

BAB II

LANDASAN TEORI

2.1 Perencanaan Geometrik Jalan

Perencanaan geometrik jalan merupakan bagian dari perencanaan jalan yang dititik beratkan pada perencanaan bentuk fisik sehingga dapat memenuhi fungsi dasar dari jalan yaitu memberikan pelayanan yang optimum pada arus lalu lintas dan sebagai akses ke rumah-rumah. Jadi, tujuan dari perencanaan geometrik jalan adalah menghasilkan infrastruktur yang aman, efisien pelayanan arus lalu lintas dan memaksimalkan ratio tingkat penggunaan/biaya pelaksanaan. Ruang, bentuk dan ukuran jalan dikatakan baik jika dapat memberikan rasa aman dan nyaman kepada pemakai jalan. (Silvia Sukirman, 1997:17)

Perencanaan geometrik jalan adalah perencanaan *route* dari suatu ruas jalan secara lengkap, meliputi beberapa elemen yang disesuaikan dengan kelengkapan dan data dasar yang ada atau tersedia dari hasil survei lapangan dan telah dianalisis, serta mengacu pada ketentuan yang berlaku. (Shirley L. Hendarsin, 2000:88)

Perencanaan geometrik jalan merupakan suatu perencanaan *route* dari suatu ruas jalan secara lengkap, menyangkup beberapa komponen jalan yang dirancang berdasarkan kelengkapan data dasar, yang didapatkan dari hasil *survey* lapangan, kemudian dianalisis berdasarkan acuan persyaratan perencanaan geometrik yang berlaku. (Ir. Hamirhan Saodang, 2010:20)

Perencanaan geometrik jalan merupakan bagian dari perencanaan jalan yang dititik beratkan pada perencanaan bentuk fisik, sehingga dapat memenuhi fungsi dasar dari jalan yaitu memberikan pelayanan yang optimum pada arus lalu lintas

dan memaksimalkan rasio tingkat penggunaan biaya pelaksanaan. Sehingga dapat memberikan rasa aman dan nyaman kepada pemakai jalan. (Aldrin V Ferdinandus & N Lewaherilla, 2017)

2.1.1 Klasifikasi Jalan

- a. Klasifikasi jalan menurut fungsi jalan pada Bina Marga dalam Tata Cara Perencanaan Geometrik Jalan Antar Kota (TPGJAK) NO.038/T/BM/1997 terbagi menjadi:
1. Jalan Arteri, jalan yang melayani angkutan utama dengan ciri-ciri perjalanan jarak jauh, kecepatan rata-rata tinggi, dan jumlah jalan masuk telah dibatasi,
 2. Jalan Kolektor, jalan yang melayani angkutan pengumpul/pembagi dengan ciri-ciri perjalanan jarak sedang, kecepatan rata-rata sedang, dan jumlah jalan masuk dibatasi,
 3. Jalan Lokal, jalan yang melayani angkutan setempat dengan ciri-ciri perjalanan jarak dekat, kecepatan rata-rata rendah, dan jumlah jalan masuk tidak dibatasi.
- b. Klasifikasi menurut kelas jalan berkaitan dengan kemampuan untuk menerima beban lalu lintas, dinyatakan dalam muatan sumbu terberat (MST) seperti dalam Tabel 2.1

Tabel 2.1 Klasifikasi Menurut Kelas Jalan

Fungsi	Kelas	Muatan Sumbu Terberat (MST) (Ton)
Arteri	I	>10
	II	10
	IIIA	8
Kolektor	IIIA	8
	IIIB	

Fungsi	Kelas	Muatan Sumbu Terberat (MST) (Ton)
Lokal	IIC	Tidak ditentukan

Sumber: TPGJAK NO.038/T/BM/1997

- c. Klasifikasi menurut medan jalan diklasifikasi berdasarkan kondisi sebagian besar kemiringan medan yang diukur tegak lurus garis kontur. Klasifikasi jalan menurut medan jalan pada Bina Marga dalam Tata Cara Perencanaan Geometrik Jalan Antar Kota (TPGJAK) NO.038/T/BM/1997 terbagi atas:

Tabel 2.2 Klasifikasi Menurut Medan Jalan

No	Jenis Medan	Notasi	Kemiringan Medan (%)
1.	Datar	D	<3
2.	Perbukitan	B	3-25
3.	Pegunungan	G	>25

Sumber: TPGJAK NO.038/T/BM/1997

2.1.2 Kendaraan Rencana

Kendaraan rencana adalah kendaraan yang merupakan wakil dari kelompoknya, dipergunakan untuk merencanakan bagian-bagian dari jalan. Untuk perencanaan geometrik jalan, ukuran lebar kendaraan rencana akan mempengaruhi perencanaan tikungan, dan lebar median dimana mobil diperkenankan untuk memutar (Silvia Sukirman, 1999:38)

Kendaraan rencana dikelompokkan menjadi:

- a. Kendaraan Kecil, diwakili oleh mobil penumpang,
- b. Kendaraan Sedang, diwakili oleh truk 3 as tandem atau oleh bus besar 2 as,
- c. Kendaraan Besar, diwakili oleh truk-semi-trailer.

Tabel 2.3 Dimensi Kendaraan Rencana

Kategori kendaraan utama	Dimensi kendaraan utama (ton)			Tonjolan(cm)		Radius putar (cm)		Radius tonjolan (cm)
	Tinggi	Lebar	Panjang	Depan	Belakang	Min	Maks	
Kecil	130	210	580	90	150	420	730	780
Sedang	410	260	1210	210	240	740	1280	1410
Besar	410	260	2100	120	90	290	1400	1370

Sumber: TPGJAK NO.038/T/BM/1997

2.1.3 Kecepatan Rencana

Kecepatan rencana adalah kecepatan yang dipilih untuk keperluan perencanaan setiap bagian jalan raya seperti tikungan kemiringan jalan, jarak pandang, dan lain-lain. Pemilihan kecepatan rencana sangat mempengaruhi keadaan seluruh bagian jalan dan biaya untuk pelaksanaan jalan tersebut (Silvia Sukirman, 1999:40). Kecepatan rencana (V_R) terdapat dalam tabel 2.4

Tabel 2.4 Kecepatan Rencana (V_R)

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

2.1.4 Bagian-bagian Jalan

a. Daerah Manfaat Jalan (DAMAJA)

Daerah manfaat jalan yaitu daerah yang meliputi seluruh badan jalan, saluran tepi jalan, dan ambang pengaman. Daerah manfaat jalan dibatasi oleh:

1. Lebar antara batas ambang pengaman konstruksi jalan di kedua sisi jalan,
2. Tinggi 5 meter di atas permukaan perkerasan pada sumbu jalan,
3. Kedalaman ruang bebas 1,5 meter di bawah muka jalan.

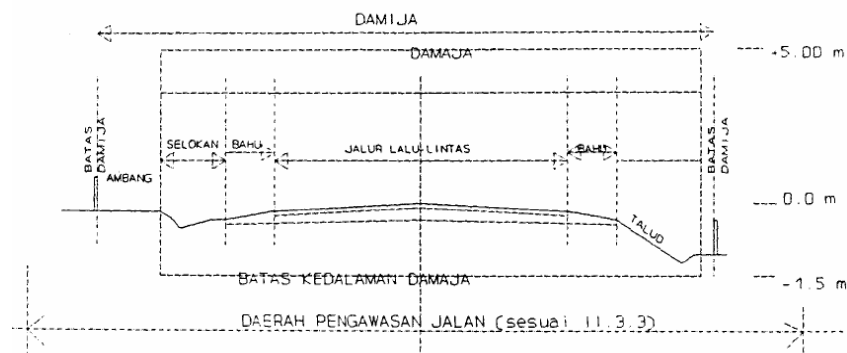
b. Daerah Milik Jalan (DAMIJA)

Daerah milik jalan adalah daerah yang dibatasi oleh lebar yang sama dengan damaja di tambah ambang pengaman konstruksi jalan dengan tinggi 5 meter dan kedalaman 1,5 meter.

c. Daerah Pengawasan Jalan (DAWASJA)

Daerah pengawasan jalan adalah daerah sepanjang jalan diluar damija yang dibatasi oleh tinggi dan lebar tertentu, dengan ketentuan sebagai berikut:

1. Jalan arteri minimal 20 meter,
2. Jalan kolektor minimum 15 meter,
3. Jalan lokal minimum 10 meter.



Gambar 2.1 Damaja, Damija, dan Dawasja di Lingkungan Jalan Antar Kota
Sumber: TPGJAK NO.038/T/BM/1997

2.1.5 Alinyemen Horizontal

Perencanaan alinyemen horizontal, umumnya akan ditemui dua bagian jalan, yaitu: bagian lurus dan bagian lengkung atau umum disebut tikungan.

a. Panjang Bagian Lurus

Panjang maksimum bagian lurus harus dapat ditempuh dalam waktu $\leq 2,5$ menit

Tabel 2.5 Panjang Bagian Lurus Maksimum

Fungsi	Panjang Bagian Lurus Maksimum (m)		
	Datar	Bukit	Gunung
Arteri	3.000	2.500	2.000
Kolektor	2.000	1.750	1.500

Sumber: (TPGJAK) NO.038/T/BM/1997

b. Tikungan

Pada umumnya tikungan yang digunakan dibagi menjadi:

1. Lingkaran (*Full-Circle* = F-C),
2. Spiral-Lingkaran-Spiral (*Spiral-Circle-Spiral* = S-C-S),
3. Spiral-Spiral (S-S).

c. Jari-jari Tikungan Minimum

Agar kendaraan stabil 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).

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

Rumus perhitungan lengkung horizontal dari buku TPGJAK:

Untuk $V < 80$ km/jam:

$$F_{maks} = 0,192 - (0,00065xV_R) \dots\dots\dots (2.1)$$

Untuk $V > 80$ km/jam:

$$F_{maks} = 0,24 - (0,00125 \times V_R) \dots\dots\dots (2.2)$$

$$R_{min} = \frac{V_R^2}{127 \times (e_{maks} + f_{maks})} \dots\dots\dots (2.3)$$

$$D_{maks} = \frac{181913,53 (e_{maks} + f_{maks})}{V_R^2} \dots\dots\dots (2.4)$$

Keterangan:

F_{maks} = Koefisien gesekan melintang maksimum

R_{min} = Jari-jari tikungan minimum, (m)

D_{maks} = Derajat lengkung maksimum, ($^{\circ}$)

V_R = Kecepatan kendaraan rencana, (km/jam)

E_{maks} = Superelevasi maksimum, (%)

Panjang jari-jari minimum untuk $E_{maks} = 10\%$ terdapat pada tabel 2.6.

Tabel 2.6 Panjang Jari-jari Minimum (dibulatkan) untuk $E_{maks} = 10\%$

V_r , (km/jam)	120	100	80	60	50	40	30	20
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 $F_{maks} = -0,00065V + 0,192$

Untuk kecepatan rencana $80 - 112$ km/jam, berlaku $F_{maks} = -0,00125V + 0,24$

1. Lengkung Peralihan (L_s)

Lengkung peralihan (L_s) berfungsi untuk memberikan kesempatan kepada pengemudi untuk mengantisipasi perubahan alinyemen jalan dari bentuk lurus (R tak hingga) sampai bagian lengkung jalan berjari-jari tetap (R). Dengan demikian, gaya sentrifugal yang bekerja pada kendaraan saat melintasi tikungan berubah

secara berangsur-angsur, baik Ketika kendaraan mendekati tikungan maupun meninggalkan tikungan.

Berdasarkan TPGJAK NO.038/T/BM/1997, Panjang lengkung peralihan (L_s) ditentukan dari 3 rumus dibawah ini dan diambil nilai yang paling terbesar.

