

## BAB II LANDASAN TEORI

### 2.1 Klasifikasi Jalan

Klasifikasi sebagai fungsi jalan dibagi menjadi :

1. Jalan Arteri

Jalan Arteri adalah Jalan yang melayani angkutan utama dengan ciri-ciri perjalanan jarak jauh, kecepatan rata-rata tinggi, dan jumlah jalan masuk dibatasi secara efisien.

2. Jalan Kolektor

Jalan Kolektor adalah Jalan yang melayani angkutan pengumpul/pembagi dengan ciri-ciri perjalanan jarak sedang, kecepatan rata-rata tinggi, dan jumlah jalan masuk dibatasi secara efisien.

3. Jalan Lokal

Jalan Lokal adalah Jalan yang melayani angkutan setempat dengan ciri-ciri perjalanan jarak dekat, kecepatan rata-rata rendah, dan jumlah jalan masuk yang tidak dibatasi.

Klasifikasi jalan di Indonesia menurut Bina Marga dalam Tata Cara Perencanaan Geometrik Jalan Antar Kota (TPGJAK) No 038/T/BM/1997, disusun pada tabel berikut :

Tabel 2.1 Ketentuan klasifikasi : Fungsi, Kelas Beban, Medan

Fungsi	Kelas	Muatan Sumbu Terberat MST (ton)
Arteri	I	>10
	II	10
	IIIA	8
Kolektor	IIIA	8
	IIIB	
Lokal	IIIC	Tidak Ditentukan
Jenis Medan	Notasi	Kemiringan Medan (%)
Datar	D	< 3
Perbukitan	B	3 – 25
Pegunungan	G	< 25

Sumber : TPGJAK No 038/T/BM/1997

Klasifikasi menurut wewenang pembinaan jalan (Administratif) sesuai PP.

No. 26 / 1985 : Jalan Nasional, Jalan Propinsi

Jalan Kabupaten/Kotamadya

Jalan Desa dan Jalan Khusus

Keterangan : Datar (D), Perbukitan (B) dan Pegunungan (G)

## 2.2 Kecepatan Rencana

Kecepatan rencana ( $V_r$ ) pada ruas jalan adalah kecepatan yang dipilih sebagai dasar perencanaan geometrik jalan yang memungkinkan kendaraan – kendaraan bergerak dengan aman dan nyaman dalam kondisi cuaca yang cerah, lalu lintas yang lenggang, dan tanpa pengaruh samping jalan yang berarti.

Tabel 2.2 Kecepatan Rencana ( $V_r$ ) sesuai klasifikasi fungsi dan klasifikasi medan.

Fungsi	Kecepatan Rencana, $V_r$ , km/jam		
	Datar	Bukit	Pegunungan
Arteri	70-120	60-80	40-70
Kolektor	60-90	50-60	30-50
Lokal	40-70	30-50	20-30

Sumber : TPGJAK No 038/T/BM/1997

Tabel 2.3 Penentuan lebar jalur dan bahu

VLHR (smp hari)	ARTERI				KOLEKTOR				LOKAL			
	Ideal		Minimum		Ideal		Minimum		Ideal		Minimum	
	lebar jalur (m)	Lebar jalur (m)	Lebar jalur (m)	Lebar jalur (m)	Lebar jalur (m)	Lebar jalur (m)	Lebar jalur (m)	Lebar jalur (m)	Lebar jalur (m)	Lebar jalur (m)	Lebar jalur (m)	Lebar jalur (m)
<3000	6	1,5	4,5	1	6	1,5	4,5	1	6	1	4,5	1
3000- 10000	7	2	6	1,5	7	1,5	6	1,5	7	1,5	6	1
10000- 25000	7	2	7	2	7	2	**)	**)	-	-	-	-
>25000	2n x 3,5*)	2,5	2 x 7*	2	2n x 3,5*)	2	**)	**)	-	-	-	-

Sumber : TPGJAK No 038/T/BM/1997

Keterangan:

\*\* ) = Mengacu pada persyaratan ideal

\*) = 2 jalur terbagi, masing – masing  $n \times 3,5$  m, di mana  $n$  = Jumlah lajur per jalur

- = Tidak ditentukan

### 2.3 Perencanaan Geometrik

Pada perencanaan alinemen horisontal, umumnya akan ditemui dua bagian jalan, yaitu : bagian lurus dan bagian lengkung atau umum disebut tikungan yang terdiri dari 3 jenis tikungan yang digunakan, yaitu :

- ✓ Lingkaran ( Full Circle = F-C )
- ✓ Spiral-Lingkaran-Spiral ( Spiral- Circle- Spiral = S-C-S )
- ✓ Spiral-Spiral ( S-S )

a) Jari – Jari Tikungan Minimum

Agar kendaraan stabil saat melalui tikungan, perlu dibuat suatu kemiringan melintang jalan pada tikungan yang disebut superelevasi (e). Pada saat kendaraan melalui daerah superelevasi, akan terjadi gesekan arah melintang jalan antara ban kendaraan dengan permukaan aspal yang menimbulkan gaya gesekan melintang. Perbandingan gaya gesekan melintang dengan gaya normal disebut koefisien gesekan melintang (f).

Rumus penghitungan lengkung horizontal dari buku TPGJAK :

$$R_{min} = \frac{Vr^2}{127x(e + f)} \dots\dots\dots (2.1)$$

$$Dd = \frac{1432,4}{Rd} \dots\dots\dots (2.2)$$

Keterangan : Rd : Jari-jari lengkung ( m )

Dd : Derajat lengkung ( ° )

Untuk menghindari terjadinya kecelakaan, maka untuk kecepatan tertentu dapat dihitung jari-jari minimum untuk superelevasi maksimum dan koefisien gesekan maksimum.

$$f_{maks} = 0,192 - (0,00065 x Vr) \dots\dots\dots (2.3)$$

$$R_{min} = \frac{Vr^2}{127(e_{maks} + f_{maks})} \dots\dots\dots (2.4)$$

$$D_{maks} = \frac{181913,53(e_{maks} + f_{maks})}{Vr^2} \dots\dots\dots (2.5)$$

Keterangan : Rmin : Jari-jari tikungan minimum, (m)

- $V_r$  : Kecepatan kendaraan rencana, (km/jam)
- $e_{maks}$  : Superelevasi maksimum, (%)
- $f_{maks}$  : Koefisien gesekan melintang maksimum
- $D_d$  : Derajat lengkung ( $^{\circ}$ )
- $D_{maks}$  : Derajat maksimum

Untuk perhitungan, digunakan  $e_{maks} = 10\%$  sesuai table

Tabel 2.4 Panjang jari-jari minimum (dibulatkan) untuk  $e_{maks} = 10\%$

$V_R$ (km/jam)	120	100	80	60	50	40	30	20
Jari – Jari Minimum $R_{min}$ (m)	600	370	210	110	80	50	30	15

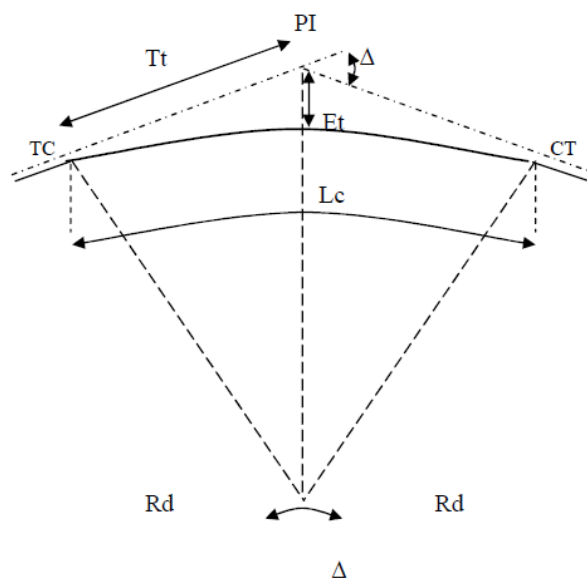
Sumber : TPGJAK No 038/T/BM/1997

Untuk kecepatan rencana  $< 80$  km/jam berlaku  $f_{maks} = - 0,00065 V + 0,192$

80 – 112 km/jam berlaku  $f_{maks} = - 0,00125 V + 0,24$

### 2.3.1 Alinemen Horizontal

1. Bentuk busur lingkaran Full Circle (F-C)



Gambar 2.1 Lengkung Full Circle

Keterangan :

$\Delta$  = Sudut Tikung

O = Titik Pusat Tikung

TC = Tangen to Circle

CT = Circle to Tangen

Rd = Jari – jari busur lingkaran

Tt = Panjang Tangen (jarakdari TC ke PI atau PI ke TC)

Lc = Panjang Busur Lingkaran

Ec = Jarak Luar dari PI ke busur lingkaran

Tabel 2.5 Jari-jari tikungan yang tidak memerlukan lengkung peralihan

Vr (km/jam)	120	100	80	60	50	40	30	20
R <sub>min</sub>	2500	1500	900	500	350	250	130	60

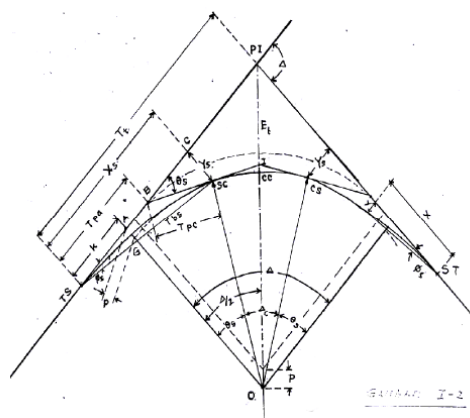
Sumber : TPGJAK No 038/T/BM/1997

$$T_c = R_c \tan \frac{1}{2}\Delta \dots\dots\dots (2.6)$$

$$E_c = T_c \tan \frac{1}{4}\Delta \dots\dots\dots (2.7)$$

$$L_c = 0,01745. \Delta .R \dots\dots\dots (2.8)$$

2. Tikungan *Spiral-Circle-Spiral* (S-C-S)



Gambar 2.2 Lengkung *Spiral-Circle-Spiral*

$X_s$  = Absis titik SC pada garis tangen, jarak dari titik ST ke SC

$Y_s$  = Jarak tegak lurus ketitik SC pada lengkung

$L_s$  = Panjang dari titik TS ke SC atau CS ke ST

$L_c$  = Panjang busur lingkaran (panjang dari titik SC ke CS)

$T_s$  = Panjang tangen dari titik PI ke titik TS atau ke titik ST

TS = Titik dari tangen ke spiral

SC = Titik dari spiral ke lingkaran

$E_s$  = Jarak dari PI ke busur lingkaran

$\theta_s$  = Sudut lengkung spiral

$R_d$  = Jari-jari lingkaran

$p$  = Pergeseran tangen terhadap spiral

$k$  = Absis dari  $p$  pada garis tangen spiral

$$\theta_s = \frac{L_s \times 360}{2 \times R_d \times 2\pi} \dots\dots\dots (2.9)$$

$$\Delta c = \Delta PI - (2 \times \theta_s) \dots\dots\dots (2.10)$$

$$X_s = L_s \times \left(1 - \frac{L_s^2}{40 \times R_d^2}\right) \dots\dots\dots (2.11)$$

$$Y_s = \frac{L_s^2}{6 \times R_d} \dots\dots\dots (2.12)$$

$$P = Y_s - R_d \times (1 - \cos \theta_s) \dots\dots\dots (2.13)$$

$$K = X_s - R_d \times \sin \theta_s \dots\dots\dots (2.14)$$

$$E_t = \frac{R_d + p}{\cos(\frac{1}{2}\Delta)} - R_r \dots\dots\dots (2.15)$$

$$T_t = (R_d + p) \times \tan \frac{1}{2}\Delta + K \dots\dots\dots (2.16)$$

$$L_c = \frac{\Delta c \times 2 \times \pi \times R_d}{360} \dots\dots\dots (2.17)$$

$$L_{tot} = L_c + (2 \times L_s) \dots\dots\dots (2.18)$$

Jika  $P$  yang dihitung dengan rumus di bawah, maka ketentuan tikungan yang digunakan bentuk S-C-S.

