200	1,828
Xc(m)	-	30,999	52,302
k(m)	-	15,500	26,170
p(m)	-	0,050	0,458
T(m)	175,606	72,146	35,384
E(m)	5,135	2,053	0,835
Ltot(m)	-	144,097	104,720



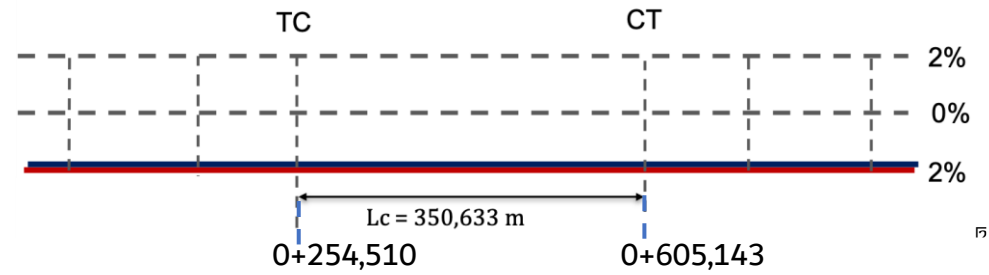
Stationing

Titik	Perhitungan	Stationing
A	0	0+000,000
TC1	$Sta_A + (d1 - Tc1) = 0 + (430,116 - 175,606) = 254,510m$	0+254,510
CT1	$Sta_{TC1} + Lc = 254,510 + 350,633 = 605,143m$	0+605,143
TS2	$Sta_{CT1} + (d2 - Tc1 - Ts2) = 605,143 + (570.636 - 175,606 - 72,146) = 928,027m$	0+928,027
SC2	$Sta_{TS2} + Ls = 928,027 + 31,000 = 959,027m$	0+959,027
CS2	$Sta_{SC2} + Lc = 959,027 + 82,097 = 1.041,124m$	1+041,124
ST2	$Sta_{CS2} + Ls = 1.041,124 + 31,000 = 1.072,124m$	1+072,124
TS3	$Sta_{ST2} + (d3 - Ts2 - Ts3) = 1.072,124 + (500,000 - 72.146 - 35,384) = 1.608,885m$	1+608,885
SCS3	$Sta_{TS3} + Ls = 1.608,885 + 52,360 = 1.661,245m$	1+661,245
ST3	$Sta_{SCS3} + Ls = 1.608,885 + 52,360 = 1.713,605m$	1+713,605
B	$Sta_{ST3} + (d4 - Ts3) = 1.713,605 + (771,767 - 35,384) = 2.449,988m$	2+449,988