Berdasarkan waktu tempuh maksimum di lengkung peralihan

$$L_s = \frac{V_R}{3,6} \dots\dots\dots (2.5)$$

Keterangan:

V_R = Kecepatan rencana, (km/jam)

T = Waktu tempuh pada lengkung peralihan, ditetapkan 3 detik

Berdasarkan antisipasi gaya sentrifugal

$$L_s = 0,022x \frac{V_R}{R_{xc}} - 2,727x \frac{V_{Rc}}{c} \dots\dots\dots (2.6)$$

Berdasarkan tingkat pencapaian perubahan kelandaian

$$L_s = \frac{(e_m - e_n)xV_R}{3,6x re} \dots\dots\dots (2.7)$$

Keterangan:

V_r = Kecepatan Rencana, (km/jam)

E_m = Superelevasi maksimum

E_n = Superelevasi normal

R_e = Tingkat pencapaian perubahan kemiringan melintang

2. Landai Relatif

$$\frac{1}{m} = \frac{(e + e_n)}{L_s} \dots\dots\dots (2.8)$$

Keterangan

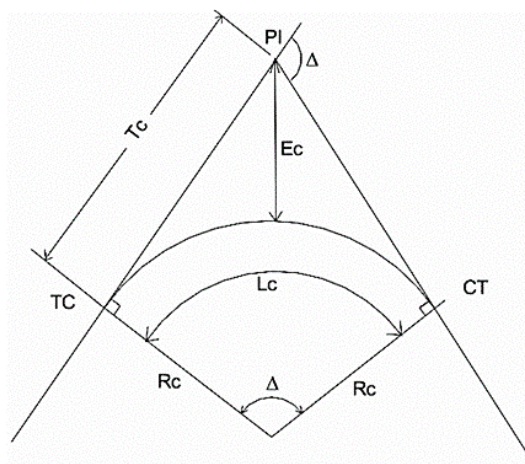
$\frac{1}{m}$ = Landai relative, (m)

e = Superelevasi, (%)

en = Kemiringan melintang normal, (%)

B = Lebar lajur, (m)

3. Tikungan F-C (*Full Circle*)



Gambar 2.2 Lengkung F-C (Full Circle)

Lengkung busur lingkaran sederhana hanya dapat dipilih untuk radius lingkaran yang besar, dimana superelevasi yang dibutuhkan kurang atau sama dengan 3%. (Silvia Sukirman, 1999:120)

$$Tc = Rc \tan \frac{1}{2} \Delta \dots\dots\dots (2.9)$$

$$Ec = Tc \tan \frac{1}{4} \Delta \dots\dots\dots (2.10)$$

$$Lc = \frac{\Delta \cdot 2\pi \cdot Rc}{360^\circ} \dots\dots\dots (2.11)$$

Keterangan:

Δ = Sudut Tikungan, ($^{\circ}$)

TC = Tangen to Circle

CT = Circle to Tangen

Rc = Jari-jari Busur Lingkaran, (m)

Tc = Panjang Tangen (jarak dari TC ke PI atau PI ke TC), (m)

Lc = Panjang Busur Lingkaran, (m)

Ec = Jarak Luar dari PI ke busur lingkaran, (m)

F-C (*Full Circle*) adalah jenis tikungan yang hanya terdiri dari bagian suatu lingkaran saja. Tikungan F-C hanya digunakan untuk R (jari-jari) yang besar agar tidak terjadi patahan, karena dengan R kecil maka diperlukan superelevasi yang besar.

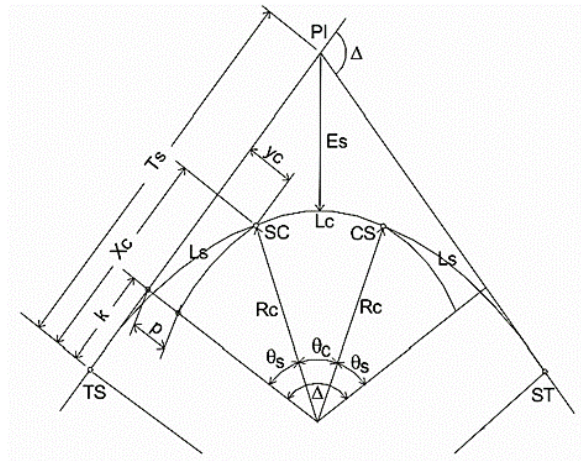
Tabel 2.7 Jari-jari Tikungan yang Tidak Memerlukan Lengkung Peralihan

Vr (km/jam)	120	100	80	60	50	40	30	20
Rmin (m)	2500	1500	900	500	350	250	130	60

Sumber: (TPGJAK) NO.038/T/BM/1997

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

Lengkung S-C-S (*Spiral Circle Spiral*) adalah lengkung peralihan berbentuk spiral yang menghubungkan bagian lurus dengan radius tak berhingga di awal spiral (kiri TS) dan bagian berbentuk lingkaran dengan radius = Rc diakhir spiral (kanan SC). Titik TS adalah titik peralihan bagian lurus ke bagian berbentuk spiral dan titik SC adalah titik peralihan bagian spiral ke bagian lingkaran. (Silvia Sukirman, 1999:127)



Gambar 2.3 Lengkung S-C-S (*Spiral Circle Spiral*)

Rumus-rumus yang digunakan:

$$\theta_s = \frac{L_s}{2 \cdot R_c} \times \frac{360}{2\pi} \dots\dots\dots (2.12)$$

$$\Delta_c = \Delta - (2\theta_s) \dots\dots\dots (2.13)$$

$$X_c = L_s - \left(\frac{L_s^3}{40 \times R_c^2} \right) \dots\dots\dots (2.14)$$

$$Y_c = \frac{L_s^2}{6R_c} \dots\dots\dots (2.15)$$

$$p = Y_c - R_c(1 - \cos \theta_s) \dots\dots\dots (2.16)$$

$$k = X_c - R_c \sin \theta_s \dots\dots\dots (2.17)$$

$$E_s = \frac{R_c + p}{\cos \frac{1}{2} \Delta} - R_c \dots\dots\dots (2.18)$$

$$T_s = (R_c + p) \times \tan \left(\frac{1}{2} \Delta \right) + K \dots\dots\dots (2.19)$$

$$L_c = \frac{\Delta_c \times 2\pi \times R_c}{360^\circ} \dots\dots\dots (2.20)$$

$$L_{tot} = L_c + (2L_s) \dots\dots\dots (2.21)$$

Keterangan:

X_c = Absis titik SC pada garis tangen, jarak dari titik ST ke SC, (m)

Y_c = Jarak tegak lurus ke titik SC pada lengkung, (m)

L_s = Panjang dari titik TS ke SC atau CS ke ST, (m)

L_c = Panjang busur lingkaran (Panjang dari titik SC ke SC), (m)

T_s = Panjang tangen dari titik PI ke titik TS atau ke titik TS, (m)

TS = Titik dari tangen ke spiral

SC = Titik dari spiral ke lingkaran

E_s = Jarak dari PI ke busur lingkaran, (m)

θ_s = Sudut lengkung spiral, ($^\circ$)

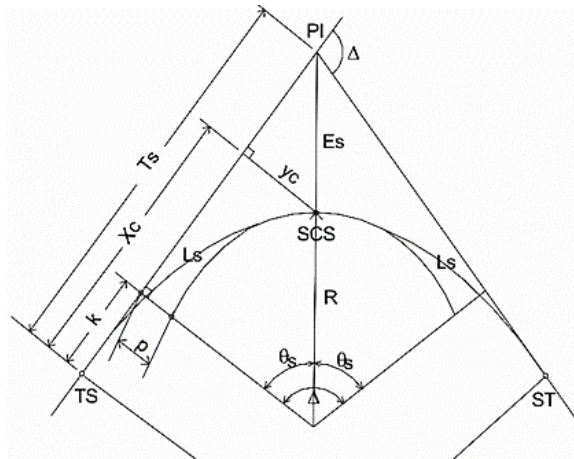
R_c = Jari-jari rencana, (m)

P = Pergeseran tangen terhadap spiral, (m)

k = Absis dari p pada garis tangen spiral, (m)

5. Tikungan S-S (*Spiral Spiral*)

Lengkung horizontal berbentuk S-S (*Spiral Spiral*) adalah lengkung tanpa busur lingkaran, sehingga titik SC berimpit dengan titik SC. Panjang busur lingkaran $L_c=0$, dan $\theta_s = \frac{1}{2}\beta$. R_c yang dipilih harus sedemikian rupa sehingga L_s yang dibutuhkan lebih besar dari L_s yang menghasilkan landai relative minimum yang disyaratkan. (Silvia Sukirman, 1999:134)



Gambar 2.4 Lengkung S-S (*Spiral Spiral*)

Untuk bentuk tikungan spiral-spiral berlaku rumus sebagai berikut:

$$\theta_s = \frac{1}{2} \Delta \dots\dots\dots (2.22)$$

$$L_{tot} = 2L_s \dots\dots\dots (2.23)$$

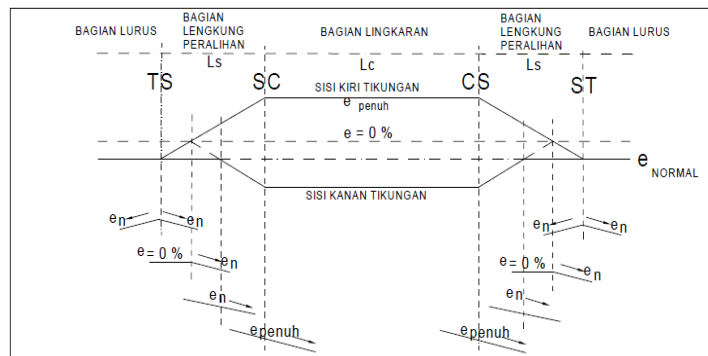
$$L_s = \frac{\theta_s \pi x R C}{90^\circ} \dots\dots\dots (2.24)$$

Y_c , X_c , p , k , T_s , dan E_s menggunakan rumus pada tikungan S-C-S (*Spiral-Circle-Spiral*).

6. Diagram Superelevasi

Superelevasi 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 di pergunakan untuk sistem drainase aktif. Harga elevasi (e) yang menyebabkan kenaikan elevasi terhadap sumbu jalan diberi tanda (+) dan yang menyebabkan penurunan elevasi terhadap jalan diberi tanda (-). Berikut adalah gambar diagram superelevasi:

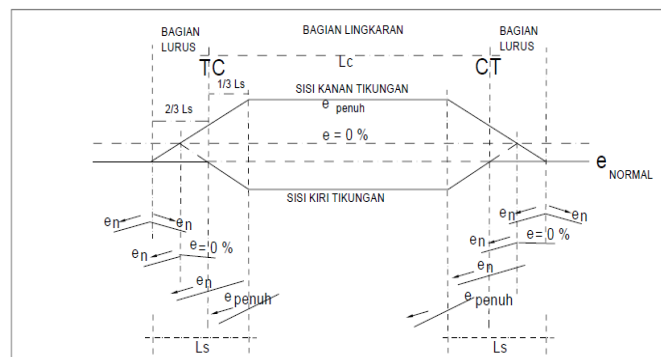
a. Diagram superelevasi *Spiral-Circle-Spiral* (SCS)



Gambar 2.5 Diagram Superelevasi pada Tikungan SCS

Sumber: RSNI T-14-2004

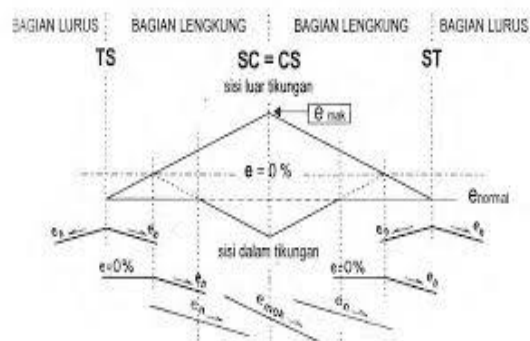
b. Diagram superelevasi *full-Circle* (FC)



Gambar 2.6 Diagram Superelevasi pada Tikungan FC

Sumber: RSNI T-14-2004

c. Diagram superelevasi *Spiral-Spiral* (SS)



Gambar 2.7 Diagram Superelevasi pada Tikungan SS

Sumber: RSNI T-14-2004

Tabel 2.8 Panjang Lengkung Peralihan Minimum dan Superelevasi yang Dibutuhkan (Emaks = 10% Metode Bina Marga)

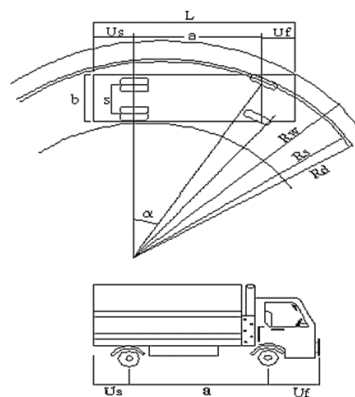
D (°)	R (m)	V = 50 km/jam		V = 60 km/jam		V = 70 km/jam		V = 80 km/jam		V = 90 km/jam	
		E	Ls	e	Ls	e	Ls	e	Ls	e	Ls
0,250	5730	LN	0	LN	0	LN	0	LN	0	LN	0
0,500	2865	LN	0	LN	0	LP	60	LP	70	LP	75
0,750	1910	LN	0	LP	50	LP	60	0,020	70	0,025	75
1,000	1432	LP	45	LP	50	0,021	60	0,027	70	0,033	75
1,250	1146	LP	45	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				

D (°)	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
9,000	159	0,074	45	0,091	50	0,099	60				
10,000	143	0,079	45	0,095	60	Dmaks = 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	Dmaks = 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	50								
18,000	80	0,099	50								
19,000	75	Dmaks = 18,85									

7. Pelebaran Perkerasan pada Lengkung Horizontal

Kendaraan yang bergerak dari jaman lurus menuju ke tikungan, seringkali tak dapat mempertahankan lintasannya pada lajur yang disediakan. Hal ini disebabkan karena:

- a. Pada waktu membelok yang diberi belokan pertama kali hanya roda depan, sehingga lintasan roda belakang agak keluar lajur (*off tracking*),
- b. Jejak lintasan kendaraan tidak lagi berimpit, karena bumper depan dan belakang kendaraan akan mempunyai lintasan yang berbeda dengan lintasan roda depan dan roda belakang kendaraan
- c. Pengemudi akan mengalami kesukaran dalam mempertahankan lintasannya tetap pada lajur jalannya terutama pada tikungan-tikungan yang tajam atau pada kecepatan-kecepatan yang tinggi. (Silvia Sukirman, 1999:141)



Gambar 2.8 Pelebaran Perkerasan pada Tikungan

Rumus-rumus yang digunakan:

$$B = n(b' + c) + (n - 1)Td + Z \dots\dots\dots (2.25)$$

$$b' = B + b'' \dots\dots\dots (2.26)$$

$$b'' = Rc^2 - \sqrt{RC^2 - p^2} \dots\dots\dots (2.27)$$

$$Td = \sqrt{Rc^2 + A(2p + A)} - Rc \dots\dots\dots (2.28)$$

Keterangan:

B = Lebar perkerasan pada tikungan, (m)

n = Jumlah jalur lalu lintas

b = Lebar lintasan truk pada jalur lurus, (m)

b' = Lebar lintasan truk pada tikungan, (m)

p = Jarak As roda depan dengan roda belakang truk, (m)

A = Tonjolan depan sampai bumper, (m)

Td = Lebar melintang akibat tonjolan depan, (m)

Z = Lebar tambahan akibat kelelahan pengemudi, (m)

c = Kebebasan samping, (m)

e = Pelebaran perkerasan, (m)

Rc = Jari-jari rencana, (m)

8. Kebebasan Samping

Perhitungan kebebasan samping tergantung kepada Jh, antara lain:

a. Jarak pandang henti (Jh) < panjang tikungan

$$E = R \left(1 - \cos \frac{90^\circ Jh}{\pi R} \right) \dots\dots\dots (2.29)$$

b. Jarak pandang henti (Jh) > panjang tikungan

$$E = R \left(1 - \cos \frac{90^\circ Jh}{\pi R} \right) \frac{1}{2} (Jh - Lt) \sin \left(\frac{90^\circ Jh}{\pi R} \right) \dots\dots\dots (2.30)$$

Keterangan:

R = Jari-jari tikungan, (m)

Jh = Jarak pandang, (m)

Lt = Panjang tikungan, (m)

9. Jarak Pandang pada Lengkung Horizontal

Jarak pandang adalah jarak di sepanjang tengah-tengah suatu jalur jalan dari mata pengemudi ke suatu titik di muka pada garis yang sama yang dapat dilihat oleh pengemudi. (RSNI T-14-2004:2)

Perhitungan untuk jarak pandang kendaraan antara lain:

$$Jh = 0,694xV_R + 0,004 \frac{V_R}{f} \dots\dots\dots (2.31)$$

Keterangan:

V_R = Kecepatan rencana, (km/jam)

f = Koefisien gesek memanjang perkerasan jalan aspal (0,35-0,55)

Jarak Pandang Henti (J_h) dan Jarak Pandang Mendahului (J_d) dapat dibedakan pada table berikut:

Tabel 2.9 Jarak Pandang Henti (J_h) Minimum

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

Sumber: (TPGJAK) NO.038/T/BM/1997

Tabel 2.10 Jarak Pandang Mendahului (J_d)

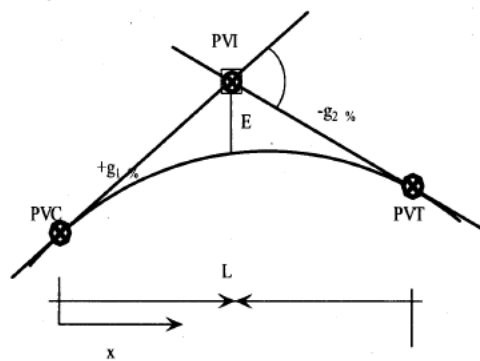
V_R , (km/jam)	120	100	80	60	50	40	30	20
J_d , (m)	800	175	550	350	250	200	15	200

Sumber: (TPGJAK) NO.038/T/BM/1997

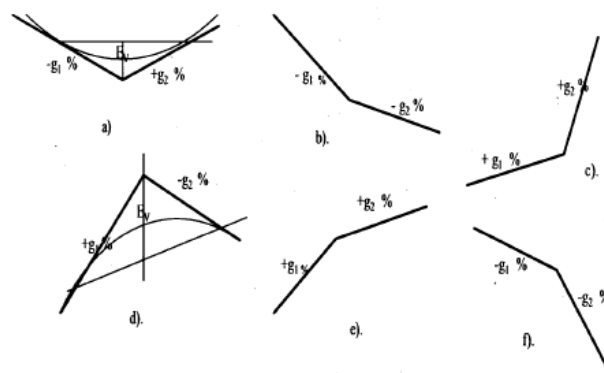
2.1.6 Alinyemen Vertikal

Pergantian dari satu kelandaian ke kelandaian berikutnya, dilakukan dengan mempergunakan lengkung vertikal. Lengkung vertikal direncanakan sedemikian rupa sehingga dapat memenuhi keamanan, kenyamanan dan drainase. Jenis lengkung vertikal dilihat dari titik perpotongan kedua bagian yang lurus (tangens), adalah:

- Lengkung vertikal cekung, adalah suatu lengkung dimana titik perpotongan antara kedua tangen berada di bawah permukaan jalan.
- Lengkung vertikal cembung, adalah lengkung dimana titik perpotongan kedua tangen berada di atas permukaan jalan yang bersangkutan. (Hamirha S, 2010:113)



Gambar 2.9 Tipikal Lengkung Bentuk Parabola



Gambar 2.10 Jenis Lengkung Vertikal dilihat dari PV

1. Landai Maksimum

Kelandaian maksimum dimaksudkan untuk memungkinkan kendaraan bergerak terus tanpa kehilangan kecepatan yang berarti. Kelandaian maksimum didasarkan pada kecepatan truk yang bermuatan penuh yang mampu bergerak dengan penurunan kecepatan tidak lebih dari separuh kecepatan semula tanpa harus menggunakan gigi rendah.

2. Panjang Kritis Landai

Panjang kritis landai yaitu panjang landai maksimum yang harus disediakan agar kendaraan dapat mempertahankan kecepatannya sedemikian sehingga penurunan kecepatan tidak lebih dari separuh VR. Lama perjalanan ditetapkan tidak lebih dari satu menit. Panjang kritis landai dapat dilihat pada Tabel 2.11

Tabel 2.11 Hubungan Besar Landai dan Panjang Kritis Jalan

Landai (%)	3	4	5	6	7	8	10	12
Panjang kritis (m)	480	330	250	200	170	150	135	120

Sumber: Peraturan Perencanaan Geometrik Jalan Raya No. 13/1970

Apabila pertimbangan biaya pembangunan memaksa, panjang kritis dapat dilampaui, dengan ketentuan bahwa harus ditambahkan jalur pendakian khusus.

3. Lengkung Vertikal

a. Lengkung vertikal cekung

Berdasarkan jarak pandangan penyinaran lampu depan < L

$$L = \frac{A \cdot S^2}{150 + 3.50 \cdot S} \dots\dots\dots (2.32)$$

Berdasarkan jarak pandangan penyinaran lampu depan > L

$$L = 2 \cdot S - \frac{150 + 3.5 \cdot S}{A} \dots\dots\dots (2.33)$$

Berdasarkan pandangan bebas dibawah bangunan pada lengkung vertikal:

Jarak pandangan $S < L$

$$L = \frac{A \cdot S^2}{3480} \dots\dots\dots (2.34)$$

Jarak pandangan $S > L$

$$L = 2 \cdot S - \frac{3480}{A} \dots\dots\dots (2.35)$$

Berdasarkan kenyamanan pengemudi pada lengkung vertikal cekung

$$Lv = \frac{AV^2}{390} \dots\dots\dots (2.36)$$

Berdasarkan syarat drainase:

$$Lv = 40xA \dots\dots\dots (2.37)$$

Berdasarkan syarat kenyamanan 3 detik perjalanan

$$Lv = Vxt \dots\dots\dots (2.38)$$

b. Lengkung vertikal cembung

Berdasarkan J_h :

$J_h < L$

$$L = \frac{AxJh^2}{399} \dots\dots\dots (2.39)$$

$J_h > L$

$$L = 2xJh - \frac{399}{A} \dots\dots\dots (2.40)$$

Berdasarkan J_d :

$J_d < L$

$$L = \frac{AxJd^2}{840} \dots\dots\dots (2.41)$$

$Jd > L$

$$L = 2xJdx \frac{840}{A} \dots\dots\dots (2.42)$$

Berdasarkan syarat keluwesan bentuk:

$$Lv = 0,6xVr \dots\dots\dots (2.43)$$

Berdasarkan syarat drainase:

$$Lv = 40xA \dots\dots\dots (2.44)$$

Berdasarkan syarat kenyamanan 3 detik perjalanan:

$$Lv = Vxt \dots\dots\dots (2.45)$$

4. Galian dan Timbunan

Cara menghitung volume galian maupun timbunan dihitung 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. Cara menghitung galian dan timbunan dapat dilihat pada Tabel 2.12.

Tabel 2.12 Cara Menghitung Galian dan Timbunan

Titik	Stasion	Luas Penampang Melintang (m ²)				Jarak (m)	Volume (m ³)	
		Galian	Timbunan	Rata-rata			Galian	Timbunan
				Galian	Timbunan			
1	STA + jarak awal	AG1	AT1			J1		
				$(AG1+AG2)/2$	$(AT1+AT2)/2$		$((AG1+AG2)/2)*J1$	$((AT1+AT2)/2)*J1$
2	STA + jarak	AG2	AT2					
Total (Σ)						(Σ) Jarak	(Σ) Galian	(Σ) Timbunan

2.2 Perencanaan Drainase

Drainase merupakan salah satu fasilitas dasar yang dirancang sebagai sistem guna memenuhi kebutuhan masyarakat dan merupakan komponen penting dalam perencanaan kota (perencanaan infrastruktur khususnya). Drainase yang berasal dari bahasa Inggris yaitu *drainage* mempunyai arti mengalirkan, menguras, membuang atau mengalihkan air. Secara umum, drainase dapat didefinisikan sebagai suatu tindakan teknis untuk mengurangi kelebihan air, baik yang berasal dari air hujan, rembesan, maupun kelebihan air irigasi dari suatu kawasan atau lahan, sehingga fungsi kawasan atau lahan tidak terganggu. (Suripin, 2004)

2.2.1 Analisis Hidrologi

a. Metode Rata-rata Aljabar

Metode rata-rata aljabar adalah perhitungan rata-rata secara aljabar curah hujan didalam dan sekitar daerah yang dianalisis.

$$R = \frac{1}{n}(R_1 + R_2 + \dots + R_n) \dots \dots \dots (2.46)$$

Keterangan:

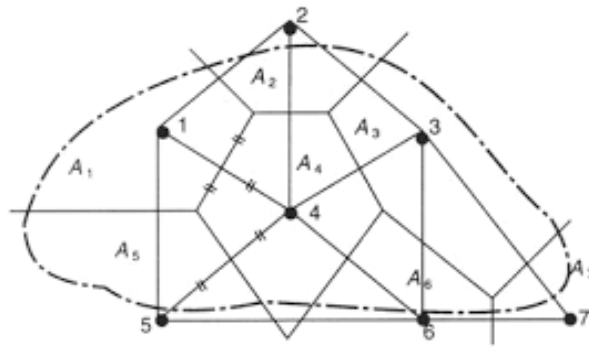
R = Curah hujan daerah

n = Jumlah titik atau pos pengamatan

R_1, R_2, \dots, R_n = Curah hujan di setiap titik pengamatan

b. Metode Polygon Thiessen

Metode *Polygon Thiessen* adalah perhitungan curah hujan yang dilakukan dengan memperhitungkan daerah pengaruh tiap titik pengamatan jika titik-titik didalam daerah pengamatan tidak tersebar merata.