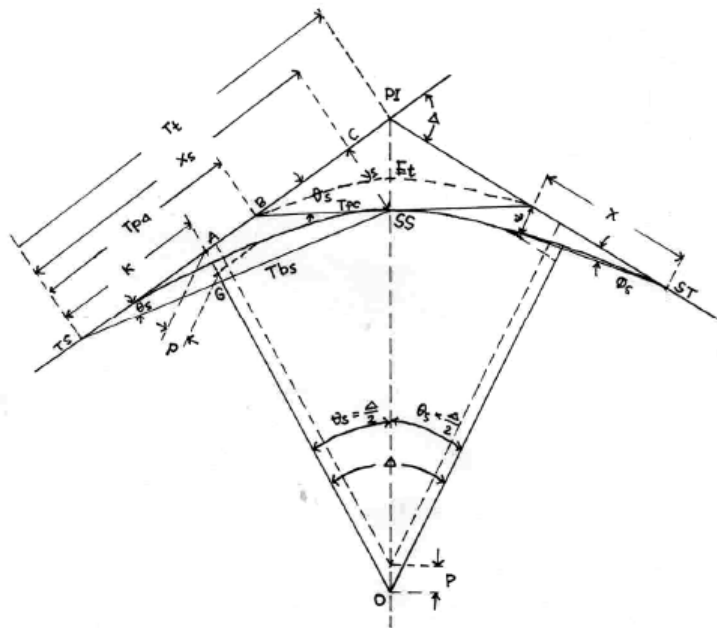
$$P = \frac{Ls^2}{24Rd} < 0,25 \text{ m} \dots\dots\dots (2.19)$$

Untuk  $Ls = 1,0 \text{ m}$  maka  $p = p'$  dan  $k = k'$

Untuk  $Ls = Ls$  maka  $P = p' \times Ls$  dan  $k = k' \times Ls$

3. Tikungan Spiral – Spiral (S – S)

Tikungan yang disertai lengkung peralihan.



Gambar 2.3 Lengkung Spiral-Spiral

Untuk bentuk spiral-spiral berlaku rumus sebagai berikut:

$$Lc = 0 \text{ dan } \theta_s = \frac{1}{2}\Delta \dots\dots\dots (2.20)$$

$$L_{tot} = 2 \times Ls \dots\dots\dots (2.21)$$

Untuk menentukan  $\theta_s$  rumus sama dengan lengkung peralihan.

$$Lc = \frac{\Delta c \times \pi \times R}{90} \dots\dots\dots (2.22)$$

$P$ ,  $K$ ,  $Ts$ , dan  $Es$  rumus sama dengan lengkung peralihan.



Tabel 2.6 Panjang lengkung peralihan minimum dan superelevasi  
(e maksimum = 10% metode Bina Marga)

D (O)	R (m)	V = 50 km/jam		V = 60 km/jam		V = 70 km/jam		V = 80 km/jam		V = 90 km/jam	
		e	Ls	e	Ls	e	Ls	e	Ls	e	Ls
0,250	5730	LN	0	LN	0	LN	0	LN	0	LN	0
0,500	2865	LN	0	LN	0	LP	60	LP	70	LP	75
0,750	1910	LN	0	LP	50	LP	60	0,020	70	0,025	75
1,000	1432	LP	45	LP	50	0,021	60	0,027	70	0,033	75
1,250	1146	LP	45	LP	50	0,025	60	0,033	70	0,040	75
1,500	955	LP	45	0,023	50	0,030	60	0,038	70	0,047	75
1,750	819	LP	45	0,026	50	0,035	60	0,044	70	0,054	75
2,000	716	LP	45	0,029	50	0,039	60	0,049	70	0,060	75
2,500	573	0,026	45	0,036	50	0,047	60	0,059	70	0,072	75
3,000	477	0,030	45	0,042	50	0,055	60	0,068	70	0,081	75
3,500	409	0,035	45	0,048	50	0,062	60	0,076	70	0,089	75
4,000	358	0,039	45	0,054	50	0,068	60	0,082	70	0,095	75
4,500	318	0,043	45	0,059	50	0,074	60	0,088	70	0,099	75
5,000	286	0,048	45	0,064	50	0,079	60	0,093	70	0,100	75
6,000	239	0,055	45	0,073	50	0,088	60	0,098	70	Dmaks = 5,12	
7,000	205	0,062	45	0,080	50	0,094	60	Dmaks = 6,82			
8,000	179	0,068	45	0,086	50	0,098	60				
9,000	159	0,074	45	0,091	50	0,099	60				
10,000	143	0,079	45	0,095	60	D maks = 9,12					
11,000	130	0,083	45	0,098	60						
12,000	119	0,087	45	0,100	60						
13,000	110	0,091	50	D maks =12,79							
14,000	102	0,093	50								
15,000	95	0,096	50								
16,000	90	0,097	50								
17,000	84	0,099	60								
18,000	80	0,099	60								
19,000	75	D maks = 18,85									

**2.3.1.1 Panjang Bagian Lurus**

Dengan mempertimbangkan faktor keselamatan pemakai jalan, ditinjau dari segi kelelahan pengemudi, maka panjang maksimum bagian jalan yang lurus harus ditempuhdalam waktu  $\leq 2,5$  menit (Sesuai Vr).

Tabel 2.7 Panjang Bagian Lurus Maksimum

Fungsi	Panjang bagian lurus maksimum (m)		
	Datar	Bukit	Gunung
Arteri	3000	2500	2000
Kolektor	2000	1750	1500

Sumber : TPGJAK No 038/T/BM/1997

**2.3.1.2 Landai Relatif**

Landai relatif (L/M) adalah besarnya kelandaian akibat perbedaan elevasi tepi perkerasan sebelah luar sepanjang lengkung peralihan. Perbedaan elevasi didasarkan pada tinjauan perubahan bentuk penampang melintang jalan, belum merupakan gabungan dari perbedaan elevasi akibat kelandaian vertikal jalan.

Menurut Bina Marga, landai relatif :

$$1/m = h/L_s$$

$$1/m = \frac{(e + e_n)B}{L_s} \dots\dots\dots (2-23)$$

Dengan:

- 1/m = landai relatif
- L<sub>s</sub> = panjang lengkung peralihan
- B = lebar jalur 1 arah, m
- E = superelevasi, m/m'
- e<sub>n</sub> = kemiringan melintang normal m/m'

Besarnya landai relatif maksimum dipengaruhi oleh kecepatan dan tingkah laku pengemudi.

Tabel 2.8 Nilai Kelandaian Relatif maksimum

Kecepatan Rencana km/jam	Kelandaian Relatif Maksimum
	Bina Marga (luar kota)
20	1/50
30	1/75
40	1/100
50	1/115
60	1/125
80	1/150
100	

Sumber : Dasar – dasar Perencanaan Geometrik Jalan, oleh Silvia Sukirman, 1994

Dari batasan landai relatif maksimum dapat ditentukan panjang lengkung peralihan minimum yang dibutuhkan :

$$\text{Landai Relatif : } 1/m = h/L_s$$

M.m maksimum

$$\frac{(e + e_n)B}{L_s} \leq \frac{1}{m_{maks}}$$

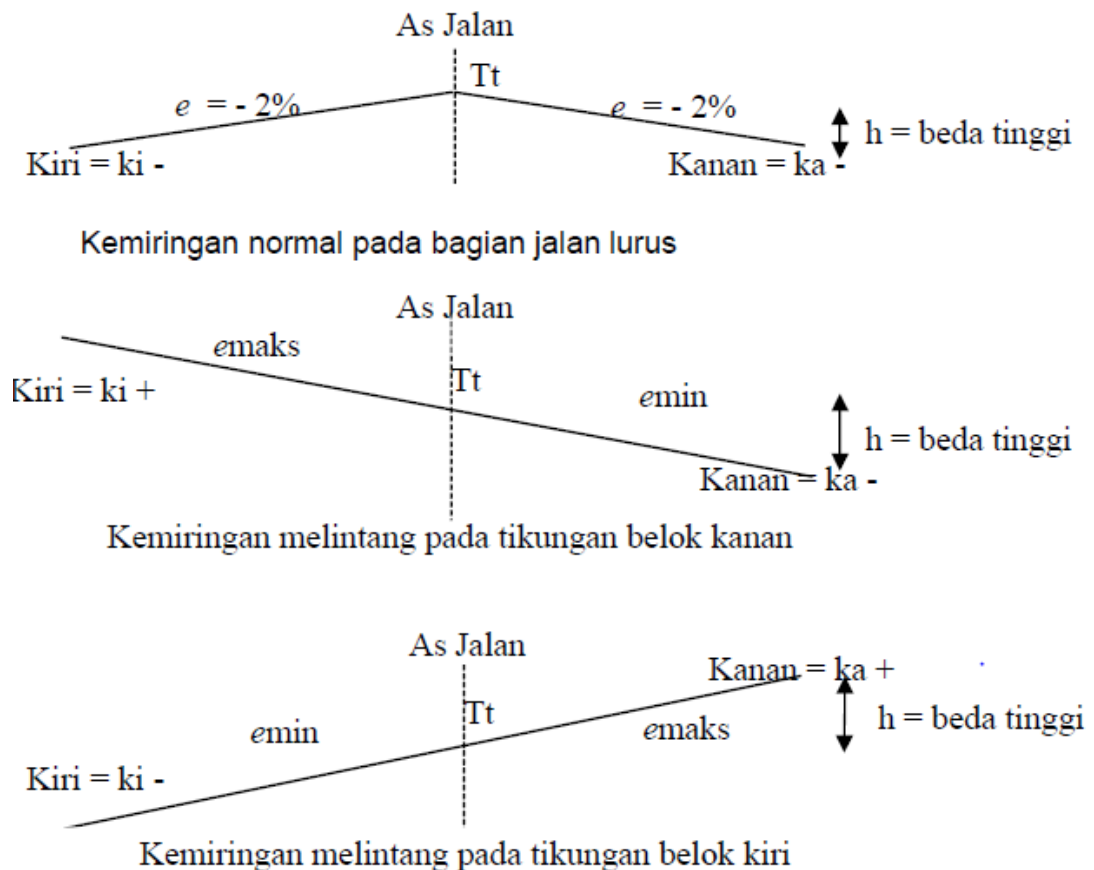
$$L_s \geq (e + e_n)B \cdot m_{maksimum}$$

Sumber : Dasar – dasar Perencanaan Geometrik Jalan, oleh Silvia Sukirman, 1994

### 2.3.1.3 Diagram Superelevasi

Super elevasi adalah kemiringan melintang jalan pada daerah tikungan. Untuk bagian jalan lurus, jalan mempunyai kemiringan melintang yang biasa disebut lereng normal atau *Normal Trawn* yaitu diambil minimum 2 % baik

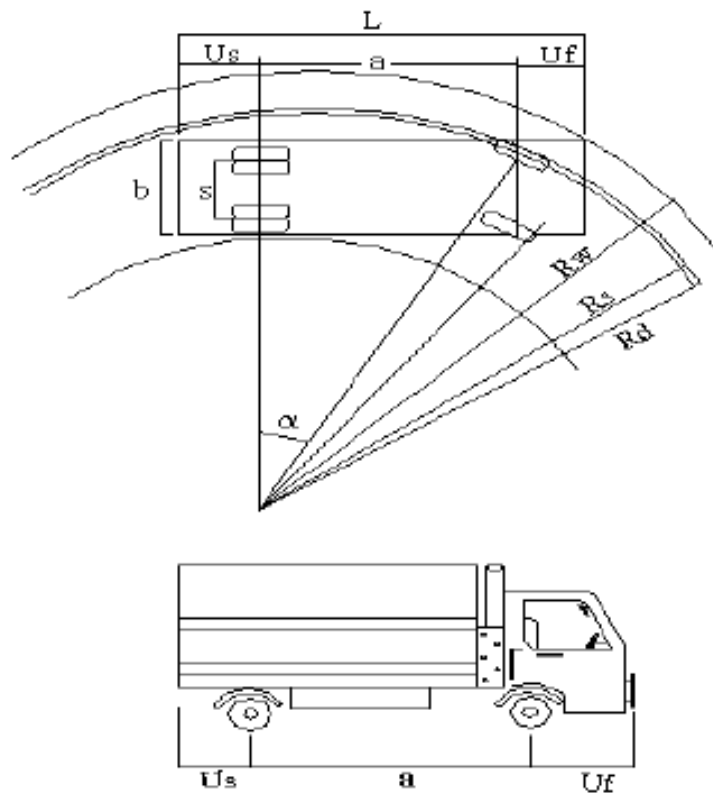
sebelah kiri maupun sebelah kanan AS jalan. Hal ini dipergunakan untuk system drainase aktif. Harga elevasi ( $e$ ) yang menyebabkan kenaikan elevasi terhadap sumbu jalan di beri tanda (+) dan yang menyebabkan penurunan elevasi terhadap jalan di beri tanda (-).