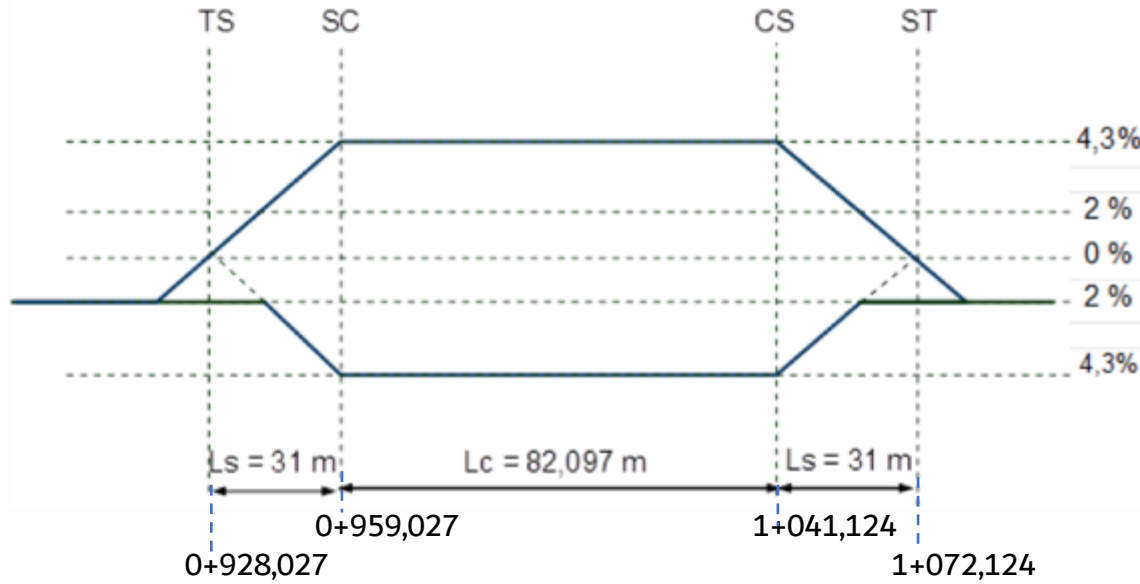
Diagram Superelevasi

2

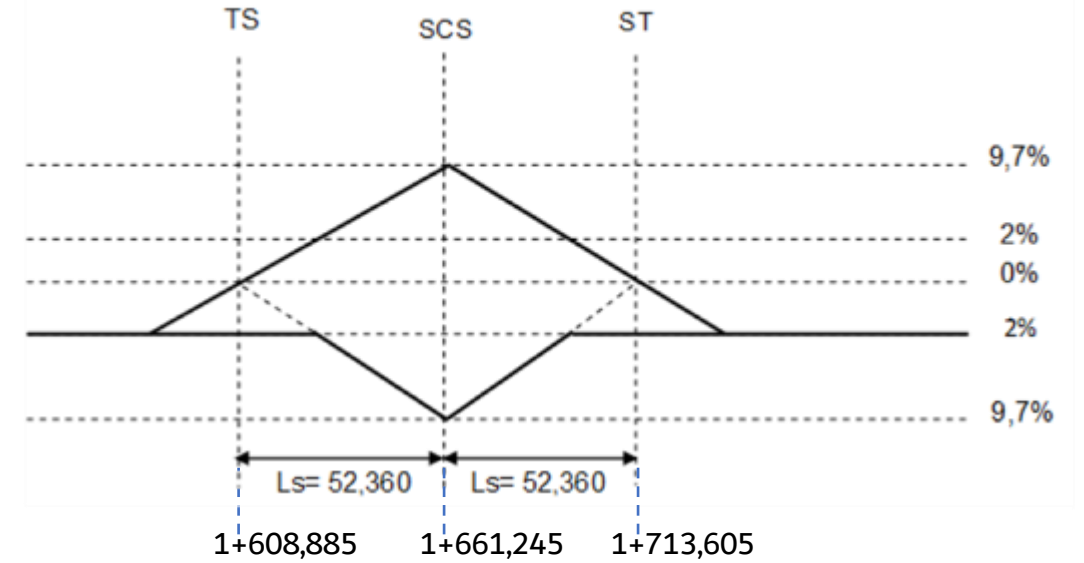
Tikungan 1: TC