Gambar 2.11 Polygon Thiessen

$$P = \frac{P_1A_1 + P_2A_2 + P_3A_3 + \dots + P_nA_n}{A_1 + A_2 + A_3 + \dots + A_n} = \frac{\sum_{i=1}^n P_i A_i}{\sum_{i=1}^n A_i} \dots\dots\dots (2.47)$$

Keterangan:

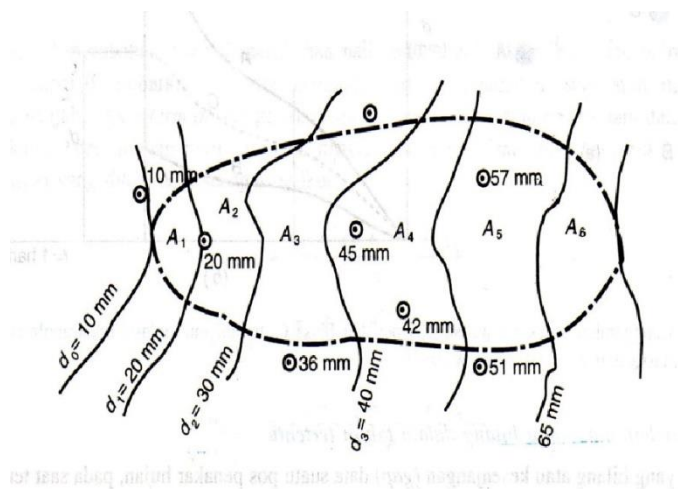
P = Curah hujan kawasan, (mm)

P₁, P₂, ..., P_n = Curah hujan masing-masing stasiun, (mm)

A₁, A₂, ..., A_n = Luasan area polygon, (km²)

c. Metode Isohyet

Metode Isohyet adalah cara rasional yang terbaik jika garis-garis dapat digambarkan dengan teliti.



Gambar 2.12 Metode Isohyet

$$\bar{R} = \frac{\sum_{i=1}^n A_i \frac{I_i + I_{i+1}}{2}}{\sum_{i=1}^n A_i} \dots\dots\dots (2.48)$$

Atau

$$\bar{R} = \frac{A_1 \frac{I_1 + I_2}{2} + A_2 \frac{I_2 + I_3}{2} + \dots + A_n \frac{I_n + I_{n+1}}{2}}{A_1 + A_2 + \dots + A_n} \dots\dots\dots (2.49)$$

Keterangan:

\bar{R} = Hujan rata-rata suatu DAS

I = Garis isohyet ke i

A = Luas area dibatasi polygon, (km²)

2.2.2 Analisis Frekuensi

Frekuensi hujan adalah besarnya kemungkinan besaran hujan disamai atau dilampaui. Tujuan analisis frekuensi data hidrologi adalah berkaitan dengan besaran peristiwa-peristiwa *ekstrim* yang berkaitan dengan frekuensi kejadiannya melalui penerapan distribusi kemungkinan.

Analisis frekuensi ini berdasarkan pada sifat statistik data kejadian yang telah lalu untuk memperoleh probabilitas besaran hujan dimasa yang akan datang. Sifat statistik kejadian hujan yang akan datang dianggap masih sama dengan sifat statistik kejadian hujan masa lalu. Jenis distribusi frekuensi yang banyak digunakan dalam bidang hidrologi terdiri dari empat metode distribusi

a. Distribusi Normal

$$X_T = \bar{X} + K_T S \dots\dots\dots (2.50)$$

Keterangan:

X_T = Perkiraan nilai yang diharapkan terjadi pada periode ulang T

\bar{X} = Curah hujan maksimum rata-rata, (mm/hari)

S = Standar Deviasi

K_T = Variabel reduksi gauss.

Tabel 2.13 Nilai Variabel Reduksi Gauss

Periode Ulang	Peluang	K_T
1,001	0,999	-3,050
1,005	0,995	-2,580
1,010	0,990	-2,330
1,050	0,952	-1,640
1,110	0,901	-1,280
1,250	0,800	-0,840
1,330	0,752	-0,670
1,430	0,699	-0,520
1,670	0,599	-0,250
2,000	0,500	0,000
2,500	0,400	0,250
3,330	0,300	0,520
4,000	0,250	0,670
5,000	0,200	0,840
10,000	0,100	1,280
20,000	0,050	1,640
50,000	0,020	2,050
100,000	0,010	2,330
200,000	0,005	2,580
500,000	0,002	2,880
1000,000	0,001	3,090

Sumber: Suripin,2004

b. Distribusi Log Normal

$$\log X_T = \overline{\log \bar{X}} + K_T \overline{\log \bar{X}} \dots \dots \dots (2.56)$$

Keterangan:

$\log X_T$ = Perkiraan nilai yang diharapkan terjadi pada periode ulang T

\bar{X} = Curah hujan maksimum rata-rata, (mm/hari)

S = Standar Deviasi

K_T = Variabel reduksi gauss

c. Distribusi Gumble

$$X_T = \bar{X} + K_T S = \bar{X} + \left[\frac{Y_{Tr} + Y_n}{S_n} \right] S_x \dots \dots \dots (2.50)$$

$$Y_{Tr} = -1n \left[1n \frac{T_r}{T_r - 1} \right] \dots \dots \dots (2.52)$$

Keterangan:

X_T = Hujan maksimum dalam periode ulang T tahun

Y_{Tr} = *Reduce Variate*

Y_n = *Reduce mean factor*. Nilai Y_n dapat dilihat pada Tabel 2.16

S_n = *Reduce standard deviation*. Nilai S_n dapat dilihat pada Tabel 2.17

S = Standar deviasi

n = Jumlah tahun Pengamatan

Tabel 2.14 Nilai Variabel Reduksi Gumble (Y_t)

Periode Ulang	Y_t
2	0,3665
5	14,999
10	22,502
25	31,985
50	39,019
100	46,001
1000	69,000

Sumber: Soewarno, 1995

Tabel 2.15 Nilai Y_n

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: Suripin, 2004

Tabel 2.16 Nilai S_n

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: Suripin, 2004

d. Distribusi Log Pearson Tipe III

$$\log X_T = \overline{\log X} + K_T S \dots\dots\dots (2.54)$$

Keterangan:

$\text{Log}X_T$ = Hujan maksimum dimana periode ulang T tahun

$\overline{\text{Log}X_T}$ = Curah hujan rata-rata dalam log x

K_T = Variabel reduksi gauss

S = Standar deviasi

Tidak semua varian dari suatu variabel hidrologi terletak atau sama dengan nilai rata-ratanya. Besarnya derajat dari sebaran varian di sekitar nilai rata-ratanya disebut dengan variasi atau dispersi. Cara mengukur besarnya variasi atau dispersi disebut dengan pengukuran variabilitas atau pengukuran dispersi. Beberapa macam cara dalam pengukuran disperse diantaranya:

1. Rata-rata

$$\bar{X} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n X_i$$

2. Deviasi Standar

$$S = \frac{\sqrt{\sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X})^2}}{n - 1}$$

3. Koefisien Variasi

$$Cv = \frac{S}{\bar{X}}$$

4. Koefisien Skewness

$$a = \frac{n \sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X})^3}{(n - 1)(n - 2)}$$

$$Cs = \frac{a}{s^3}$$

5. Koefisien Kurtosis

$$Ck = \frac{n^2 \sum (Xi - \bar{X})^4}{(n-1)(n-2)(n-3)^4}$$

Selanjutnya ditentukan jenis distribusi yang tepat (mendekati) dengan syarat-syarat batas tertentu seperti pada tabel 2.17.

Tabel 2.17 Syarat-Syarat Batas Penentuan Sebaran

Jenis Distribusi	Kriteria
Normal	$Cs \approx 0$
	$Ck \approx 3$
Log Normal	$Cs = Cv^3 + 3Cv$
	$Ck = Cv^8 + 6Cv^6 + 15Cv^4 + 16Cv^2 + 3$
Gumble	$Cs = 1,14$
	$Ck \leq 5,14$
Log Pearson III	Selain dari nilai di atas

Sumber: Triatmodjo, 2009

2.2.3 Pengujian Kecocokan Fungsi Distribusi

a. Uji Chi-Square

Uji Chi-Square dimaksudkan untuk menentukan apakah persamaan distribusi peluang yang telah dipilih dapat mewakili dari distribusi statistik sampel data yang dianalisis. Pengambilan keputusan uji ini menggunakan parameter χ^2 , yang dapat dihitung dengan rumus berikut (Suripin, 2004):

$$\chi^2 = \sum_{i=1}^n \frac{(O_i - E_i)^2}{E_i} \dots \dots \dots (2.58)$$

Keterangan:

χ^2 = Harga Chi-Square terhitung

O_i = Jumlah data yang teramati terdapat pada sub kelas ke-i

E_i = Jumlah data yang secara teoritis terdapat pada sub kelas ke-i

G = Jumlah sub kelas

Jika $Chi^2_{\text{terhitung}} < Chi^2_{\text{kritis}}$, maka metode distribusi dapat diterima. Harga kritis Chi-Square terdapat pada Tabel 2.19

b. Smirnov-Kolmogorov

Uji kecocokan ini sering disebut juga uji kecocokan non parametik, karena pengujiannya tidak menggunakan fungsi distribusi tertentu. (Suripin,2004)

Jika $(D_{\text{maks}}) < (D_{\text{cr}})$ maka distribusi sesuai dan dapat diterima.

Tabel 2.18 Harga Kritis Smirnov-Kolmogorov

n	α			
	0,20	0,10	0,05	0,01
5	0,45	0,51	0,56	0,67
10	0,32	0,37	0,41	0,49
15	0,27	0,30	0,34	0,40
20	0,23	0,26	0,29	0,36
25	0,21	0,24	0,27	0,32
30	0,19	0,22	0,24	0,29
35	0,18	0,20	0,23	0,27
40	0,17	0,19	0,21	0,25
45	0,16	0,18	0,20	0,24
50	0,15	0,17	0,19	0,23
> 50	$\frac{1,07}{\sqrt{n}}$	$\frac{1,22}{\sqrt{n}}$	$\frac{1,36}{\sqrt{n}}$	$\frac{1,63}{\sqrt{n}}$

Sumber: Anonim, 2016

Tabel 2.19 Harga Kritis Chi-Square

dk	α derajat kepercayaan							
	0,995	0,99	0,975	0,95	0,05	0,025	0,01	0,005
1	0,0000393	0,0001570	0,0009820	0,0039300	3,8410000	5,0240000	6,6350000	7,8790000
2	0,0100000	0,0201000	0,0506000	0,1030000	5,9910000	7,3780000	9,2100000	10,5970000
3	0,0717000	0,1150000	0,2160000	0,3520000	7,8150000	9,3480000	11,3450000	12,8380000
4	0,2070000	0,2970000	0,4840000	0,7110000	9,4880000	11,1430000	13,2770000	14,8600000
5	0,4120000	0,5540000	0,8310000	1,1450000	11,0700000	12,8320000	15,0860000	16,7500000
6	0,6760000	0,8720000	1,2370000	1,6350000	12,5920000	14,4490000	16,8120000	18,5480000
7	0,9890000	1,2390000	1,6900000	2,1670000	14,0670000	16,0130000	18,4750000	20,2780000
8	1,3440000	1,6460000	2,1800000	2,7330000	15,5070000	17,5350000	20,0900000	21,9550000
9	1,7350000	2,0880000	2,7000000	3,3250000	16,9190000	19,0230000	21,6660000	23,5890000
10	2,1560000	2,5580000	3,2470000	3,9400000	18,3070000	20,4830000	23,2090000	25,1880000
11	2,6030000	3,0530000	3,8160000	4,5750000	19,6750000	21,9200000	24,7250000	26,7570000
12	3,0740000	3,5710000	4,4040000	5,2260000	21,0260000	23,3370000	26,2170000	28,3000000
13	3,5650000	4,1070000	5,0090000	5,8920000	22,3620000	24,7360000	27,3880000	29,8190000
14	4,0750000	4,6600000	5,6290000	6,5710000	23,6850000	26,1190000	29,1410000	31,3190000
15	4,6010000	5,2290000	6,2620000	7,2610000	24,9960000	27,4480000	30,5780000	32,8010000
16	5,1420000	5,8120000	6,9080000	7,9620000	26,2960000	28,8450000	32,0000000	34,2670000
17	5,6970000	6,4080000	7,5640000	8,6720000	27,5870000	30,1910000	33,4090000	35,7180000
18	6,2500000	7,0150000	8,2310000	9,3900000	28,8690000	31,5260000	34,8050000	37,1560000
19	6,8440000	7,6330000	8,9070000	10,1170000	30,1140000	32,8520000	36,1910000	38,5820000
20	7,4340000	8,2600000	9,5910000	10,8510000	31,1400000	34,1700000	37,5660000	39,9970000
21	8,0340000	8,8970000	10,2830000	11,5910000	32,6710000	35,4790000	38,9320000	41,4010000
22	8,6430000	9,5420000				36,7810000	40,2890000	42,7960000

dk	α derajat kepercayaan							
	0,995	0,99	0,975	0,95	0,05	0,025	0,01	0,005
23	9,2600000	10,1960000	11,6890000	13,0910000	36,1720000	38,0760000	41,6380000	44,1810000
24	9,8860000	10,8560000	12,4010000	13,8480000	10,9820000	12,3380000	33,9240000	45,5580000
25	10,5200000	11,5240000	13,1200000	14,6110000	37,6520000	40,6460000	44,3140000	46,9280000
26	11,1600000	12,1980000	13,8440000	15,3790000	38,8850000	41,9230000	45,6420000	48,2900000
27	11,8080000	12,8790000	14,5730000	16,1510000	40,1130000	43,1940000	46,9630000	49,6450000
28	12,4610000	13,5650000	15,3080000	16,9280000	41,3370000	44,4610000	48,2780000	50,9930000
29	13,1210000	14,2560000	16,0470000	17,7080000	42,5570000	45,7220000	49,5880000	52,3360000
30	13,7870000	14,9530000	16,7910000	18,4930000	43,7330000	46,9790000	50,8920000	53,6720000