Gambar 2.4 Superelevasi

#### 2.3.1.4 Pelebaran Perkerasan

Pelebaran perkerasan dilakukan pada tikungan-tikungan yang tajam, agar kendaraan tetap dapat mempertahankan lintasannya pada jalur yang telah disediakan. Gambar dari pelebaran perkerasan pada tikungan dapat dilihat pada gambar berikut ini.



Gambar 2.5 Pelebaran Perkerasan Pada Tikungan

Rumus yang digunakan :

$$B = n(b' + c) + (n+1) Td + Z \dots\dots\dots (2.24)$$

$$b' = b + b'' \dots\dots\dots (2.25)$$

$$b'' = Rd^2 - \sqrt{Rd^2 - p^2} \dots\dots\dots (2.26)$$

$$Td = \sqrt{Rd^2 - A(2p + A)} - Rd \dots\dots\dots (2.27)$$

$$\epsilon = B.W \dots\dots\dots (2.28)$$

Keterangan:

B = Lebar perkerasan pada tikungan

n = Jumlah jalur lalu lintas

$b$  = Lebar lintasan truk pada jalur lurus

$b'$  = Lebar lintasan truk pada tikungan

$p$  = Jarak As roda depan dengan roda belakang truk

$A$  = Tonjolan depan sampai bumper

$W$  = Lebar perkerasan

$T_d$  = Lebar melintang akibat tonjolan depan

$Z$  = Lebar tambahan akibat kelelahan pengemudi

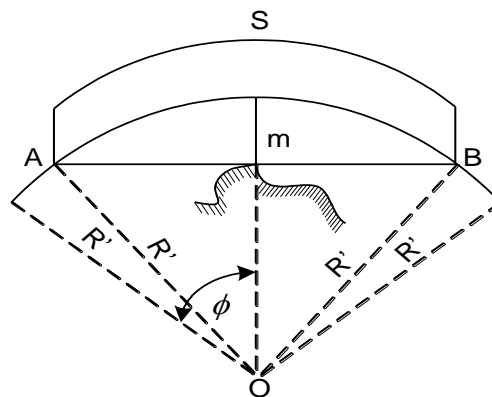
$c$  = Kebebasan samping

$\epsilon$  = Pelebaran perkerasan

$R_d$  = Jari-jari rencana

### 2.3.1.5 Jarak Pandangan Pada Lengkung Horizontal

Jarak pandangan pengemudi kendaraan yang bergerak pada lajur tepi sebelah dalam sering kali dihalangi gedung – gedung, hutan – hutan kayu, tebing galian dan lain sebagainya.



Gambar 2.6 Pandangan atau kebebasan samping pada lengkung horizontal untuk  $s \leq L$

Garis AB = garis pandangan

Lengkung AB = jarak pandangan

$m$  = jarak kebebasan samping (m)

$\theta$  = setengah sudut pusat lengkung sepanjang L

S = jarak pandang (m)

L = panjang busur lingkaran (m)

R' = radius sumbu lajur sebelah dalam (m)

Rumus :

$$S = \frac{\pi \phi R'}{90} \dots\dots\dots (2.29)$$

$$\phi = \frac{90 S}{\pi R'} = \frac{28,65 S}{R'} \dots\dots\dots (2.30)$$

$$m = R' (1 - \cos \phi) \dots\dots\dots (2.31)$$

**2.3.2 Alinemen Vertikal**

Alinemen Vertikal adalah perencanaan elevasi sumbu jalan pada setiap titik yang ditinjau, berupa profil memanjang. Pada perencanaan alinemen vertikal terdapat kelandaian positif (Tanjakan) dan kelandaian negatif (Turunan), sehingga kombinasinya berupa lengkung cembung dan lengkung cekung. Disamping kedua lengkung tersebut terdapat pula kelandaian = 0 (Datar).

**2.3.2.1 Kelandaian maksimum**

Kelandaian maksimum didasarkan pada kecepatan truk yang bermuatan penuh mampu bergerak dengan kecepatan tidak kurang dari separuh kecepatan semula tanpa harus menggunakan gigi rendah.

Tabel 2.9 Kelandaian Maksimum yang diijinkan

Kelandaian maksimum %	3	3	4	5	8	9	10	10
Vr (km/jam)	120	110	100	80	60	50	40	< 40

Sumber : TPGJAK No 038/T/BM/1997

### 1. Kelandaian Minimum

Pada jalan yang menggunakan kerb pada tepi perkerasannya, perlu dibuat kelandaian minimum 0,5 % untuk keperluan kemiringan saluran samping, karena kemiringan jalan dengan kerb hanya cukup untuk mengalirkan air kesamping.

### 2. Panjang kritis suatu kelandaian

Panjang kritis ini diperlukan sebagai batasan panjang kelandaian maksimum agar pengurangan kecepatan kendaraan tidak lebih dari separuh  $V_r$ .

Tabel 2.10 Panjang Kritis (m)

Kecepatan pada awal tanjakan (km/jam)	Kelandaian (%)						
	4	5	6	7	8	9	10
80	630	460	360	270	230	230	200
60	320	210	160	120	110	90	80

Sumber : TPGJAK No 038/T/BM/1997

#### 2.3.2.2 Jarak Pandang

Jarak pandang adalah suatu jarak yang diperlukan oleh seorang pengemudi pada saat mengemudi sedemikian rupa, sehingga jika pengemudi melihat suatu halangan yang membahayakan, pengemudi dapat melakukan sesuatu (antisipasi) untuk menghindari bahaya tersebut dengan aman. Jarak pandang terdiri dari :

##### A. Jarak Pandang Henti (Jh)

###### 1) Jarak minimum



Jh adalah jarak minimum yang diperlukan oleh setiap pengemudi untuk menghentikan kendaraannya dengan aman begitu melihat adanya halangan di depan. Setiap titik disepanjang jalan harus memenuhi ketentuan Jh.

2) Asumsi tinggi

Jh diukur berdasarkan asumsi bahwa tinggi mata pengemudi adalah 105 cm dan tinggi halangan 15 cm, yang diukur dari permukaan jalan.

3) Rumus yang digunakan

Jh dalam satuan meter, dapat dihitung dengan rumus :

Dimana :  $V_r$  = Kecepatan rencana (km/jam)

$T$  = Waktu tanggap, ditetapkan 2.5 detik

$g$  = Percepatan gravitasi, ditetapkan 9.8 m/det<sup>2</sup>

$fp$  = Koefisien gesek memanjang antara ban kendaraan dengan perkerasan jalan aspal, ditetapkan 0.28–0.45 (menurut AASHTO),  $fp$  akan semakin kecil jika kecepatan ( $V_r$ ) semakin tinggi dan sebaliknya. (Menurut Bina Marga,  $fp = 0.35–0.55$ ).

- Untuk jalan datar :

$$Jh = 0,278 \times Vr \times T + \frac{Vr^2}{254 \times fp} \dots\dots\dots (2.32)$$

- Untuk jalan dengan kelandaian tertentu :

$$Jh = 0,278 \times Vr \times T + \frac{Vr^2}{254 \times (fp \pm L)} \dots\dots\dots (2.33)$$

Dimana :  $L$  = landai jalan dalam (%) dibagi 100

Tabel 2.11 Jarak pandang henti (Jh) minimum

Vr, km/jam	120	100	80	60	50	40	30	20
Jh Minimum, (m)	250	175	120	75	55	40	27	16

Sumber : TPGJAK No 038/T/BM/1997

### B. Jarak Pandang Mendahului (Jd)

1) Jarak mendahului adalah Jarak yang memungkinkan suatu kendaraan mendahului kendaraan lain didepannya dengan aman sampai kendaraan tersebut kembali kejalur semula.

2) Asumsi tinggi

Jh diukur berdasarkan asumsi bahwa tinggi mata pengemudi adalah 105 cm dan tinggi halangan 105 cm.

3) Rumus yang digunakan

Jd, dalam satuan meter ditentukan sebagai berikut :

$$Jd = d1 + d2 + d3 + d4$$

Dimana : d1 = Jarak yang ditempuh selama waktu tanggap (m)

d2 = Jarak yang ditempuh selama mendahului sampai dengan kembali kejalur semula (m)

d3 = Jarak antara kendaraan yang mendahului dengan kendaraan yang datang dari arah berlawanan setelah proses mendahului selesai (m)

d4 = Jarak yang ditempuh oleh kendaraan yang datang dari arah berlawanan.

Rumus yang digunakan :

$$d_1 = 0,278 \times T_1 \times V_r - m + \frac{\alpha \times T_1}{2} \dots\dots\dots (2.34)$$

$$d_2 = 0,278 \times V_r \times T_2 \dots\dots\dots (2.35)$$

$$d_3 = \text{antara } 30 - 100 \text{ m} \dots\dots\dots (2.36)$$

$$d_4 = 2/3 \times d_2 \dots\dots\dots (2.37)$$

Dimana :

T1 = Waktu dalam (detik),  $\infty 2.12 + 0.026 \times V_r$

T2 = Waktu kendaraan berada dijalur lawan, (detik)  $\infty 6.56 + 0.048 \times V_r$

a = Percepatan rata-rata km/jm/dtk, (km/jm/dtk)  $\infty 2.052 + 0.0036 \times V_r$

m = perbedaan kecepatan dari kendaraan yang menyiap dan kendaraan yang disiap, (biasanya diambil 10-15 km/jam)

Tabel 2.12 Jarak pandang mendahului (Jd) berdasarkan Vr

Vr, km/jam	120	100	80	60	50	40	30	20
Jd (m)	800	670	550	350	250	200	150	100

Sumber : TPGJAK No 038/T/BM/1997

$$A = g_1 - g_2 \text{ (perbedaan aljabar landai)}$$

Ev = Pergeseran vertikal dari titik PPV ke bagian Lengkung

$$g = \frac{\text{elevasi akhir} - \text{elevasi awal}}{\text{Sta akhie} - \text{sta awal}} \times 100\% \dots\dots\dots (2.38)$$

$$A = g_2 - g_1 \dots\dots\dots (2.39)$$

$$E_v = \frac{A \times L}{800} \dots\dots\dots (2.40)$$

$$y = \frac{A \times x^2}{200 \times L} \dots\dots\dots (2.41)$$

**2.3.2.3 Lengkung Vertikal**

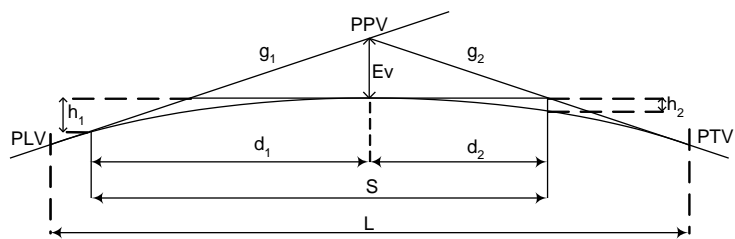
Lengkung Vertikal harus disediakan pada setiap lokasi yang mengalami perubahan kelandaian dengan tujuan,

- Mengurangi guncangan akibat perubahan kelandaian
- Menyediakan jarak pandang henti

a. Lengkung vertikal cembung

Pada lengkung vertikal cembung, pembatasan berdasarkan jarak pandangan dapat dibedakan atas 2 keadaan yaitu:

- Jarak pandang berbeda seluruhnya dalam daerah lengkung ( $s < l$ ).