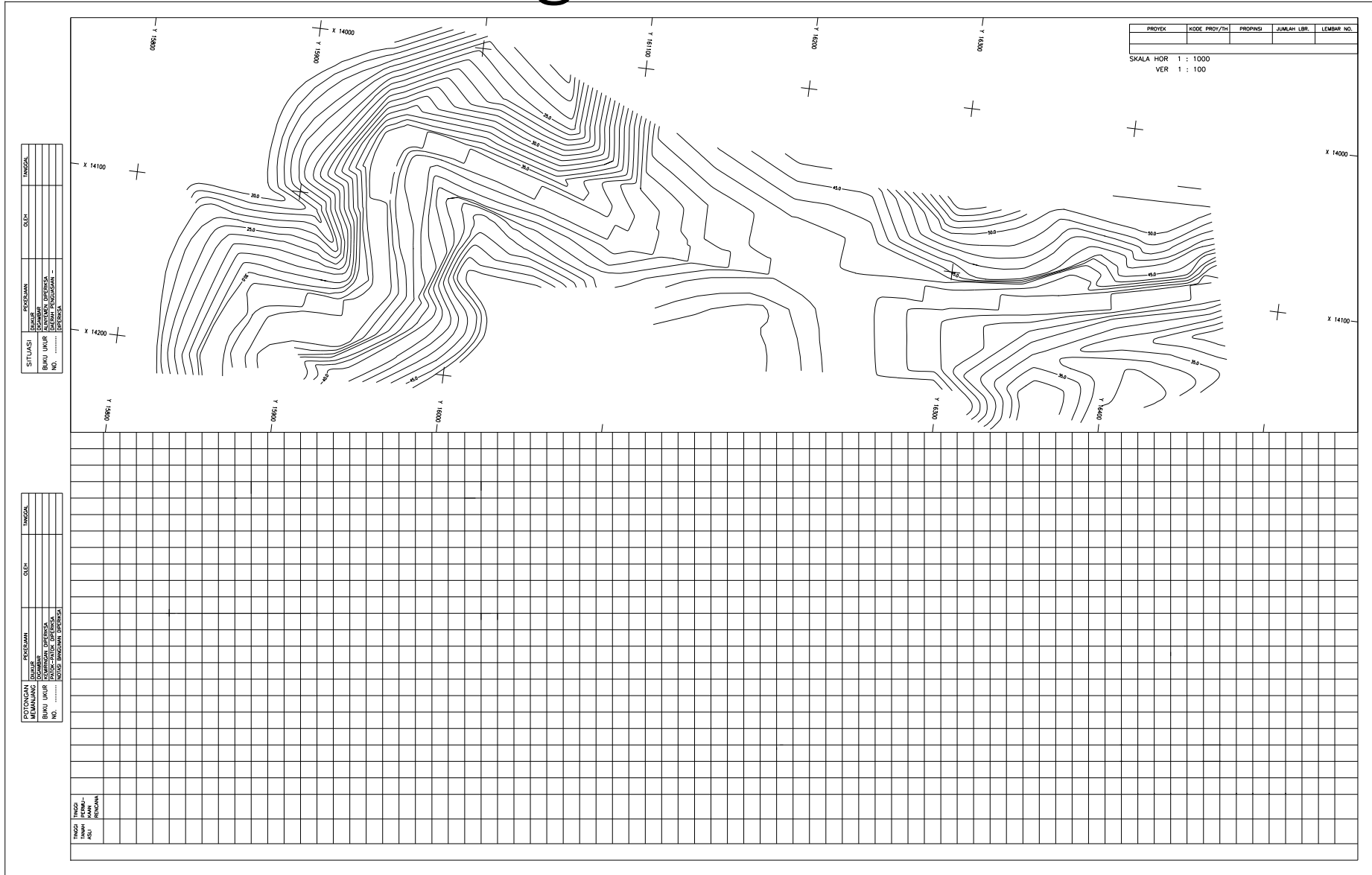
Tikungan 2: SCS



Tikungan 3: SS



Peta untuk Perancangan



Hasil Perancangan