Sumber: Suripin, 2004

Tabel 2.20 Distribusi Log-Person Tipe III Untuk Koefisien Skewness (Cs)

Koefisien	Waktu Balik (Tahun)														
	1,01	1,05	1,11	1,25	1,667	2	2,5	5	10	20	25	50	100	200	1000
Cs	Peluang (%)														
	99	95	90	80	60	50	40	20	10	5	4	2	1	0,5	0,1
3,0	- 0,667	- 0,665	- 0,660	- 0,636	-0,4760	- 0,396	-0,1240	0,420	1,180	2,0950	2,278	3,152	4,051	4,970	7,250
2,5	- 0,799	- 0,790	- 0,771	- 0,711	-0,4770	- 0,360	-0,0673	0,518	1,250	2,0933	2,262	3,048	3,845	4,652	6,600
2,2	- 0,905	- 0,882	- 0,844	- 0,752	-0,4707	- 0,330	-0,0287	0,574	1,284	2,0807	2,240	2,970	3,705	4,444	6,200
2,0	- 0,990	- 0,949	- 0,895	- 0,777	-0,4637	- 0,307	-0,0017	0,609	1,302	2,0662	2,219	2,912	3,605	4,298	5,910

Koefisien	Waktu Balik (Tahun)														
	1,01	1,05	1,11	1,25	1,667	2	2,5	5	10	20	25	50	100	200	1000
Cs	Peluang (%)														
1,8	-	-	-	-	-0,4543	-	0,0263	0,643	1,318	2,0472	2,193	2,848	3,499	4,147	5,660
1,6	-	-	-	-	-0,4417	-	0,0557	0,675	1,329	2,0240	2,163	2,780	3,388	3,990	5,390
1,4	-	-	-	-	-0,4273	-	0,0850	0,705	1,337	1,9962	2,128	2,706	3,271	3,828	5,110
1,2	-	-	-	-	-0,4113	-	0,1140	0,732	1,340	1,9625	2,087	2,626	3,149	3,661	4,820
1,0	-	-	-	-	-0,3933	-	0,1433	0,758	1,340	1,9258	2,043	2,542	3,022	3,489	4,540
0,9	-	-	-	-	-0,3833	-	0,1577	0,769	1,339	1,9048	2,018	2,498	2,957	3,401	4,395
0,8	-	-	-	-	-0,3733	-	0,1720	0,780	1,336	1,8877	1,998	2,453	2,891	3,312	4,250
0,7	-	-	-	-	-0,3630	-	0,1860	0,790	1,333	1,8613	1,967	2,407	2,824	3,223	4,105
0,6	-	-	-	-	-0,3517	-	0,2007	0,800	1,328	1,8372	1,939	2,359	2,755	3,132	3,960
0,5	-	-	-	-	-0,3407	-	0,2140	0,808	1,323	1,8122	1,910	2,311	2,686	3,041	3,815
0,4	-	-	-	-	-0,3290	-	0,2280	0,816	1,317	1,7862	1,880	2,261	2,615	2,949	3,670
0,3	-	-	-	-	-0,3177	-	0,2413	0,824	1,309	1,7590	1,849	2,211	2,544	2,856	3,525
0,2	-	-	-	-	-0,3053	-	0,2547	0,830	1,301	1,7318	1,818	2,159	2,472	2,763	3,380

Koefisien	Waktu Balik (Tahun)														
	1,01	1,05	1,11	1,25	1,667	2	2,5	5	10	20	25	50	100	200	1000
Cs	Peluang (%)														
0,1	- 2,252	- 1,616	- 1,270	- 0,846	-0,2933	- 0,017	0,2673	0,836	1,292	1,7028	1,785	2,107	2,400	2,670	3,235
0,0	- 2,326	- 1,645	- 1,282	- 0,842	-0,2807	0,000	0,2807	0,842	1,282	1,6728	1,751	2,054	2,326	2,576	3,090
-0,1	- 2,400	- 1,673	- 1,292	- 0,836	-0,2673	0,017	0,2900	0,836	1,270	1,6417	1,716	2,000	2,252	2,482	2,950
-0,2	- 2,472	- 1,700	- 1,301	- 0,830	-0,2547	0,033	0,3053	0,850	1,258	1,6097	1,680	1,945	2,178	2,388	2,810
-0,3	- 2,544	- 1,726	- 1,309	- 0,824	-0,2413	0,050	0,3177	0,853	1,245	1,5767	1,643	1,890	2,104	2,294	2,675
-0,4	- 2,615	- 1,750	- 1,317	- 0,816	-0,2280	0,066	0,3290	0,855	1,231	1,5435	1,606	1,834	2,029	2,201	2,540
-0,5	- 2,686	- 1,774	- 1,323	- 0,808	-0,2140	0,083	0,3407	0,856	1,216	1,5085	1,567	1,777	1,955	2,108	2,400
-0,6	- 2,755	- 1,797	- 1,328	- 0,800	-0,2007	0,099	0,3517	0,857	1,200	1,4733	1,528	1,720	1,880	2,016	2,275
-0,7	- 2,824	- 1,819	- 1,333	- 0,790	-0,1860	0,116	0,3630	0,857	1,183	1,4372	1,488	1,663	1,806	1,926	2,150
-0,8	- 2,891	- 1,839	- 1,336	- 0,780	-0,1720	0,132	0,3733	0,856	1,166	1,4010	1,448	1,606	1,733	1,837	2,035
-0,9	- 2,957	- 1,858	- 1,339	- 0,769	-0,1577	0,148	0,3833	0,854	1,147	1,3637	1,407	1,549	1,660	1,749	1,910
-1,0	- 3,022	- 1,877	- 1,340	- 0,758	-0,1433	0,164	0,3933	0,852	1,128	1,3263	1,366	1,492	1,588	1,664	1,800
-1,2	- 3,149	- 1,910	- 1,340	- 0,732	-0,1140	0,195	0,4113	0,844	1,086	1,2493	1,282	1,379	1,449	1,501	1,625

Koefisien	Waktu Balik (Tahun)														
	1,01	1,05	1,11	1,25	1,667	2	2,5	5	10	20	25	50	100	200	1000
Cs	Peluang (%)														
-1,4	-	-	-	-	-0,0850	0,225	0,4273	0,832	1,041	1,1718	1,198	1,270	1,318	1,351	1,465
-1,6	-	-	-	-	-0,0557	0,254	0,4417	0,817	0,994	1,0957	1,116	1,166	1,197	1,216	1,280
-1,8	-	-	-	-	-0,0263	0,282	0,4543	0,799	0,945	1,0200	1,035	1,069	1,087	1,097	1,130
-2,0	-	-	-	-	0,0047	0,307	0,4637	0,777	0,895	0,9483	0,969	0,980	0,990	0,995	1,000
-2,2	-	-	-	-	0,0287	0,330	0,4707	0,752	0,844	0,8807	0,888	0,900	0,905	0,907	0,910
-2,5	-	-	-	-	0,0673	0,360	0,4770	0,711	0,771	0,7893	0,793	0,798	0,799	0,802	0,802
-3,0	-	-	-	-	0,1240	0,396	0,4760	0,636	0,660	0,6650	0,666	0,666	0,667	0,667	0,668

Sumber: Soemarto, C.D. 1987

2.2.4 Intensitas Hujan

Intensitas hujan adalah tinggi atau kedalaman air hujan per satuan waktu. Sifat umum hujan adalah makin singkat hujan berlangsung intensitasnya cenderung makin tinggi dan makin besar periode ulangnya makin tinggi pula intensitasnya. Hubungan antara intensitas, lama hujan dan frekuensi hujan biasanya dinyatakan dalam lengkung Intensitas-Durasi-Frekuensi (IDF= *Intensity-Duration-Frequency Curve*). Diperlukan data hujan jangka pendek, misalnya 5 menit, 10 menit, 30 menit, 60 menit dan jam-jam untuk membentuk lengkung IDF.

Intensitas hujan rancangan dihitung dengan menggunakan metode mononobe. Intensitas hujan selama 24 jam disajikan dalam grafik IDF, kemudian disajikan hujan jam-jaman. Wilayah Indonesia umum digunakan selama 6 – 8 jam.

Intensitas hujan dapat dihitung dengan rumus mononobe jika data hujan jangka pendek tidak tersedia dan yang ada hanya data hujan harian.

$$I = \frac{R_{24}}{24} \left(\frac{24}{t} \right)^{\frac{2}{3}} \dots\dots\dots (2.62)$$

Keterangan:

I = Intensitas hujan, (mm/jam)

t = Lamanya hujan, (jam)

R₂₄ = Tinggi hujan maksimum dalam 24 jam, (mm)

2.2.5 Menentukan Waktu Konsentrasi (Tc)

Waktu konsentrasi adalah waktu yang diperlukan oleh air hujan yang jatuh untuk mengalir dari titik terjauh sampai ke tempat saluran (titik kontrol) setelah tanah menjadi jenuh dan depresi -depresi kecil terpenuhi.

$$Tc = t_0 + t_d \dots\dots\dots (2.64)$$

$$t_0 = \left(\frac{2}{3} \times 3,28 \times L_0 \frac{nd}{\sqrt{S}}\right)^{0,167} \dots\dots\dots (2.65)$$

$$t_d = \frac{L}{60V} \dots\dots\dots (2.66)$$

Keterangan:

Tc = Waktu konsentrasi, (menit)

t₀ = Waktu inlet, (menit)

t_d = Waktu aliran, (menit)

L₀ = Jarak dari titik terjauh kefasilitas drainase, (m)

S = Kemiringan daerah pengaliran,

L = Panjang Saluran, (m)

V = Kecepatan air rata-rata diselokan, (m/dt)

Nd = Koefisien hambatan,

Tabel 2.21 Kemiringan Satuan Memanjang (i_s) Berdasarkan Jenis Material

No	Jenis Material	kemiringan saluran (i _s %)
1	Tanah Asli	0 - 5
2	Kerikil	5 - 7,5
3	Pasangan	7,5

Sumber: Departemen Pekerjaan Umum-T-02-2006

Tabel 2.22 Kemiringan Rata-rata Saluran Terhadap Kecepatan Rata-rata

Kemiringan rata-rata saluran (%)	Kecepatan rata-rata (m/det)
< 1	0,4
1 sampai < 2	0,6
2 sampai < 4	0,9
4 sampai < 6	1,2

Kemiringan rata-rata saluran (%)	Kecepatan rata-rata (m/det)
6 sampai < 10	1,5
10 sampai < 15	2,4

Sumber: Hasmar, Halim 2011

Tabel 2.23 Koefisien hambatan (Nd) berdasarkan kondisi permukaan

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: Departemen Pekerjaan Umum-T-02-2006

2.2.6 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:

$$C = \frac{C_1 \times A_1 + C_2 \times A_2 + C_3 \times A_3 + \dots + C_n \times A_n \times f_k}{A_1 + A_2 + A_3 + \dots + A_n} \dots \dots \dots (2.67)$$

Keterangan:

A_1, A_2, A_3 = Luas daerah pengaliran yang diperhitungkan sesuai dengan kondisi permukaan, (km^2)

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

f_k = Faktor limpasan

Tabel 2.24 Harga Koefisien Pengaliran (C) dan Faktor Limpasan (fk)

No	Kondisi Permukaan Tanah	Koefisien pengaliran	Faktor Limpasan (fk)
		(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	2
5	Daerah pinggiran kota	0,60 – 0,70	1,5
6	Daerah industri	0,60 – 0,90	1,2
7	Pemukiman padat	0,40 – 0,60	2
8	Pemukiman tidak padat	0,40 – 0,60	1,5
9	Taman dan kebun	0,20 – 0,40	0,2
10	Persawahan	0,45 – 0,60	0,5
11	Perbukitan	0,70 – 0,80	0,4
12	Pegunungan	0,75 – 0,90	0,3

Sumber: Departemen Pekerjaan Umum-02-2006

2.2.7 Debit Puncak Aliran

Menghitung debit puncak aliran dapat menggunakan metode rasional praktis. Metode ini dapat menggambarkan hubungan antara debit limpasan dengan besar curah hujan secara praktis, berlaku untuk luas DAS kurang dari 300 hektar.

$$Q = 0,00278xCxIxIxA..... (2.68)$$

Keterangan:

Q = Debit aliran, (m³/det)

C = Koefisien pengaliran

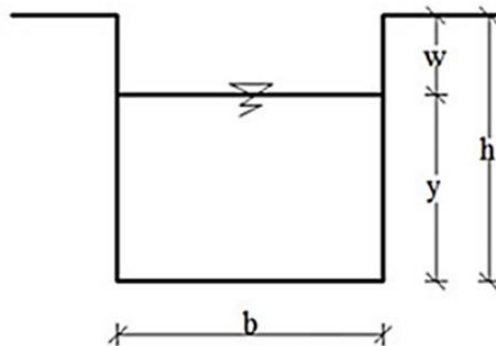
I = Intensitas hujan, (mm/jam)

A = Luas daerah pengaliran, (km²)

0,00278 = Faktor konversi dari mm³/jam menjadi m³/det. (0,001 m / 3600 det) x 1000 m²

2.2.8 Dimensi Saluran Drainase

Penentuan dimensi saluran harus sesuai dengan kebutuhan, sehingga biaya yang dikeluarkan menjadi ekonomis. Bentuk saluran drainase yang umum digunakan adalah bentuk saluran persegi.



