

BAB II

LANDASAN TEORI

2.1. Klasifikasi Jalan

Klasifikasi sebagai fungsi jalan dibagi menjadi :

1. Jalan Arteri

Jalan Arteri adalah 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 Provinsi,

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 $n \times 3,5m$, dimana n = Jumlah lajur per jalur

- = Tidak ditentukan

2.3. Perencanaan Geometrik

Pada perencanaan alinemen horizontal, umumnya akan ditemui dua bagian jalan, yaitu: bagian lurus dengan 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 perhitungan lengkung horizontal dari buku TPGJAK:

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

(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.

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

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

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

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

V_r : Kecepatan kendaraan rencana, (km/jam)

e_{maks} : Superelevasi maksimum, (%)

f_{maks} : Koefisien gesekan melintang maksimum

Dd : Derajat lengkung (°)

Dmaks : Derajat maksimum

Untuk perhitungan, digunakan emaks = 10% sesuai tabel

Tabel 2.4. Panjang Jari-Jari Minimum (dibulatkan) untuk emaks = 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

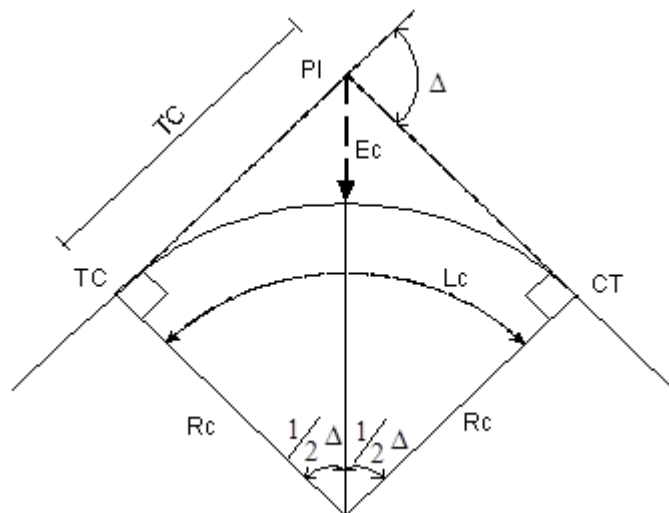
Sumber: TPGJAK No 038/T/BM/1997

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:

Δ = Sudut Tikung

O = Titik Pusat Tikung

TC = Tangen to Circle

CT = Circle to Tangen

Rc = Jari-Jari Busur Lingkari

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

Lc = Panjang Busur Lingkari

Ec = Jarak Luar dari PI ke Busur Lingkari

Tabel 2.5. Jari-Jari Tikungan yang Tidak Memerlukan Lengkung Peralihan

Vr (km/jam)	120	100	80	60	50	40	30	20
R _{min}	2500	1500	900	500	350	250	130	60

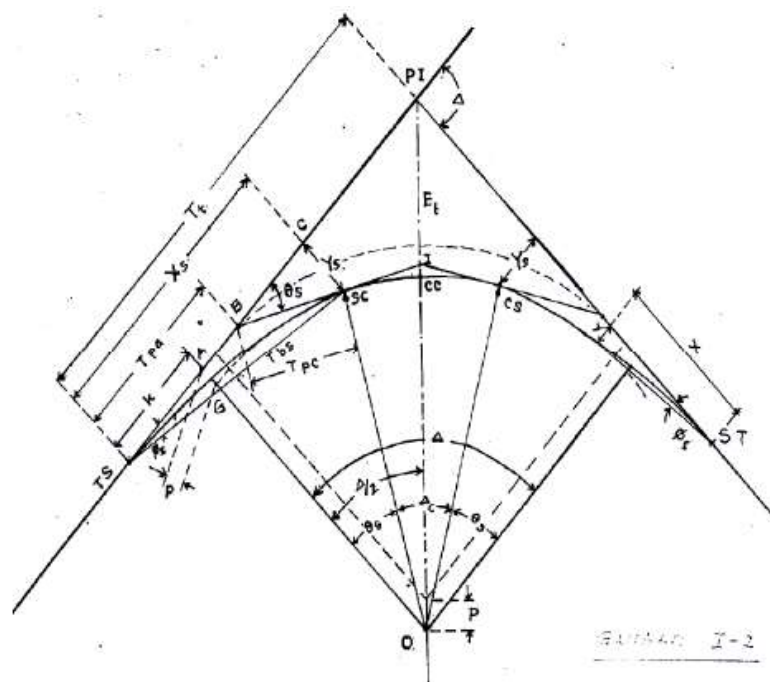
Sumber: TPGJAK No 038/T/BM/1997

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

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

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

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



Gambar 2.2. Lengkung Spiral-Circle-Spiral

Xs = absis titik SC pada garis tangen, jarak dari titik ST ke SC

Y_s = Jarak tegak lurus ke titik 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