Gambar 2.7 Jarak pandangan pada lengkung vertikal cembung ( $s < l$ )

- Berdasarkan jarak pandangan berada seluruhnya dalam daerah lengkung ( $S < L$ )

- Jarak Pandangan henti menurut Metode Bina marga

$$L = \frac{A \cdot S^2}{399} \dots\dots\dots (2.42)$$

- Jarak Pandangan menyiap menurut Metode Bina marga

$$L = \frac{A \cdot S^2}{960} \dots\dots\dots (2.43)$$

- Berdasarkan jarak pandangan berada diluar dan didalam daerah lengkung ( $S > L$ )

- Jarak Pandangan Henti Menurut Bina Marga

$$L = 2 \cdot S - \frac{399}{A} \dots\dots\dots (2.44)$$

- jarak Pandangan menyiap Menurut Bina Marga

$$L = 2.S - \frac{960}{A} \dots\dots\dots (2.45)$$

- Berdasarkan Kebutuhan akan Drainase

$$L = 50 . A \dots\dots\dots (2.46)$$

- Berdasarkan Kenyamanan 3 Detik Perjalanan

$$\frac{Vr}{3,6} xt = \frac{60}{3,6} x3 \dots\dots\dots (2.47)$$

Tabel 2.13 Nilai C<sub>1</sub> untuk beberapa h<sub>1</sub> dan h<sub>2</sub> berdasarkan Bina Marga.

	Bina Marga '90	
	JPH	JPM
Tinggi mata pengemudi (h1) (m)	1,2	1,2
Tinggi objek (h2) (m)	0,1	1,2
Konstata C	399	960

JPH = Jarak Pandangan Henti

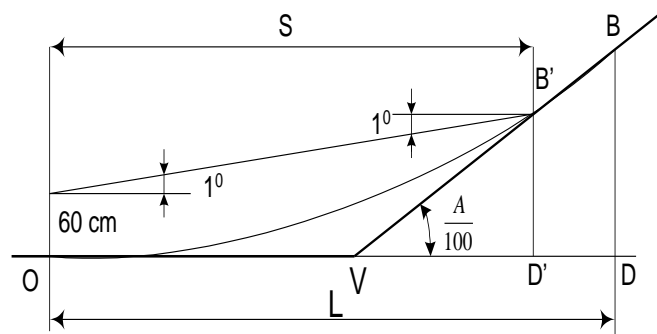
JPM = Jarak Pandangan Menyiap

Sumber : Dasar-dasar Perencanaan Geometrik Jalan Raya, oleh Silvia Sukirman, 1994.

**b. Lengkung vertikal cekung**

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

- Lengkung vertikal cekung dengan jarak penyinaran lampu depan < L.



Gambar 2.8 lengkung vertikal cekung dengan jarak  $Tg 1^\circ = 0,0175$

$$DB = \frac{A}{100} - \frac{L}{2}$$

$$D'B' = \left(\frac{S}{L}\right)^2 (DB)$$

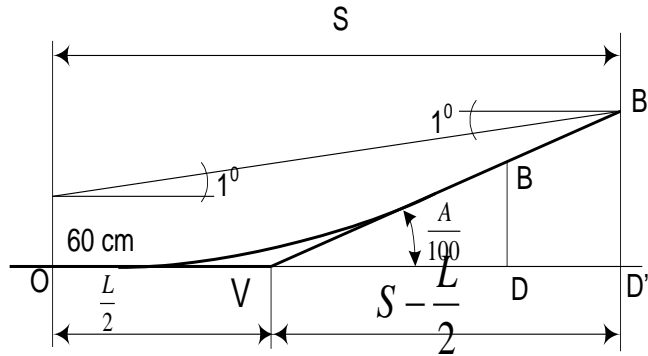
$$D'B' = \frac{S^2 A}{200L}$$

$$Tg 1^\circ = 0,0175$$

$$\frac{S^2 A}{200L} = 0,60 + S \, tg 1^\circ$$

$$L = \frac{AS^2}{120 + 3,50S} \dots\dots\dots (2.48)$$

- lengkung vertikal cekung dengan jarak penyinaran lampu depan > L.



Gambar 2.9 Lengkung vertikal cekung dengan jarak pandangan penyinaran lampu depan > L.

$$D'B' = \frac{A}{100} (S - \frac{1}{2}L)$$

$$= 0,60 + S \text{ tg } 1^\circ$$

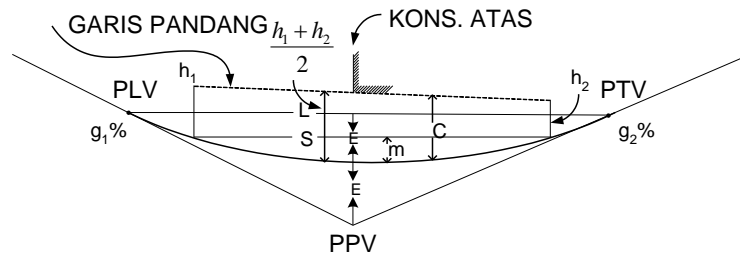
$$= 0,60 + 0,0175 S$$

$$\frac{A}{100} (S - \frac{1}{2}L) = 0,60 + 0,0175 S$$

$$L = 2S - \frac{120 + 3,5 S}{A} \dots\dots\dots (2-49)$$

- Jarak pandangan  $S < L$

Diasumsikan titik PPV berbeda di bawah bangunan



Gambar 2.10 Jarak pandangan bebas di bawah bangunan pada lengkung vertikal cekung dengan  $S < L$ .

Rumus:

$$\left(\frac{S}{L}\right)^2 = \frac{m}{E} \quad ; \quad E = \frac{AL}{800}$$

$$\left(\frac{S}{L}\right)^2 = \frac{800m}{AL}$$

$$L = \frac{S^2 A}{800m} \quad ; \quad m = \frac{S^2 A}{800L}$$

Jika jarak bebas dari bagian bawah bangunan atas ke jalan adalah C, maka :

$$m = C - \frac{h_1 - h_2}{2}$$

$$\frac{S^2 A}{800L} = C - \frac{h_1 - h_2}{2}$$

$$L = \frac{S^2 A}{800C - 400(h_1 + h_2)} \dots\dots\dots (2.50)$$

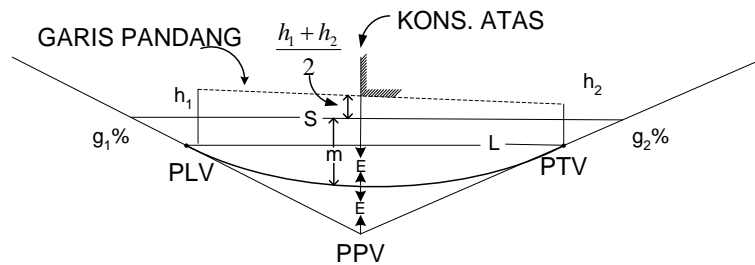
Jika ;  $h_1 = 1,80 \text{ m}$ ,  $h_2 = 0,50 \text{ m}$ ,  $C = 5,50 \text{ m}$ , maka

$$L = \frac{AS^2}{3480} \dots\dots\dots (2.51)$$



- Jarak pandangan

Diasumsikan titik PPV berada di bawah bangunan



Gambar 2.11 Jarak pandangan bebas di bawah bangunan pada lengkung vertikal cekung dengan  $S < L$

Rumus :

$$\frac{S}{L} = \frac{E + m}{2E}$$

$$\frac{S}{L} = \frac{1}{2} + \frac{m}{2E}$$

$$E = \frac{AL}{800}$$

$$m = C - \frac{h_1 - h_2}{2}$$

$$L = 2S - \frac{800C - 400(h_1 + h_2)}{S^2 A} \dots\dots\dots(2.52)$$

Jika ;  $h_1 = 1,80$  m,  $h_2 = 0,50$  m,  $C = 5,50$  m, maka

$$L = 2S - \frac{3480}{A} \dots\dots\dots(2.53)$$

Berdasarkan Bentuk Visual Lengkung Vertikal Cekung

$$L = \frac{AV^2}{380}$$

V = kecepatan rencana, km/jam.

A = perbedaan aljabar landai.

L = panjang lengkung vertikal cekung.

**2.3.2.4 Galian dan Timbunan**

Cara menghitung volume galian maupun timbunan didasarkan dari gambar potongan melintang. Dari gambar-gambar tersebut dapat dihitung luas galian dan timbunan, sedangkan masing-masing jarak antara profil dapat dilihat dari potongan memanjang.

Selanjutnya perhitungan dibuat dalam tabel seperti contoh berikut:

Tabel 2.14 Contoh untuk perhitungan volume galian timbunan

pot	sta	Luas penampang melintang (m <sup>2</sup> )				Jarak (m)	Volume (m <sup>3</sup> )	
		G	T	Rata-rata			G	T
				G	T			
	1	AG1	AT1					
	2	AG2	AT2	AG1+AG2	AT1+AT2	J	$J \left( \frac{AG1 + AG2}{2} \right)$	$J \left( \frac{AT1 + AT2}{2} \right)$
				2	2			
				AG2+AG3	AT2+AT3	J	$J \left( \frac{AG2 + AG3}{2} \right)$	$J \left( \frac{AT2 + AT3}{2} \right)$
				2	2	J	$J \left( \frac{AG2 + AG3}{2} \right)$	$J \left( \frac{AT2 + AT3}{2} \right)$
Jumlah							$J \left( \frac{AG1 + AG2}{2} \right) +$ $J \left( \frac{AG2 + AG3}{2} \right)$	$J \left( \frac{AT1 + AT2}{2} \right) +$ $J \left( \frac{AT2 + AT3}{2} \right)$

**2.4 Perencanaan Drainase**

Perencanaan drainase merupakan satu kesatuan yang sulit dipisahkan dalam perencanaan jalan raya, karena dengan adanya sistem drainase yang baik

diharapkan dapat membuang limpasan air hujan dari permukaan jalan yang dapat mempengaruhi keawetan jalan dan keamanan bagi para pengguna jalan.

Dasar perencanaan drainase pada jalan Cisaga - Cipicung yaitu dengan mengumpulkan data-data curah hujan maksimum pada stasiun hujan yang terdekat dengan lokasi proyek.

Data yang ideal adalah data yang sesuai dengan yang dibutuhkan. Tetapi dalam praktek sangat sering dijumpai data yang tidak lengkap, hal ini dapat disebabkan beberapa hal, antara lain :

- a. kerusakan alat
- b. kelalaian petugas
- c. penggantian alat
- d. bencana (pengrusakan) dan sebagainya

Dalam memperkirakan besarnya data yang hilang, harus diperhatikan pula pola penyebaran hujan pada stasiun yang bersangkutan maupun stasiun-stasiun sekitarnya.

Rumus yang digunakan untuk mencari data curah hujan yang hilang:

$$P_x = \frac{1}{n} ( P_A + P_B + P_C ) \dots\dots\dots (2.54)$$

dengan :

- $P_x$  = curah hujan yang hilang,  
 $P_A, P_B, P_C$  = curah hujan pada stasiun A,B,C,  
 $n$  = jumlah stasiun.

**2.4.1 Menentukan Curah Hujan Kawasan**

Cara perhitungan data curah hujan maksimum rata – rata dilakukan setelah data curah hujan yang kosong dilengkapi.