Gambar 2.13 Bentuk Saluran Persegi

Adapun Langkah-langkah dalam menentukan dimensi saluran bentuk persegi adalah sebagai berikut:

1. Menentukan koefisien *manning* (n)
2. Menentukan lebar saluran (b), m
3. Menentukan tinggi muka air (h), m
4. Menghitung tinggi jagaan (W)

$$W = \sqrt{0,5xh} \dots\dots\dots (2.69)$$

5. Menghitung luas penampang basah (A), m²

$$bxh \dots\dots\dots (2.69)$$

6. Menghitung keliling basah (P), m

$$P = b + 2h \dots\dots\dots (2.69)$$

7. Menghitung jari-jari hidrolis (R), m

$$R = \frac{A}{P} = \frac{bxh}{b+2h} \dots\dots\dots (2.69)$$

8. menghitung kecepatan saluran (V), m/det

$$V = \frac{1}{n} R^{\frac{2}{3}} I^{\frac{1}{2}} \dots\dots\dots (2.69)$$

9. menghitung debit saluran (Qs), (m³/det)

$$Qs = AxV \dots\dots\dots (2.69)$$

10. $Qr < Qs$, maka dimensi saluran dapat diterima, jika tidak maka perhitungan dimensi saluran harus diulang

Tabel 2.25 Angka Kekerasan *Manning* (n)

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

No	Tipe Saluran	Baik sekali	Baik	Sedang	Jelek
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	0,016	0,019	0,021
19	Saluran beton halus dan rata	0,01	0,011	0,012	0,013
20	Saluran beton pra cetak dengan acuan baja	0,013	0,014	0,014	0,015
21	Saluran beton pra cetak dengan acuan kayu	0,015	0,016	0,016	0,018

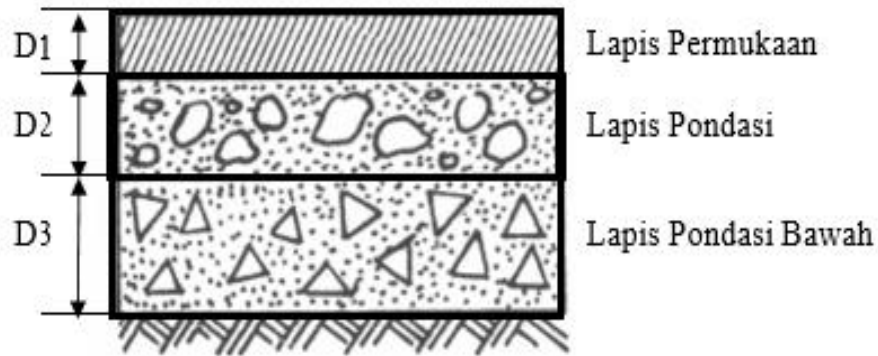
Sumber: Departemen Pekerjaan Umum-02-2006

2.3 Perencanaan Tebal Perkerasa Jalan Metode Analisa Komponen

Perkerasan jalan adalah konstruksi yang dibangun di atas lapisan tanah dasar (*subgrade*), yang berfungsi untuk menopang beban lalu lintas. (Shirley L. hendarsin, 2000:208). Jenis konstruksi perkerasan jalan pada umumnya ada dua jenis, yaitu:

- a. Perkerasan lentur (*flexible pavement*), dan

b. Perkerasan kaku (*rigid pavement*).



Gambar 2.14 Susunan Lapis Perkerasan Lentur

2.3.1 Lalu Lintas

1. Jumlah Jalur dan Koefisien Distribusi Kendaraan (C)

Jalur rencana merupakan salah satu jalur lalu lintas dari suatu ruas jalan raya, yang menampung lalu lintas terbesar. Jika jalan tidak memiliki tanda batas jalur, maka jumlah jalur ditentukan dari lebar perkerasan menurut daftar di bawah ini:

Tabel 2.26 Jumlah Lajur Berdasarkan Lebar Perkerasan

Lebar Perkerasan (L)	Jumlah Lajur (n)
$L < 5,50$	1 jalur
$5,50 \text{ m} \leq L < 8,25 \text{ m}$	2 jalur
$8,25 \text{ m} \leq L < 11,25 \text{ m}$	3 jalur
$11,25 \text{ m} \leq L < 15,00 \text{ m}$	4 jalur
$15,00 \text{ m} \leq L < 18,75 \text{ m}$	5 jalur
$18,75 \text{ m} \leq L < 22,00 \text{ m}$	6 jalur

Sumber: SKBI-2.3.26.1987

Koefisien distribusi kendaraan (c) untuk kendaraan ringan dan berat yang lewat pada jalur rencana ditentukan menurut daftar dibawah ini:

Tabel 2.27 Koefisien Distribusi Kendaraan (C)

Jumlah Lajur	Kendaraan Ringan *)		Kendaraan berat **)	
	1 arah	2 arah	3 arah	4 arah
1 jalur	1,00	1,00	1,00	1,000
2 jalur	0,60	0,50	0,70	0,500
3 jalur	0,40	0,40	0,50	0,475
4 jalur	-	0,30	-	0,450

Jumlah Lajur	Kendaraan Ringan *)		Kendaraan berat **)	
	1 arah	2 arah	3 arah	4 arah
5 jalur	-	0,20	-	0,425
6 jalur	-	0,20	-	0,400

Sumber: SKBI-2.3.26.1987

*) berat total < 5 ton, misalnya mobil penumpang, pick up, mobil hantaran

***) berat total >5 ton, misalnya bus, truk, traktor, semi trailer, trailer.

2. Angka Ekuivalen (E) Beban Sumbu Kendaraan

Angka ekuivalen (E) masing-masing golongan beban sumbu (setiap kendaraan) ditentukan menurut rumus daftar di bawah ini:

Tabel 2.28 Angka Ekuivalen (E) Beban Sumbu Kendaraan

Beban Sumbu		Angka Ekuivalen	
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	0,0050
5000	11023	0,1410	0,0121
6000	13228	0,2923	0,0251
7000	15432	0,5415	0,0466
8000	17637	0,9238	0,0794
8160	18000	1,0000	0,0860
9000	19841	1,4798	0,1273
10000	22046	2,2555	0,1940
11000	24251	3,3022	0,2840
12000	26455	4,6770	0,4022
13000	28660	6,4419	0,5540
14000	30864	8,6647	0,7452
15000	33069	11,4184	0,9820
16000	35276	14,7815	1,2712

Sumber: SKBI-2.3.26.1987

3. Lalu Lintas Harian Rata-rata dan Rumus-rumus Lintas Ekuivalen

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

- b. Lintas ekivalen permulaan (LEP) dihitung dengan:

$$LEP = \sum_{j=1}^n LHR_j \times C_j \times E_j \dots\dots\dots (2.78)$$

- c. Lintas Ekivalen Akhir (LEA) dihitung dengan:

$$LEA = \sum_{j=1}^n LHR_j (1 + i)^{UR} \times C_j \times E_j \dots\dots\dots (2.79)$$

Dengan:

i = Perkembangan lalu lintas jalan

j = Jenis Kendaraan

C = Koefisien distribusi kendaraan

UR = Umur rencana

E = Angka ekivalen beban sumbu kendaraan

- d. Lintas Ekivalen Tengah (LET) dihitung dengan:

$$LET = \frac{1}{2} \times (LEP + LEA) \dots\dots\dots (2.80)$$

- e. Lintas Ekivalen Rencana (LER) dihitung dengan:

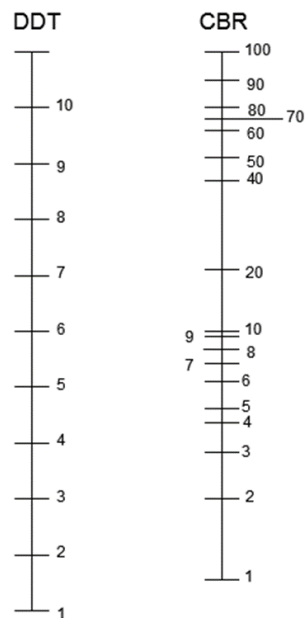
$$LER = LET \times FP \dots\dots\dots (2.81)$$

Faktor Penyesuaian (FP) tersebut dihitung dengan:

$$FP = \frac{UR}{10} \dots\dots\dots (2.82)$$

2.3.2 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 dilabolatorium atau lapangan. Nilai CBR yang digunakan disebut CBR rencana atau CBR Desain.



Gambar 2.15 Korelasi DDT dan CBR

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

2.3.3 Fakto 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 (FR) hanya dipengaruhi oleh bentuk alinyemen (kelandaian dan tikungan).

Tabel 2.29 Faktor Regional (FR)

Curah Hujan	Kelandaian I ($< 6\%$)		Kelandaian II ($6-10\%$)		Kelandaian III ($> 10\%$)	
	% Kendaraan Berat		% Kendaraan Berat		% Kendaraan Berat	
	$\leq 30\%$	$>30\%$	$\leq 30\%$	$>30\%$	$\leq 30\%$	$>30\%$
Iklim I < 900 mm/tahun	0,5	1,0-1,5	1	1,5-2,0	1,5	2,0-2,5

Curah Hujan	Kelandaian I ($< 6\%$)		Kelandaian II ($6-10\%$)		Kelandaian III ($> 10\%$)	
	% Kendaraan Berat		% Kendaraan Berat		% Kendaraan Berat	
	$\leq 30\%$	$>30\%$	$\leq 30\%$	$>30\%$	$\leq 30\%$	$>30\%$
Iklm II ≥ 900 mm/tahun	1,5	2,0-2,5	2	2,0-3,0	2,5	3,0-3,5

Sumber: SKBI-2.3.26.1987

Catatan:

Pada bagian-bagian jalan tertentu, seperti persimpangan, pemberhentian atau tikungan tajam (jari-jari 30 m), FR ditambah dengan 0,5. Pada daerah rawa-rawa, FR ditambah dengan 1,0.

2.3.4 Indeks Permukaan (IP)

Indeks permukaan menyatakan nilai dari pada kerataan/kehausan serta kekokohan permukaan yang berkaitan dengan tingkat pelayanan bagi lalu lintas yang lewat. Adapun beberapa nilai IP beserta artinya adalah sebagai berikut:

IP = 0,5 : Menyatakan permukaan jalan dalam keadaan rusak berat sehingga sangat mengganggu lalu lintas kendaraan.

IP = 1,5 : Tingkat pelayanan terendah yang masih mungkin (jalan tidak terputus).

IP = 2,0 : Tingkat pelayanan terendah bagi jalan.

Dalam menentukan indeks permukaan (IP) pada akhir umur rencana, perlu dipertimbangkan faktor-faktor klasifikasi fungsional jalan dan jumlah lintas ekuivalen rencana (LER).

Tabel 2.30 Indeks Permukaan Pada Umur Rencana (IP)

LER = Lintas Ekuivalen 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	-

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

Sumber: SKBI-2.3.26.1987

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

Catatan: Pada proyek-proyek penunjang jalan, JAPAT (jalan murah/jalan darurat) maka IP dapat diambil 1,0.

Dalam menentukan indeks permukaan (IP) pada awal umur rencana, perlu diperhatikan jenis lapisan permukaan jalan (kerataan/kehalusan serta kekokohan) pada awal umur rencana.