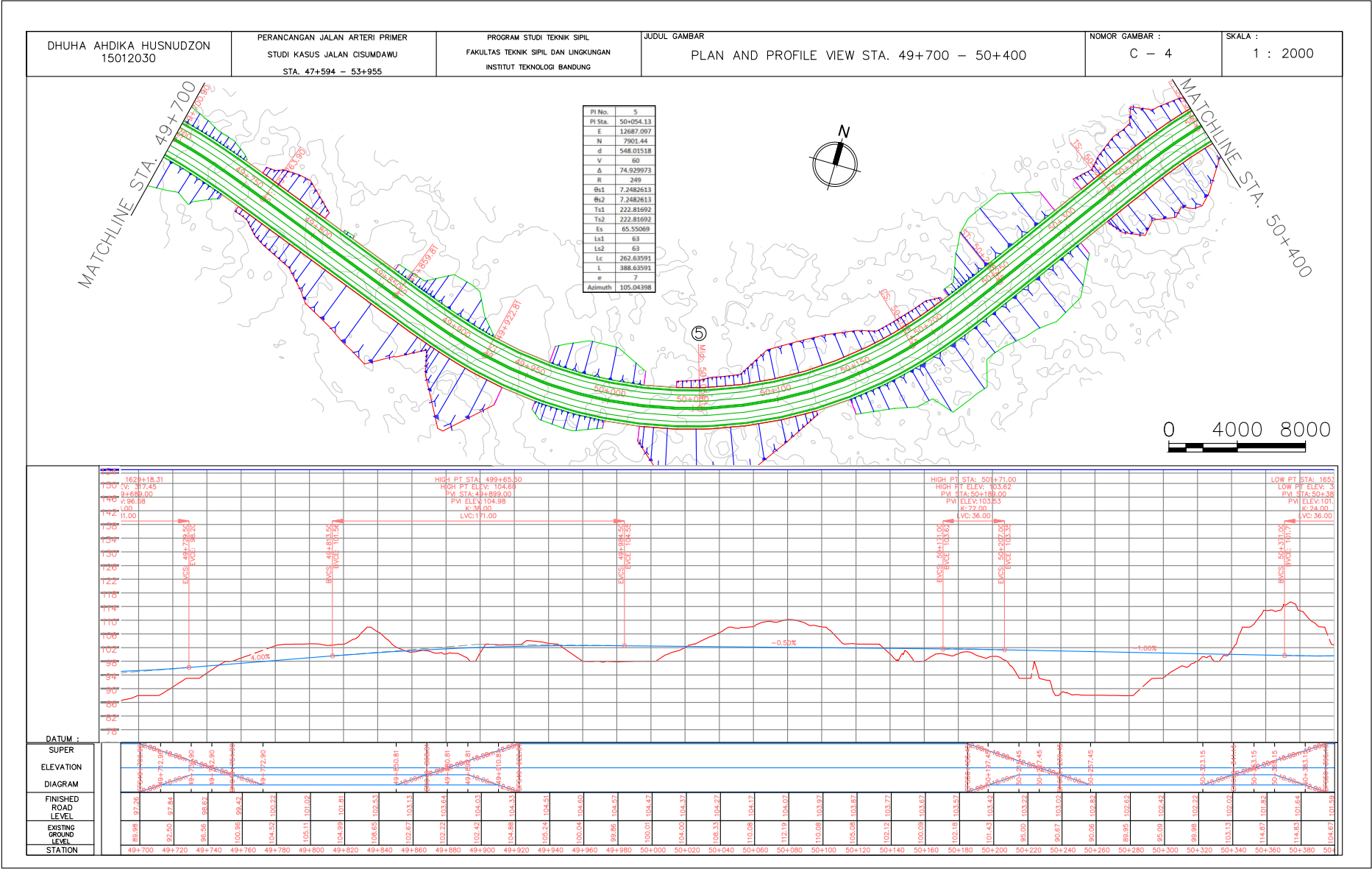
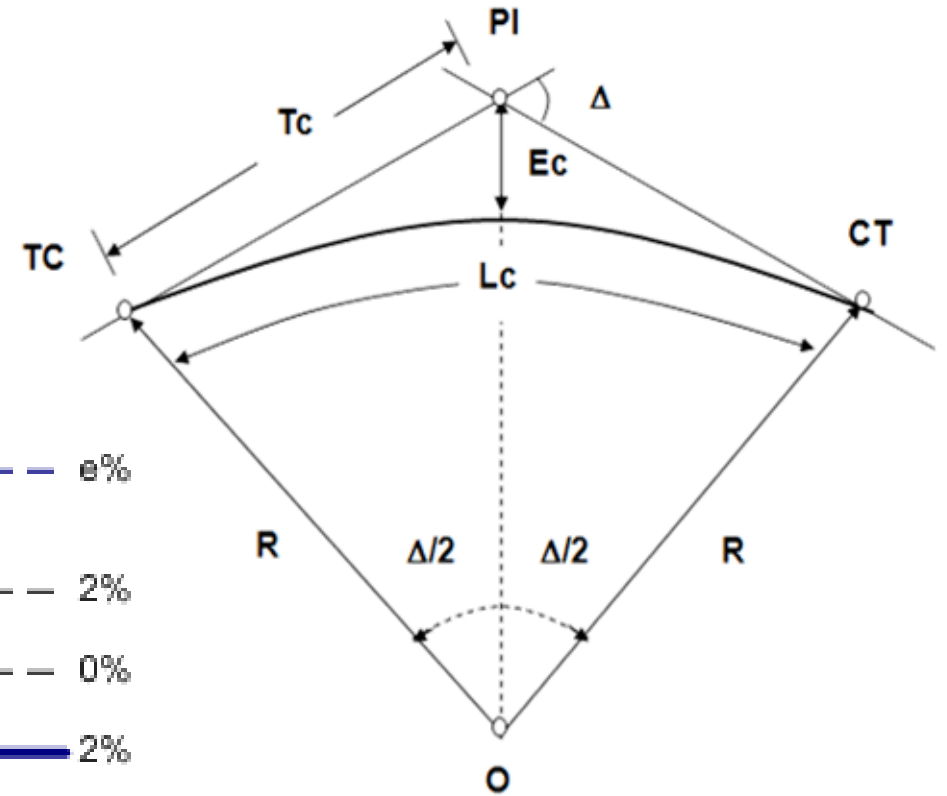
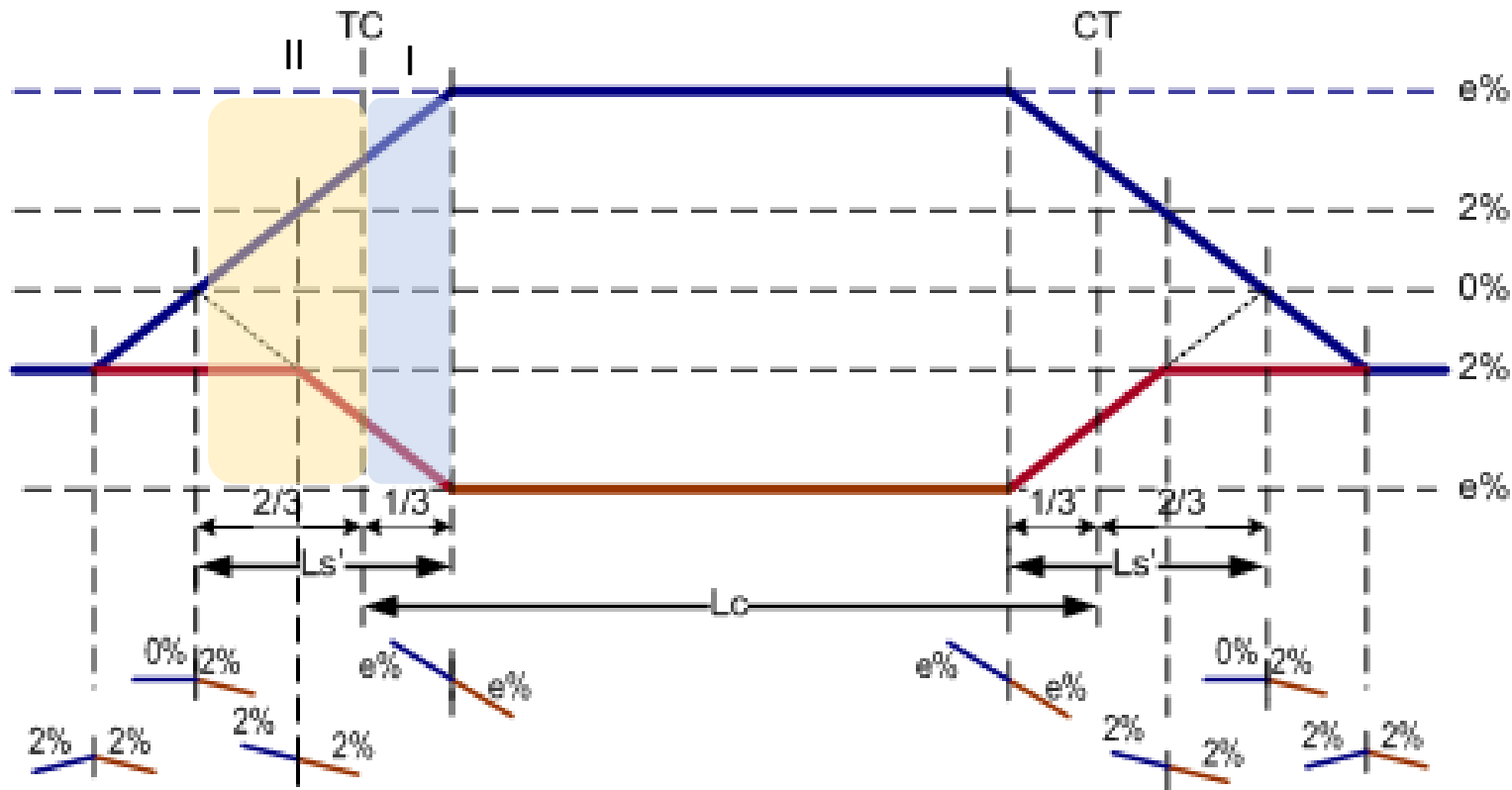


Diagram Superelevasi

- Tikungan FC dengan R kecil
- Lengkung Peralihan 'Fiktif'
- *Tidak dianjurkan digunakan...*



Tugas