Curah hujan kawasan itu dapat dihitung dengan persamaan berikut:

$$P = \frac{P_1A_1 + P_2A_2 + P_3A_3 + \dots}{A_1 + A_2 + A_3} = \dots\dots\dots (2.55)$$

dengan :

- P = curah hujan kawasan (mm),
- P<sub>1</sub>, P<sub>2</sub>, ....P<sub>n</sub> = curah hujan masing-masin stasiun (mm),
- A = Luasan stasiun

**2.4.2 Menentukan Hujan Rencana.**

Dalam perencanaan drainase jalan faktor utama adalah debit yang dapat dicari dengan langkah-langkah sebagai berikut:

Dalam perencanaan drainase jalan faktor utama adalah debit yang dapat dicari dengan langkah-langkah sebagai berikut:

1. Menentukan standar deviasi.

$$\bar{X} = \frac{\sum x}{n} \dots\dots\dots (2.56)$$

$$S_x = \sqrt{\frac{\sum(X_i - \bar{X})^2}{n - 1}} \dots\dots\dots (2.57)$$

$$\frac{1}{a} = \frac{S}{Sn} \dots\dots\dots (2.58)$$

$$b = \bar{X} - \frac{Y_n \cdot S}{S_n} \dots\dots\dots (2.59)$$

dengan :

n = Jumlah tahun pengamatan

2. Menentukan intensitas curah hujan (I).

$$I = \frac{R_{24}}{24} \left( \frac{24}{t} \right)^{\frac{2}{3}} \dots\dots\dots (2.60)$$

dengan :

I = Intensitas hujan (mm/jam),

t = lamanya hujan (jam),

R<sub>24</sub> = tinggi hujan Maksimum dalam 24 jam (mm).

Tabel 2.15 Variasi Y<sub>T</sub>

Periode Ulang	Variasi yang berkurang
2	0,3665
5	1,4999
10	2,2502
25	3,1985
50	3,9019
100	4,6001

Sumber : Desain Drainase Dan Bangunan Pelengkap

Tabel 2.16 Nilai Y<sub>n</sub>

n	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
10	0,4952	0,4996	0,5035	0,507	0,51	0,5128	0,5157	0,5181	0,5202	0,522
20	0,5225	0,5252	0,5268	0,5283	0,5296	0,5309	0,532	0,5332	0,5343	0,5353
30	0,5362	0,5371	0,538	0,5388	0,5402	0,5402	0,541	0,5418	0,5424	0,5432
40	0,5436	0,5422	0,5448	0,5453	0,5463	0,5463	0,5468	0,5473	0,5477	0,5481
50	0,5485	0,5489	0,5493	0,5497	0,5504	0,5504	0,5508	0,5511	0,5519	0,5518
60	0,5521	0,5534	0,5527	0,553	0,5535	0,5535	0,5538	0,554	0,5543	0,5545
70	0,5548	0,5552	0,5555	0,5555	0,5561	0,5559	0,5561	0,5563	0,5565	0,5567
80	0,5569	0,557	0,5572	0,5574	0,558	0,5578	0,558	0,5581	0,5583	0,5585
90	0,5586	0,5587	0,5589	0,5591	0,5595	0,5593	0,5595	0,5596	0,5598	0,5599

Sumber : Desain Drainase Dan Bangunan Pelengkap

Tabel 2.17 Nilai Sn

n	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
10	0,9496	0,9676	0,9833	0,9971	1,0095	1,0206	1,0316	1,0411	1,0493	1,0565
20	0,0628	1,0696	1,0696	1,0811	1,0864	1,0915	1,0961	1,1004	1,1047	1,1086
30	0,1124	1,1159	1,1159	1,1226	1,1255	1,1285	1,1313	1,1339	1,1363	1,1388
40	0,1413	1,1436	1,1436	1,148	1,1499	1,1519	1,1538	1,1557	1,1574	1,159
50	0,1607	1,1623	1,1623	1,1658	1,1667	1,1681	1,1696	1,1708	1,1721	1,1734
60	0,1747	1,1759	1,1759	1,1782	1,1793	1,1803	1,1814	1,1824	1,1834	1,1844
70	0,1859	1,1866	1,1863	1,1881	1,189	1,1898	1,1906	1,1915	1,1923	1,193
80	0,1938	1,1945	1,1945	1,1959	1,1967	1,1973	1,198	1,1987	1,1994	1,2001
90	0,2007	1,2013	1,202	1,2026	1,2032	1,2038	1,2044	1,2049	1,2055	1,206

Sumber : Desain Drainase Dan Bangunan Pelengkap

**2.4.3` Menentukan waktu konsentrasi (Tc).**

$$T_c = t_1 + t_2 \dots\dots\dots (2.61)$$

$$t_1 = (2/3 \cdot 3,28 \cdot L_0 \frac{nd}{\sqrt{S}})^{0,167} \dots\dots\dots (2.62)$$

$$t_2 = \frac{L}{60 \cdot V} \dots\dots\dots (2.63)$$

dengan :

- Tc = Waktu konsentrasi (menit)
- t1 = Waktu inlet (menit)
- t2 = Waktu aliran (menit)
- L0 = Jarak dari titik terjauh ke fasilitas drainase (m)
- S = Kemiringan daerah pengaliran
- L = Panjang saluran
- V = Kecepatan air rata-rata diselokan (m/dt)
- Nd = Koefisien hambatan

Tabel 2.18 Kecepatan aliran air yang diizinkan berdasarkan jenis material

No	Jenis bahan	Kecepatan aliran yang diizinkan (m/dt)
1	Pasir halus	0,45
2	Lempung kepasiran	0,5
3	Lanau alivial	0,6
4	Kerikil halus	0,75
5	Lempung kokoh	0,75
6	Lempung padat	1,1
7	Kerikil kasar	1,2
8	Batu-batu besar	1,5
9	Pasangan batu	1,5
10	Beton	1,5
11	Beton betulang	1,5

Sumber : Desain Drainase Dan Bangunan Pelengkap

Tabel 2.19 Hubungan kondisi permukaan dengan koefisien hambatan

No	Kondisi lapisan permukaan	Nd
1	Lapisan semen dan aspal beton	0,013
2	Permukaan licin dan kedap air	0,02
3	Permukaan licin dan kokoh	0,1
4	Tanah dengan rumput tipis dan gundul dengan permukaan sedikit kasar	0,2
5	Padang rumput dan rerumputan	0,4
6	Hutan gundul	0,6
7	Hutan rimbun dan hutan gundul rapat dengan hamparan rumput jarang sampai rapat	0,8

Sumber : Desain Drainase Dan Bangunan Pelengkap

#### 2.4.4 Menentukan koefisien pengaliran (C).

Bila daerah pengaliran terdiri dari beberapa tipe kondisi permukaan yang mempunyai nilai C berbeda, harga C rata-rata ditentukan dengan persamaan :

$$C = \frac{C_1 \cdot A_1 + C_2 \cdot A_2 + C_3 \cdot A_3}{A_1 + A_2 + A_3} \dots\dots\dots (2.64)$$

dengan :

$A_1, A_2, A_3$  = Luas daerah pengaliran yang diperhitungkan sesuai dengan kondisi permukaan

$C_1, C_2, C_3$  = Koefisien pengaliran yang sesuai dengan tipe kondisi permukaan

Tabel 2.20 Hubungan Kondisi permukaan tanah dan koefisien pengaliran (C)

No	Kondisi permukaan tanah	Koefisien pengaliran (C)*
1	Jalan beton dan jalan aspal	0,70 – 0,95
2	Jalan kerikil dan jalan tanah	0,40 – 0,70
3	Bahu jalan:	
	- Tanah berbutir halus	0,40 – 0,65
	- Tanah berbutir kasar	0,10 – 0,20
	- Batuan masif keras	0,70 – 0,85
	- Batuan masif lunak	0,60 – 0,75
4	Daerah perkotaan	0,70 – 0,95
5	Daerah pinggiran kota	0,60 – 0,70
6	Daerah industri	0,60 – 0,90
7	Pemukiman padat	0,40 – 0,60
8	Pemukiman tidak padat	0,40 – 0,60
9	Taman dan kebun	0,20 – 0,40
10	Persawahan	0,45 – 0,60
11	Perbukitan	0,70 – 0,80
12	Pegunungan	0,75 – 0,90

Sumber : Desain Drainase Dan Bangunan Pelengkap



Tabel 2.21 Harga n untuk rumus manning

No	Tipe Saluran	Baik sekali	Baik	Sedang	Jelek
	SALURAN BUATAN				
1	Saluran tanah, lurus teratur	0,017	0,02	0,023	0,025
2	Saluran tanah yang dibuat dengan excavator	0,023	0,028	0,03	0,04
3	Saluran pada dinding bantuan, lurus, teratur	0,02	0,03	0,033	0,035
4	Saluran pada dinding bantuan, tidak lurus, tidak teratur	0,035	0,04	0,045	0,045
5	Saluran batuan yang dibedakan ada tumbuh-tumbuhan	0,025	0,03	0,035	0,04
6	Dasar saluran dari tanah, sisi saluran berbatu	0,028	0,03	0,033	0,035
7	Saluran lengkung, dengan kecepatan aliran rendah	0,02	0,025	0,028	0,03
	SALURAN ALAM				
8	Bersih, lurus, tidak berpasir, tidak berlubang	0,025	0,028	0,03	0,033
9	Seperti no.8, tetapi ada timbunan atau kerikil	0,03	0,033	0,035	0,04
10	Melengkung, bersih, berlubang dan berinding pasir	0,03	0,035	0,04	0,045
11	Seperti no.10, dangkal, tidak teratur	0,04	0,045	0,05	0,055
12	Seperti no.10, berbatu dan ada tumbuh-tumbuhan	0,035	0,04	0,045	0,05
13	Seperti no.10, sebagian berbatu	0,045	0,05	0,055	0,06
14	Aliran pelan, banyak tumbuh-tumbuhan dan berlubang	0,05	0,06	0,07	0,08
15	Banyak tumbuh-tumbuhan	0,075	0,1	0,125	0,15
	SALURAN BUATAN, BETON, ATAU BATU KALI				
16	Saluran pasangan batu, tanpa penyelesaian	0,025	0,03	0,033	0,035

17	Seperti no.10, tapi dengan penyelesaian	0,017	0,02	0,025	0,03
18	Saluran beton	0,014	0,01 6	0,019	0,021
19	Saluran beton halus dan rata	0,01	0,01 1	0,012	0,013
20	Saluran beton pra cetak dengan acuan baja	0,013	0,01 4	0,014	0,015
21	Saluran beton pra cetak dengan acuan kayu	0,015	0,01 6	0,016	0,018

Sumber : Desain Drainase Dan Bangunan Pelengkap

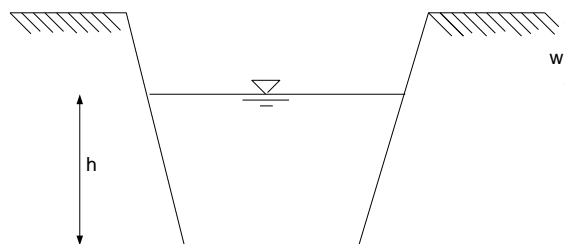
**2.4.5 Menentukan debit aliran.**

$$Q = \frac{1}{3,6} \cdot C \cdot I \cdot A \dots\dots\dots (2.65)$$

dengan :

- Q = Debit aliran (m<sup>3</sup>/dt)
- C = Koefisien pengaliran
- I = Intensitas hujan (mm/jam)
- A = Luas daerah pengaliran (km<sup>2</sup>)

Menentukan dimensi saluran.