Tabel 2.31 Indeks Permukaan Pada Awal Umur Rencana (IPo)

Jenis Lapis Perkerasan	IPo	Roughness*) (mm/km)
LASTON	$\geq 4,0$	≤ 1000
	3,9-3,5	>1000
LASBUTAG	3,9-3,5	≤ 2000
	3,4-3,0	>2000
HRA	3,9-3,5	≤ 2000
	3,4-3,0	< 2000
BURDA	3,9-3,5	< 2000
BURTU	3,4-3,0	< 2000
LAPEN	3,4-3,0	≤ 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: SKBI-2.3.26.1987

2.3.5 Koefisien Kekuatan Relatif (a)

Koefisien kekuatan relatif (a) masing-masing bahan dan kegunaannya sebagai lapis permukaan, pondasi, 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 2.32 Koefisien Kekuatan Relatif (a)

Kekuatan Relatif			Kekuatan Bahan			Jenis Bahan
a1	a2	a3	Ms (kg)	Kt kg/cm ²	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	-	-	Aspal 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	Sirtu/pitrun (A)
-	-	0,12	-	-	50	Sirtu/pitrun (B)
-	-	0,11	-	-	30	Sirtu/pitrun (C)
-	-	0,1	-	-	20	Tanah/lempung kepasiran

Sumber: SKBI-2.3.26.1987

Catatan:

Kuat tekan stabilitas tanah dengan semen diperiksa pada hari ke-7.

Kuat tekan stabilitas tanah dengan kapur diperiksa pada hari ke-21.

2.3.6 Batas-batas Minimum Tebal Perkerasan

1. Lapis Permukaan

Tabel 2.33 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
6,72-7,49	7,5	Lapan/Aspal Macadam, HRA, Lasbutag, Laston
7,50-9,99	7,5	Lasbutag, Laston
≥ 10,00	10	Laston

Sumber: SKBI-2.3.26.1987

2. Lapis Pondasi Atas

Tabel 2.34 Lapisan Pondasi Atas

ITP	Tebal Minimum (cm)	Bahan
< 3,00	15	Batu pecah, stabilitas tanah dengan semen, stabilitas tanah dengan kapur
3,00-7,49	20*)	Batu pecah, stabilitas tanah dengan semen, stabilitas tanah dengan kapur
	10	Laston atas
7,50-9,99	20	Batu pecah, stabilitas tanah dengan semen, stabilitas tanah dengan kapur, pondasi macadam
	15	Laston atas
10-12,14	20	Batu pecah, stabilitas tanah dengan semen, stabilitas tanah dengan kapur, pondasi macadam, lapan, laston atas
≥ 12,25	25	Batu pecah, stabilitas tanah dengan semen, stabilitas tanah dengan kapur, pondasi macadam, lapan, laston atas

Sumber: 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.

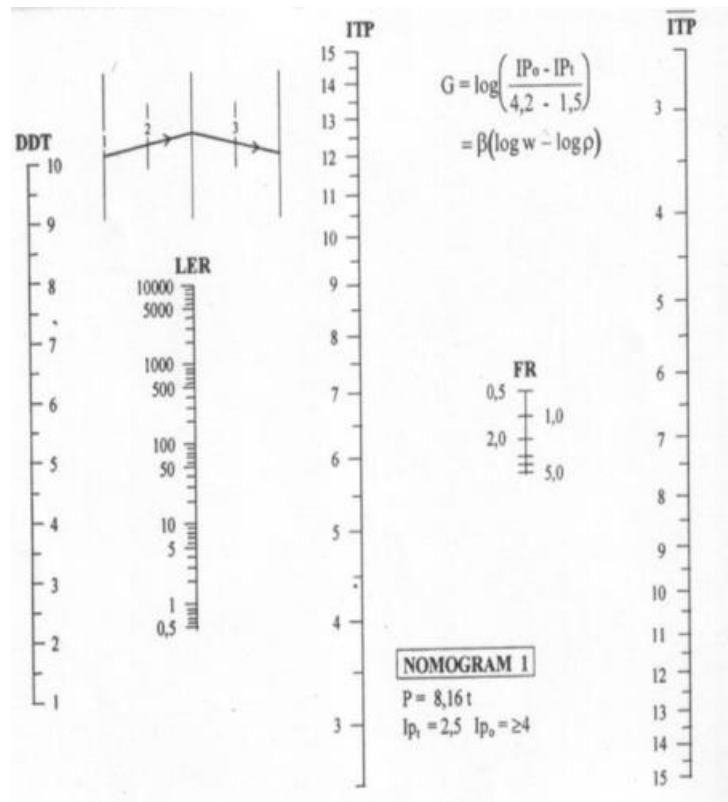
2.3.7 Analisa Komponen Perkerasan

Perhitungan ini di distribusikan pada kekuatan relatif masing-masing lapisan perkerasan jangka tertentu (umur rencana) dimana penentuan tebal perkerasan dinyatakan oleh indeks tebal perkerasan (ITP).

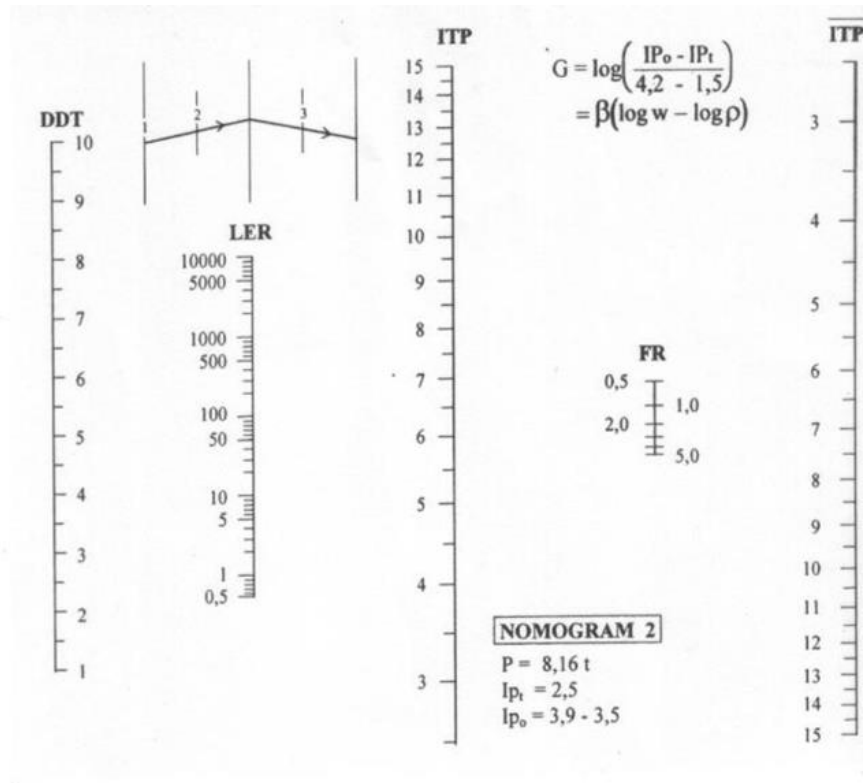
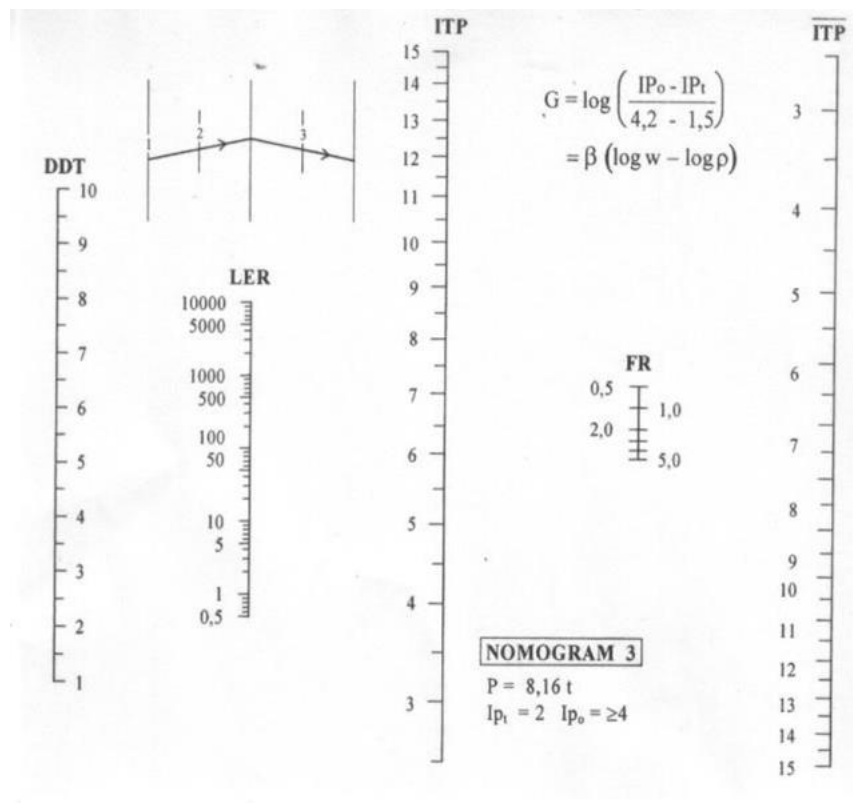
$$ITP = a_1D_1 + a_2D_2 + a_3D_3 \dots \dots \dots (2.44)$$

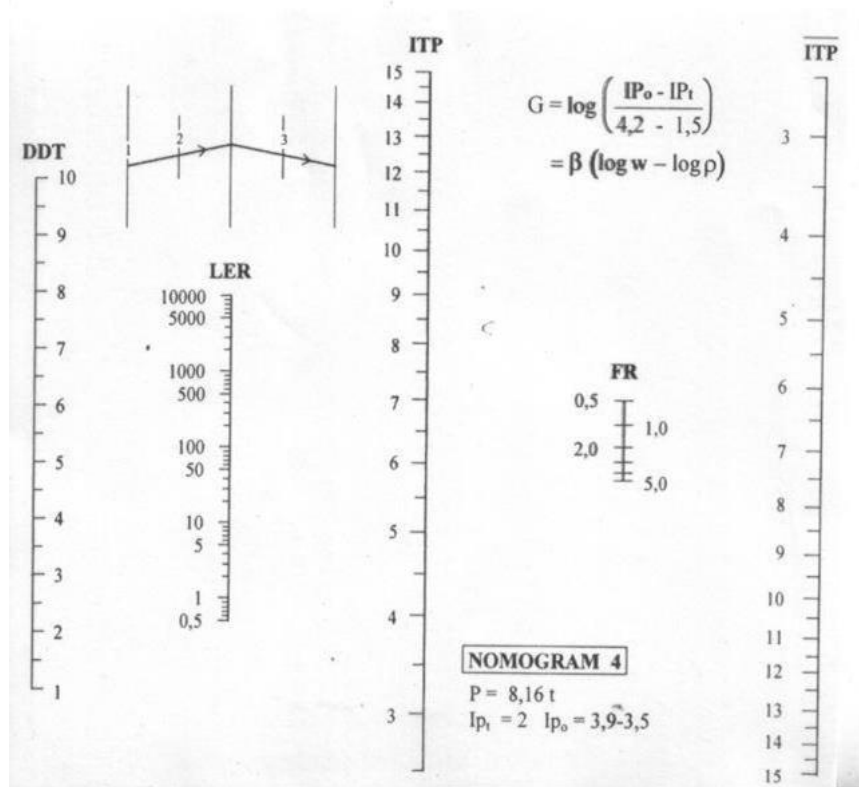
D₁, D₂, D₃ = Tebal masing-masing lapisan perkerasan, (cm)

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

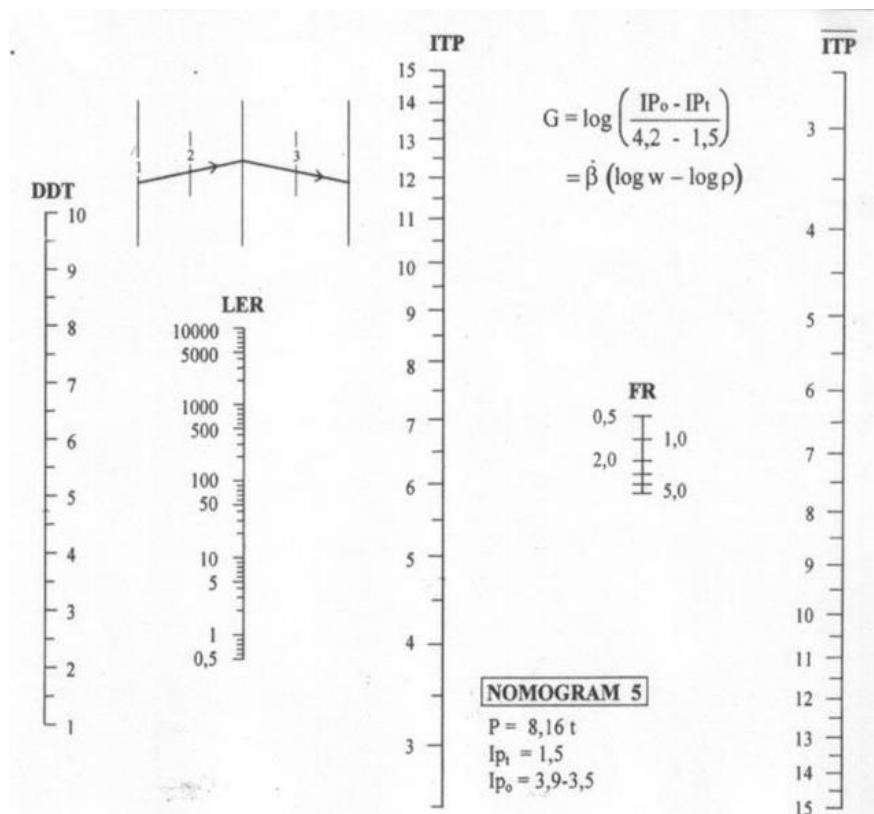


Gambar 2.16 Nomogram 1 untuk I_{p_t} = 2,5 dan I_{p_o} = ≥ 4

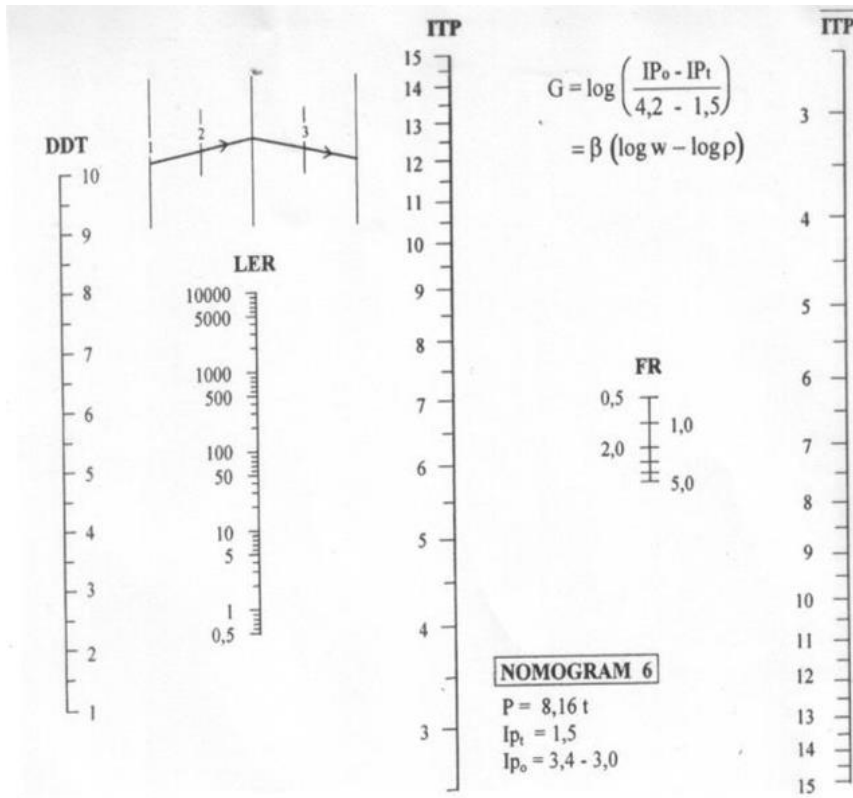
Gambar 2.17 Nomogram 2 untuk $IP_t = 2,5$ dan $IP_o = 3,9-3,5$ Gambar 2.18 Nomogram 3 untuk $IP_t = 2$ dan $IP_o \geq 4$



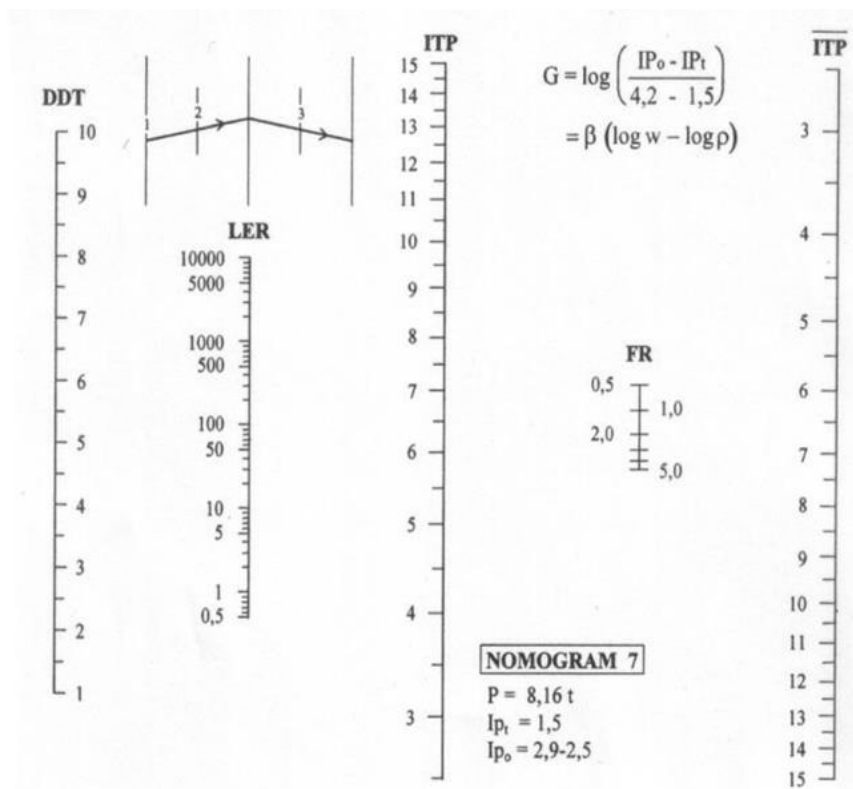
Gambar 2.19 Nomogram 4 untuk IPT = 2 dan IPO = 3,9-3,5



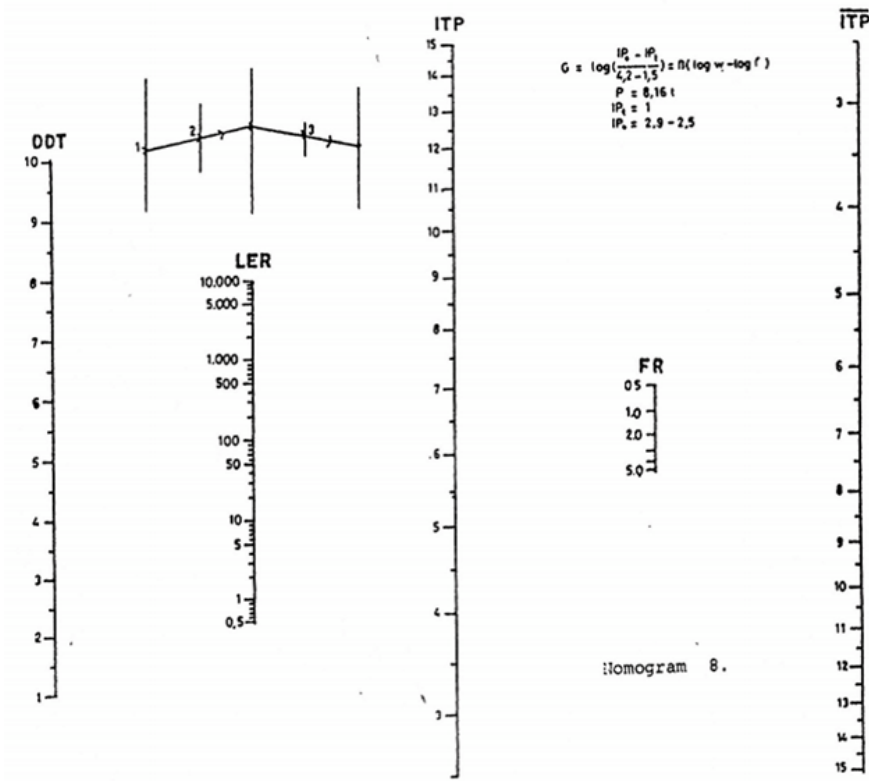
Gambar 2.20 Nomogram 5 untuk IPT = 1,5 dan IPO = 3,9-3,5



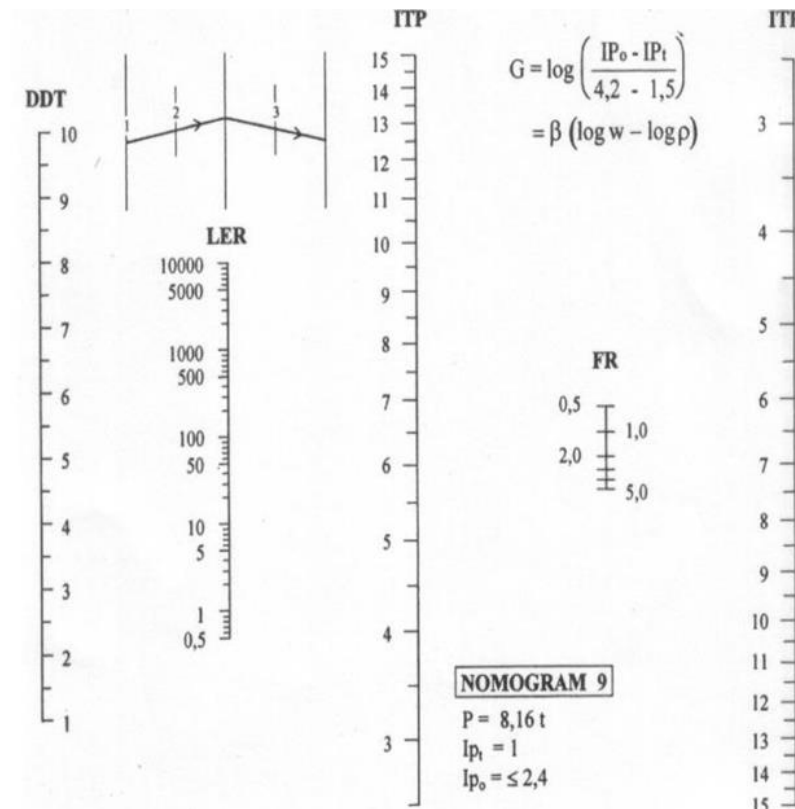
Gambar 2.21 Nomogram 6 untuk $IP_t = 1,5$ dan $IP_o = 3,4-3,0$



Gambar 2.22 Nomogram 7 untuk $IP_t = 1,5$ dan $IP_o = 2,9-2,5$



gambar 2.23 Nomogram 8 untuk $IP_t = 1,00$ dan $IP_o = 2,9-2,5$



Gambar 2.24 Nomogram 9 untuk $IP_t = 1,00$ dan $IP_o \geq 2,4$

2.4 Rencana Anggaran Biaya (RAB)

Rencana anggaran biaya (RAB) merupakan salah satu unsur fungsi perencanaan proyek konstruksi penyusunan. Anggaran merupakan perencanaan secara detail perkiraan biaya bagian atau keseluruhan kegiatan proyek, yang selanjutnya digunakan untuk menerapkan fungsi pengawasan dan pengendalian biaya dan waktu pelaksanaan. Anggaran biaya proyek dapat didefinisikan sebagai perencanaan biaya yang akan dikeluarkan sehubungan adanya suatu proyek dengan rencana kerja dan syarat-syarat RKS tertentu, yang dihitung oleh *cost estimator* dan disetujui oleh *owner*.

Untuk menentukan besarnya biaya yang diperlukan terlebih dahulu harus diketahui volume dari pekerjaan yang direncanakan. Pada umumnya perencanaan jalan tidak lepas dari masalah galian maupun timbunan. Besarnya galian dan timbunan yang akan dibuat dapat dilihat pada gambar *long profile*. Sedangkan volume galian dapat dilihat melalui gambar *Cross Section*. Selain mencari volume galian dan timbunan juga diperlukan untuk mencari volume dari pekerjaan lainnya yaitu:

2.4.1 Volume Pekerjaan

a. Pekerjaan Persiapan

- a. Peninjauan lokasi
- b. Pengukuran dan pemasangan patok
- c. Pembersihan lokasi dan persiapan alat dan bahan untuk pekerjaan

b. Pekerjaan Tanah

- a. Galian tanah

- b. Timbunan tanah
- c. Pekerjaan Perkerasan**
 - a. Lapisan permukaan (*Surface Course*)
 - b. Lapisan pondasi atas (*Base Course*)
 - c. Lapisan pondasi bawah (*Sub Base Course*)
 - d. Lapisan tanah dasar (*Sub Grade*)
- d. Pekerjaan Drainase**
 - a. Galian saluran

2.4.2 Analisa Harga Satuan

Analisis harga satuan diambil dari Harga Satuan Dasar Upah dan Harga Satuan Bahan serta Biaya Operasi Peralatan Departemen Pekerjaan Umum Kabupaten Tasikmalaya Tahun anggaran 2018.