Gambar 2.12 Potongan melintang saluran

Rumus:

$$A = (b+z)h \dots\dots\dots (2.66)$$

$$P = b+2h\sqrt{(1+z^2)} \dots\dots\dots (2.67)$$

$$H = h + w \dots\dots\dots (2.68)$$

$$R = \frac{A}{P} \dots\dots\dots 2.69)$$

$$V = \frac{1}{n} \cdot R^{2/3} \cdot I^{1/2} \dots\dots\dots (2.70)$$

$$W = \sqrt{0,5 \cdot h} \dots\dots\dots (2.71)$$

dengan :

- Q = Debit aliran (m<sup>3</sup>/dt)
- F = Luas penampang basah (m<sup>2</sup>)
- P = Keliling basah (m)
- R = Jari-jari hidrolis (m)
- V = Kecepatan aliran (m/dt)
- n = Koefisien kekasaran manning
- I = Kemiringan saluran yang diijinkan
- W = Tinggi jagaan

Tabel 2.22 Hubungan Kemiringan Selokan Samping (i) dan Jarak Pematah Arus (L)

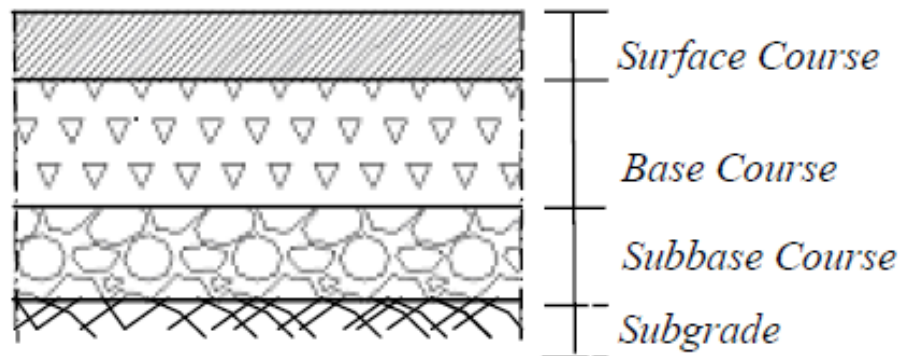
i (%)	6%	7%	8%	9%	10%
L (m)	16 m	10 m	8 m	7 m	6 m

Sumber : Desain Drainase Dan Bangunan Pelengkap

**2.5 Perencanaan Tebal Perkerasan**

Perencanaan konstruksi lapisan perkerasan lentur disini untuk jalan baru dengan Metoda Analisa Komponen, yaitu dengan metoda analisa komponen SKBI

– 2.3.26. 1987.



**CBR tanah dasar**

Gambar 2.13 Susunan Lapis Konstruksi Perkerasan Lentur

**2.5.1 Lalu Lintas**

1) Lalu lintas harian rata – rata (LHR)

Lalu lintas harian rata-rata (LHR) setiap jenis kendaraan ditentukan pada awal umur rencana, yang dihitung untuk dua arah pada jalan tanpa median atau masing-masing arah pada jalan dengan median.

- Lalu lintas harian rata – rata permulaan (LHR<sub>p</sub>)

$$LHR_p = LHR_s \times (1 + i_1)^{n_1} \dots\dots\dots (2.72)$$

- Lalu lintas harian rata – rata akhir (LHR<sub>A</sub>)

$$LHR_A = LHR_p \times (1 + i_2)^{n_2} \dots\dots\dots (2.73)$$

2) Rumus – rumus lintas ekuivalen

- Lintas Ekuivalen Permulaan (LEP)

$$LEP = \sum_{j=mp}^n (LHR_{pj}) \times C \times E \dots\dots\dots (2.74)$$

- Lintas Ekuivalen Akhir (LEA)

$$LEA = \sum_{j=mp}^n (LHR_{Aj}) \times C \times E \dots\dots\dots (2.75)$$

- Lintas Ekuivalen Tengah (LET)

$$LET = \frac{LEP + LEA}{2} \dots\dots\dots (2.76)$$

- Lintas Ekvivalen Rencana (LER)

$$LER = LET \times Fp \dots\dots\dots (2.77)$$

$$Fp = \frac{n_2}{10} \dots\dots\dots (2.78)$$

Dimana:  $i_1$  = Pertumbuhan lalu lintas masa konstruksi

$i_2$  = Pertumbuhan lalu lintas masa layanan

J = jenis kendaraan

$n_1$  = masa konstruksi

$n_2$  = umur rencana

C = koefisien distribusi kendaraan

E = angka ekivalen beban sumbu kendaraan

**2.5.2 Koefisien Distribusi Kendaraan**

Koefisien distribusi kendaraan (C) untuk kendaraan ringan dan berat yang lewat pada jalur rencana ditentukan menurut daftar di bawah ini:

Tabel 2.23 Koefisien Distribusi Kendaraan

Jumlah Lajur	Kendaraan Ringan *)		Kendaraan Berat **)	
	1 Arah	2 Arah	1 Arah	2 Arah
1 Lajur	1	1	1	1
2 Lajur	0,6	0,5	0,7	0,5
3 Lajur	0,4	0,4	0,5	0,475
4 Lajur	-	0,3	-	0,45
5 Lajur	-	0,25	-	0,425
6 Lajur	-	0,2	-	0,4

Sumber: Petunjuk Perencanaan Tebal Perkerasan Lentur Jalan Raya Dengan

Metode AnalisaKomponen SKBI 2.3.26.1987, Halaman 9

\*) Berat total < 5 ton, misalnya : Mobil Penumpang, Pick Up, Mobil Hantaran.

\*\*) Berat total ≥ 5 ton, misalnya : Bus, Truk, Traktor, Semi Trailer, Trailer.

**2.5.3 Angka Ekivalen (E) Beban Sumbu Kendaraan**

Angka Ekivalen (E) masing-masing golongan beban umum (Setiap kendaraan) ditentukan menurut rumus daftar sebagai berikut:

- $E.Sumbu Tunggal = \left( \frac{\text{beban satu sumbu tunggal dlm kg}}{8160} \right)^4 \dots\dots\dots (2.79)$

- $E.Sumbu Ganda = \left( \frac{\text{beban satu sumbu ganda dlm kg}}{8160} \right)^4 \dots\dots\dots (2.80)$

Tabel 2.24 Angka Ekivalen (E) Sumbu Kendaraan

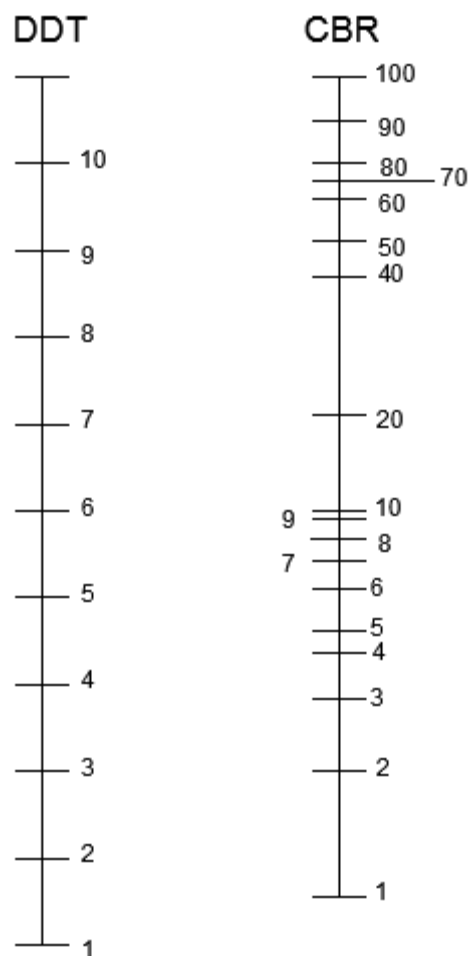
Beban Sumbu		Angka Ekivalen	
Kg	Lb	Sumbu Tunggal	Sumbu Ganda
1000	2205	0,0002	-
2000	4409	0,0036	0,0003
3000	6614	0,0183	0,0016
4000	8818	0,0577	0,005
5000	11023	0,141	0,0121
6000	13228	0,2923	0,0251
7000	15432	0,5415	0,0466
8000	17637	0,9238	0,0794
8160	18000	1	860
9000	19841	1,4789	0,1273
10000	22046	2,2555	0,194
11000	24251	3,3.22	0,284
12000	26455	4,677	0,4022
13000	28660	6,4419	0,554
14000	30863	8,6647	0,7452
15000	33069	11,4184	0,982
16000	35276	14,7815	1,2712

Sumber : Petunjuk Perencanaan Tebal Perkerasan Lentur Jalan Raya Dengan

Metode Analisa Komponen SKBI 2.3.2.6.1987, Halaman 10

### 2.5.4 Daya Dukung Tanah Dasar (DDT dan CBR)

Daya dukung tanah dasar (DDT) ditetapkan berdasarkan grafik korelasi DDT dan CBR. CBR diperoleh dari hasil pemeriksaan contoh tanah yang telah disiapkan dilaboratorium atau langsung dilapangan, nilai CBR yang digunakan disebut CBR rencana atau CBR desain.



*Sumber: Petunjuk Perencanaan Tebal Perkerasan Lentur Jalan Raya*

*Dengan Metode Analisa Komponen SKBI 2.3.26.1987, Halaman 13*

Gambar 2.14 Korelasi DDT dan CBR

Catatan : Hubungan nilai CBR dengan garis mendatar sebelah kiri diperoleh nilai DDT.

### 2.5.5 Faktor Regional (FR)

Faktor regional bisa juga disebut faktor koreksi sehubungan dengan perbedaan kondisi tertentu. Kondisi-kondisi yang dimaksud antara lain keadaan lapangan dan iklim yang dapat mempengaruhi keadaan pembebanan daya dukung tanah dan perkerasan. Dengan demikian dalam penentuan tebal perkerasan ini Faktor Regional hanya dipengaruhi bentuk alinemen ( Kelandaian dan Tikungan).

Tabel 2.25 Prosentase kendaraan berat dan yang berhenti sesuai iklim

Curah Hujan	Kelandaian I ( < 6 % )		Kelandaian I ( 6 – 10 % )		Kelandaian II ( > 10% )	
	% Kendaraan Berat		% Kendaraan Berat		% Kendaraan Berat	
	≤ 30%	> 30%	≤ 30%	> 30%	≤ 30%	> 30%
Iklm I < 900 mm/tahun	0,5	1,0 – 1,5	1	1,5 – 2,0	1,5	2,0 – 2,5
Iklm II ≥ 900 mm/tahun	1,5	2,0 – 2,5	2	2,0 – 3,0	2,5	3,0 – 3,5

Sumber: *Petunjuk Perencanaan Tebal Perkerasan Lentur Jalan Raya Dengan*

*Metode Analisa Komponen SKBI 2.3.26.1987*

### 2.5.6 Indeks Permukaan (IP)

Indeks Permukaan ini menyatakan nilai dari pada kerataan / kehalusan serta kekokohan permukaan yang bertalian dengan tingkat pelayanan bagi lalu – lintas yang lewat.

Adapun beberapa nilai IP beserta artinya adalah sebagai berikut :

IP = 1,0 : adalah menyatakan permukaan jalan dalam keadaan rusak berat

sehingga sangat mengganggu lalu lintas kendaraan.

IP = 1,5 : adalah tingkat pelayanan rendah yang masih mungkin (jalan

tidak terputus).



IP = 2,0 : adalah tingkat pelayanan rendah bagi jalan yang mantap

IP = 2,5 : adalah menyatakan permukaan jalan masih cukup stabil dan baik.

Tabel 2.26 Indeks permukaan Pada Akhir Umur Rencana ( IPT)

LER = Lintas Ekvivalen Rencana *)	Klasifikasi Jalan			
	Lokal	Kolektor	Alteri	Tol
< 10	1,0 – 1,5	1,5	1,5 – 2,0	-
10 – 100	1,5	1,5 – 2,0	2	-
100 – 1000	1,5 – 2,0	2	2,0 – 2,5	-
> 1000	-	2,0 – 2,5	2,5	2,5

Sumber: Petunjuk Perencanaan Tebal Perkerasan Lentur Jalan Raya Dengan

*Metode Analisa, Komponen SKBI 2.3.26.1987, Halaman 15*

\*) LER dalam satuan angka ekivalen 8,16 ton beban sumbu tunggal

Dalam menentukan indeks permukaan pada awal umur rencana (IPo) perlu diperhatikan jenis lapis permukaan jalan ( kerataan / kehalusan serta kekokohan) pada awal umur rencana menurut daftar di bawah ini:

Tabel 2.27 Indeks Permukaan Pada Awal Umur Rencana (IPo)

Jeni Lapis Perkerasan	Ipo	Roughnees *) mm/km
LASTON	$\geq 4,0$	$\leq 1000$
	3,9 – 3,5	$> 1000$
LASBUTAG	3,9 – 3,5	$\leq 2000$
	3,4 – 3,0	$> 2000$
HRA	3,9 – 3,5	$\leq 2000$
	3,4 – 3,0	$< 2000$
BURDA	3,9 – 3,5	$< 2000$
BURTU	3,4 – 3,0	$< 2000$
LAPEN	3,4 – 3,0	$\leq 3000$
	2,9 – 2,5	$> 3000$
LATASBUM	2,9 – 2,5	-

BURAS	2,9 – 2,5	-
LATASIR	2,9 – 2,5	-
JALAN TANAH	$\leq 2,4$	-
JALAN KERIKIL	$\leq 2,4$	-

Sumber: *Petunjuk Perencanaan Tebal Perkerasan Lentur Jalan Raya*

*Dengan Metode Analisa Komponen SKBI 2.3.26.1987*

### 2.5.7 Koefisien Kekuatan Relative (a)

Koefisien kekuatan relative (a) masing-masing bahan dan kegunaan sebagai lapis permukaan pondasi bawah, ditentukan secara korelasi sesuai nilai *Marshall Test* (untuk bahan dengan aspal), kuat tekan untuk (bahan yang distabilisasikan dengan semen atau kapur) atau CBR (untuk bahan lapis pondasi atau pondasi bawah).

Tabel 2.28 Koefisien Kekuatan Relatif

Koefisien Kekuatan Relatif			Kekuatan Bahan			Jenis Bahan
a1	a2	a3	Ms (kg)	Kt kg/cm <sup>2</sup>	CBR %	
0,4		-	744	-	-	LASTON
0,35		-	590	-	-	
0,32		-	454	-	-	
0,3		-	340	-	-	
0,35		-	744	-	-	LASBUTAG
0,31		-	590	-	-	
0,28		-	454	-	-	
0,26		-	340	-	-	
0,3		-	340	-	-	HRA
0,26		-	340	-	-	Aspa Macadam
0,25		-	-	-	-	LAPEN (mekanis)
0,2		-	-	-	-	LAPEN (manual)
-	0,28	-	590	-	-	LASTON ATAS
-	0,26	-	454	-	-	

-	0,24	-	340	-	-	
-	0,23	-	-	-	-	LAPEN (mekanis)
-	0,19	-	-	-	-	LAPEN (manual)
-	0,15	-	-	22	-	Stab. Tanah dengan semen
-	0,13	-	-	18	-	
-	0,15	-	-	22	-	Stab. Tanah dengan kapur
-	0,13	-	-	18	-	
-	0,14	-	-	-	100	Pondasi Macadam (Basah)
-	0,12	-	-	-	60	Pondasi Macadam
-	0,14	-	-	-	100	Batu pecah (A)
-	0,13	-	-	-	80	Batu pecah (B)
-	0,12	-	-	-	60	Batu pecah (C)
-	-	0,13	-	-	70	Sitru/pitrun (A)
-	-	0,12	-	-	50	Sitru/pitrun (B)
-	-	0,11	-	-	30	Sitru/pitrun (C)
-	-	0,1	-	-	20	Tanah/lempung kepasiran

Sumber: Petunjuk Perencanaan Tebal Perkerasan Lentur Jalan Raya Dengan

Metode Analisa Komponen SKBI 2.3.26.1987

### 2.5.8 Batas – batas minimum Tebal Perkerasan

#### 1) Lapis permukaan

Tabel 2.29 Lapis permukaan

ITP	Tebal Minimum (cm)	Bahan
< 3,00	5	Lapis pelindung : (Buras/Burtu,Burda)
3,00 – 6,70	5	Lapan/Aspal Macadam, HRA, Lasbutag, Laston
6,71 – 7,49	7,5	Lapan/Aspal Macadam, HRA, Lasbutag, Laston
7,50 – 9,99	7,5	Lasbutag, Laston

$\geq 10,00$	10	Laston
--------------	----	--------

Sumber: *Petunjuk Perencanaan Tebal Perkerasan Lentur Jalan Raya Dengan*

*Metode Analisa Komponen SKBI 2.3.26.1987*

## 2) Lapis Pondasi Atas

Tabel 2.30 Lapis Pondasi atas

ITP	Tebal Minimum	Bahan
$< 3,00$	15	Batu pecah, stabilisasi tanah dengan semen, stabilisasi tanah dengan kapur
$3,00 - 7,49$	20	Batu pecah, stabilisasi tanah dengan semen, stabilisasi tanah dengan kapur
	10	Laston atas
$7,50 - 9,99$	20	Batu pecah, stabilisasi tanah dengan semen, stabilisasi tanah dengan kapur, pondasi macadam
	15	Laston atas
$10 - 12,14$	20	Batu pecah, stabilisasi tanah dengan semen, stabilisasi tanah dengan kapur, pondasi macadam, Lapen, Laston atas
$\geq 12,25$	25	Batu pecah, stabilisasi tanah dengan semen, stabilisasi tanah dengan kapur, pondasi macadam, Lapen, Laston atas

Sumber: *Petunjuk Perencanaan Tebal Perkerasan Lentur Jalan Raya Dengan*

*Metode Analisa Komponen SKBI 2.3.26.1987*

\*) batas 20 cm tersebut dapat diturunkan menjadi 15 cm bila untuk pondasi bawah digunakan material berbutir kasar.

## 3) Lapis pondasi bawah

Untuk setiap nilai ITP bila digunakan pondasi bawah, tebal minimum adalah 10 cm.

**2.5.9 Analisa Komponen Perkerasan**

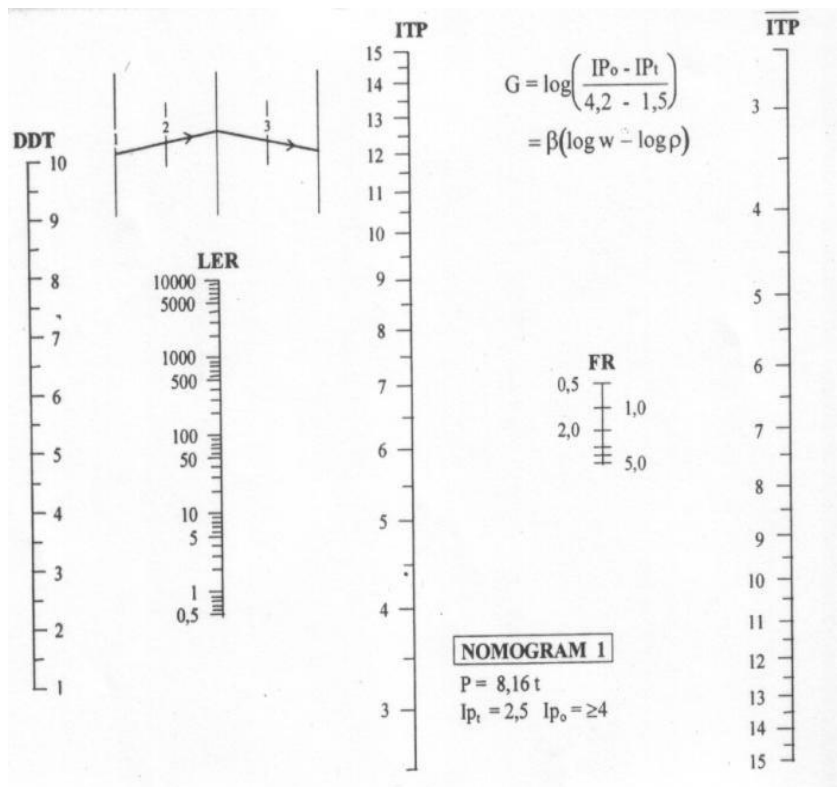
Penghitungan ini didistribusikan pada kekuatan relatif masing-masing lapisan perkerasan jangka tertentu (umur rencana) dimana penentuan tebal perkerasan dinyatakan oleh Indeks Tebal Perkerasan (ITP).

Rumus:

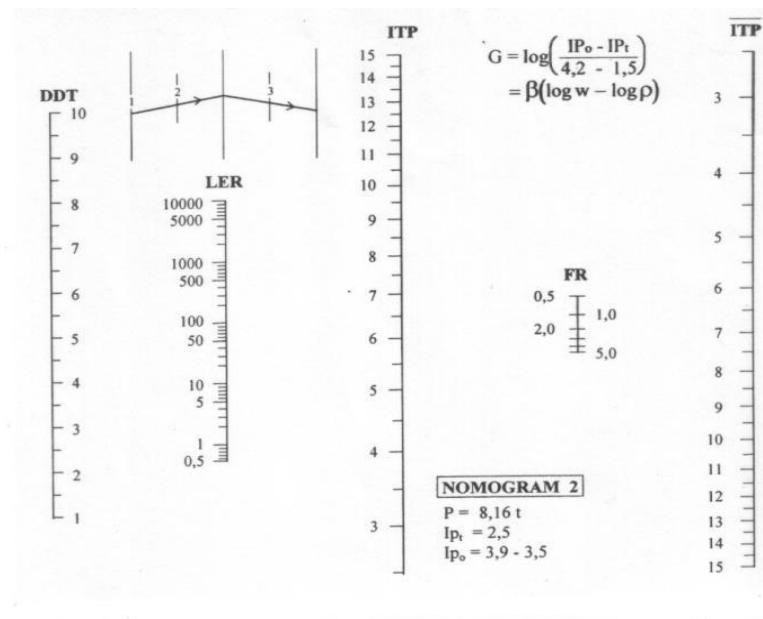
$$ITP = \alpha_1 D_1 + \alpha_2 D_2 + \alpha_3 D_3 \dots\dots\dots (2.81)$$

D1,D2,D3 = Tebal masing-masing lapis perkerasan (cm)

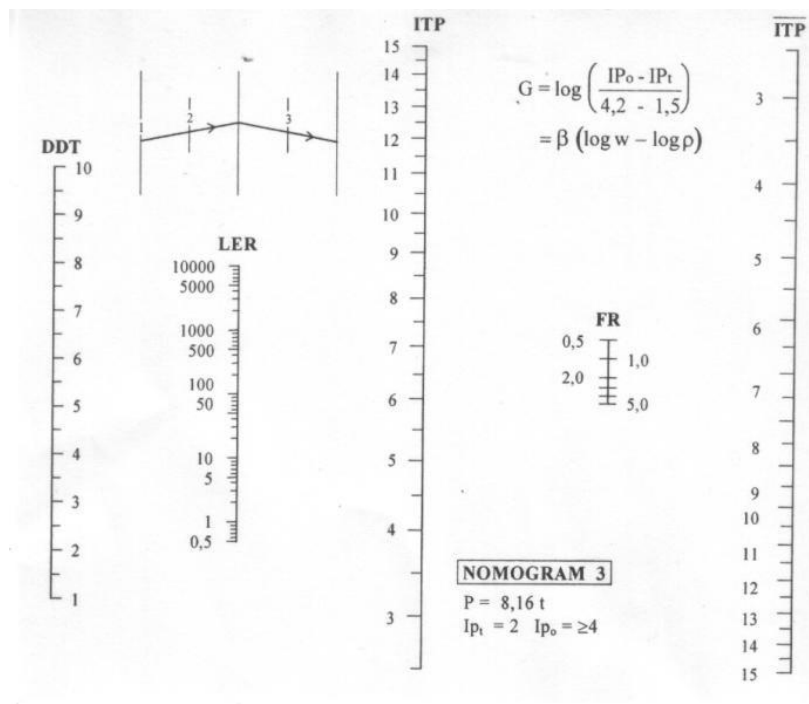
Angka 1,2,3 masing-masing lapis permukaan, lapis pondasi atas dan pondasi bawah.



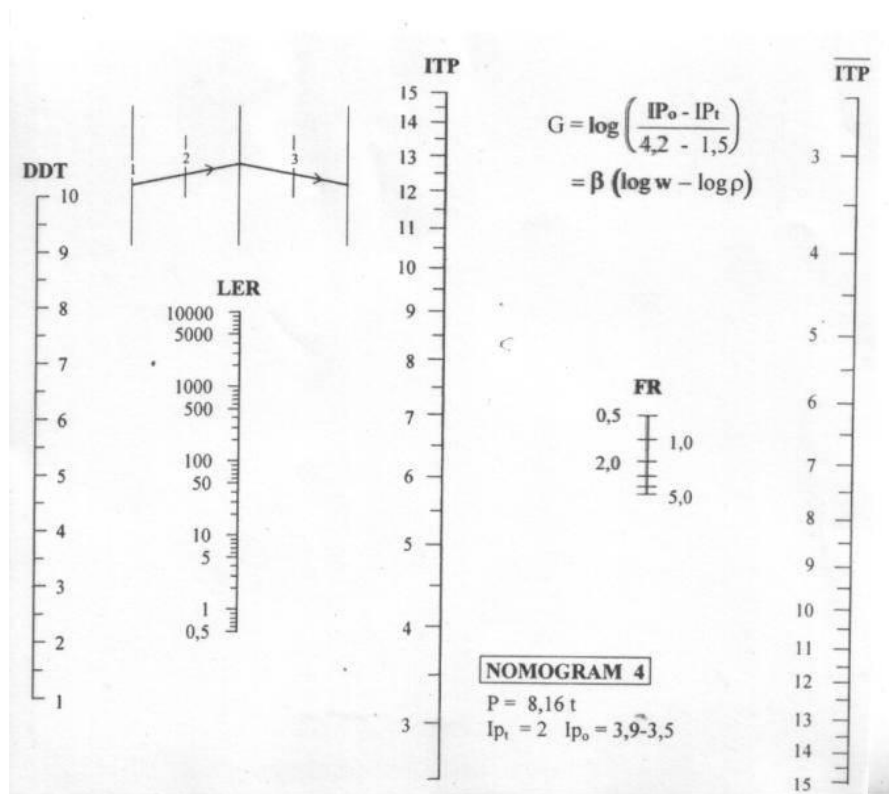
Gambar 2.15 Nomogram I untuk I<sub>pt</sub> = 2,5 dan I<sub>po</sub> = ≥ 4



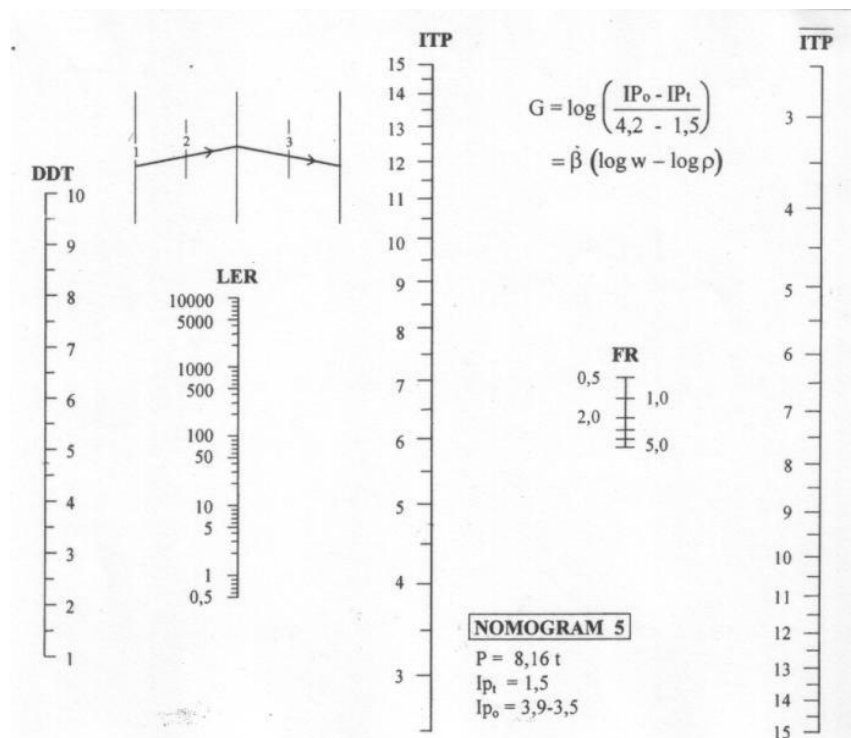
Gambar 2.16 Nomogram 2 untuk  $I_{pt} = 2,5$  dan  $I_{po} = 3,9 - 3,5$



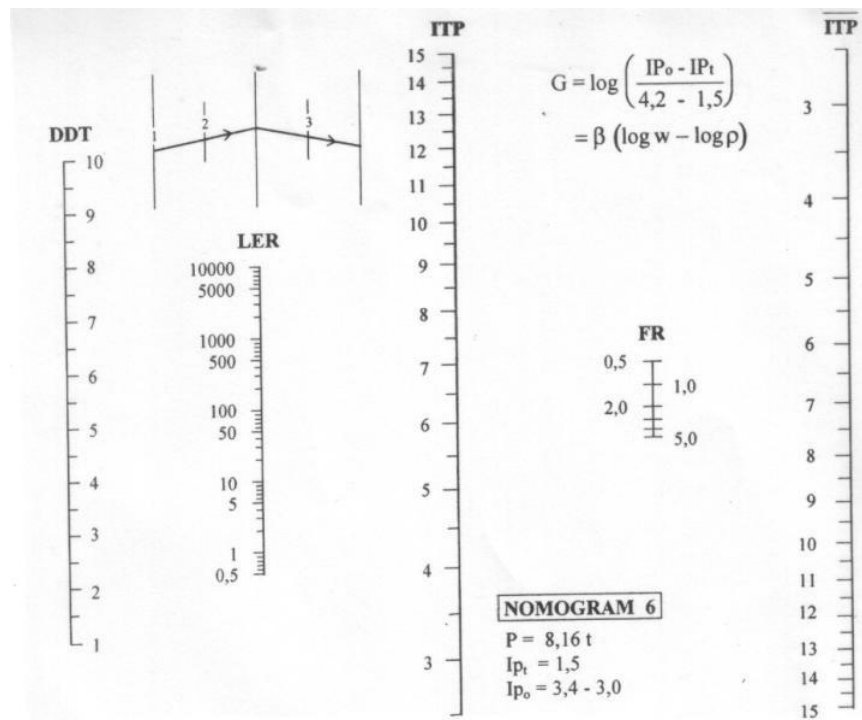
Gambar 2.17 Nomogram 3 untuk  $I_{pt} = 2$  dan  $I_{po} \geq 4$



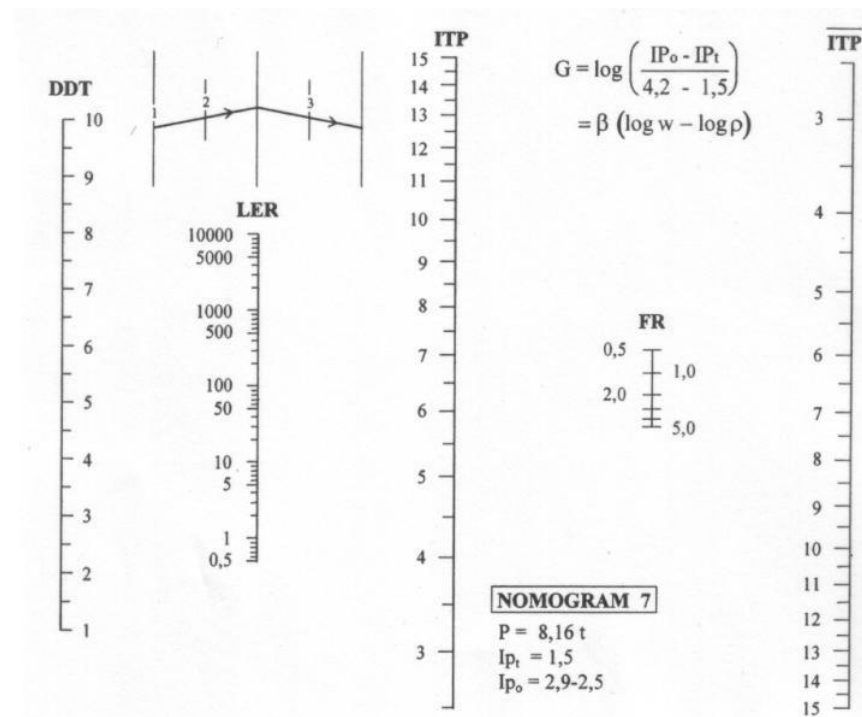
Gambar 2.18 Nomogram 4 untuk  $I_{pt} = 2$  dan  $I_{po} = 3,9 - 3,5$



Gambar 2.19 Nomogram 5 untuk  $I_{pt} = 1,5$  dan  $I_{po} = 3,9 - 3,5$

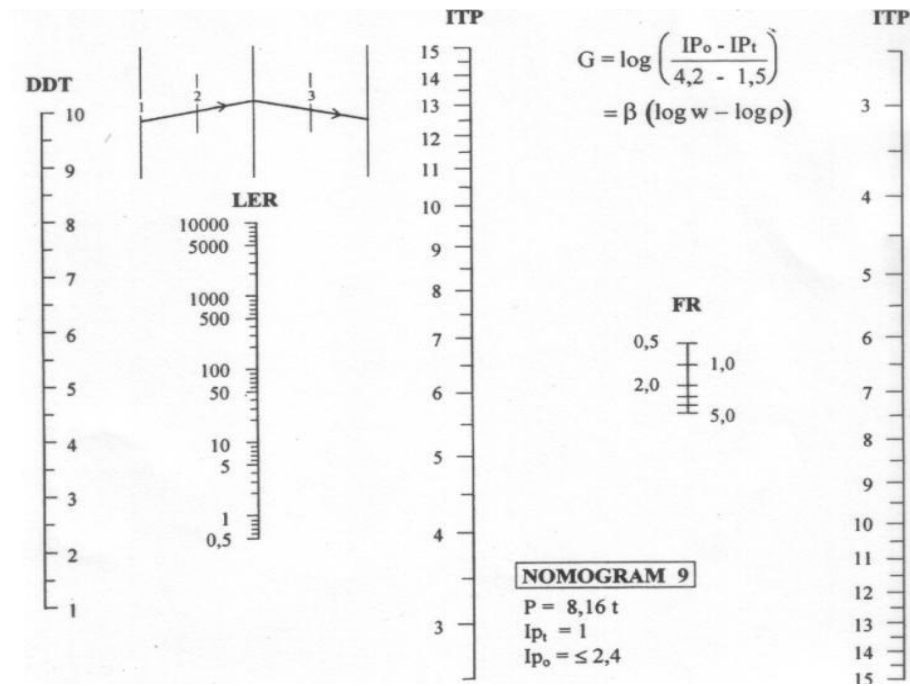


Gambar 2.20 Nomogram 6 untuk Ipt = 1,5 dan Ipo 3,4 – 3,0



Gambar 2.21 Nomogram 7 untuk Ipt = 1,5 dan Ipo 2,9 – 2,5





Gambar 2.22 Nomogram 9 untuk Ipt = 1 dan Ipo ≥ 2,4