θ_s = Sudut lengkung spiral

R_d = Jari-jari lingkaran

P = Pergeseran tangen terhadap spiral

K = Absis dari p pada garis tangen spiral

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

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

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

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

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

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

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

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

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

360

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

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

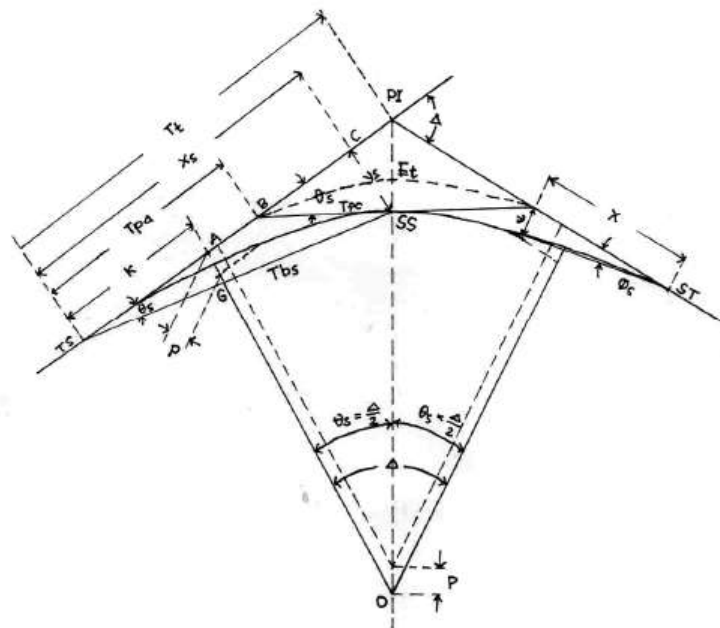
$$P = \frac{L_s^2}{24Rd} < 0,25 m \dots\dots\dots (2.19)$$

Untuk $L_s = 1,0 m$ maka $p = p'$ dan $k = k'$

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

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:

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

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 ditempuh dalam waktu $\leq 2,5$ menit (sesuai Vr).

Tabel 2.7. Panjang Bagian Lurus Maksimum

Fungsi	Panjang bagianlurus 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_s = panjang lengkung peralihan

B = lebar jalur 1 arah, m

E = superelevasi, m/m'

e_n = 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:

Landai Relatif: $1/m = h/L_s$

M.m maksimum

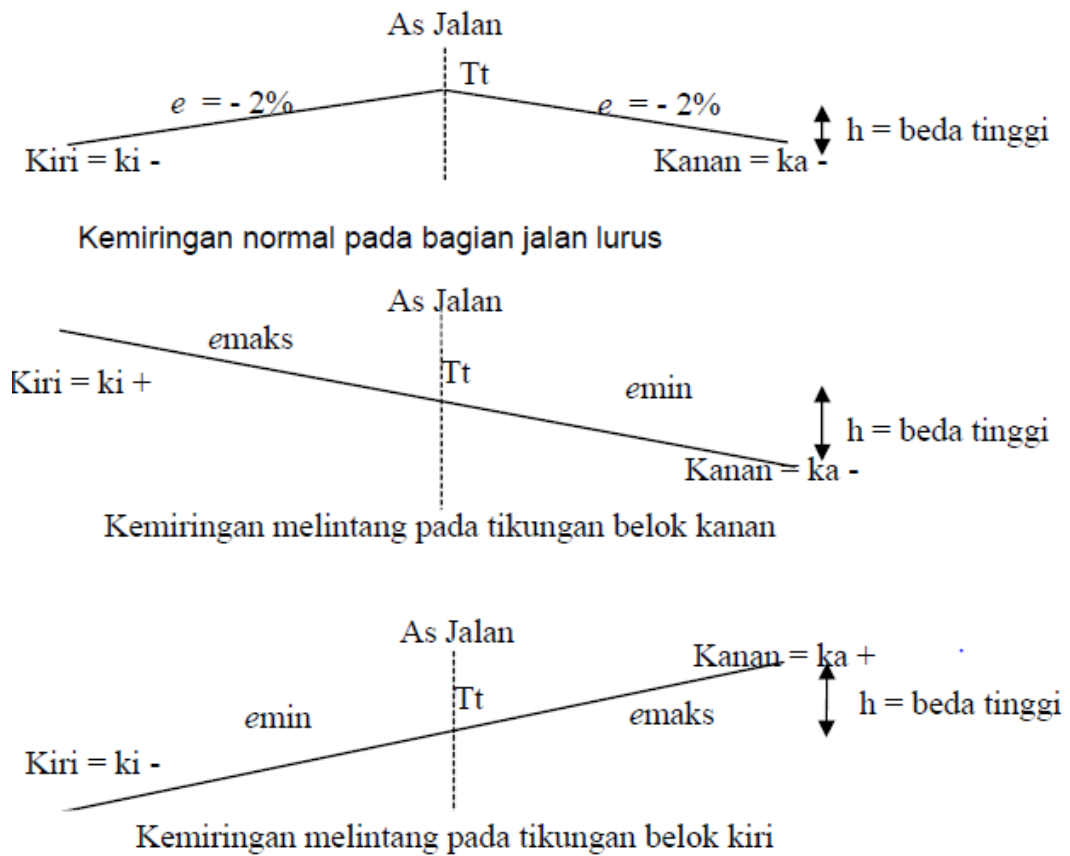
$$\frac{(e + e_n)B}{L_s} \leq \frac{1}{m_{maks}}$$

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

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

2.3.1.3. Diagram Superelevasi

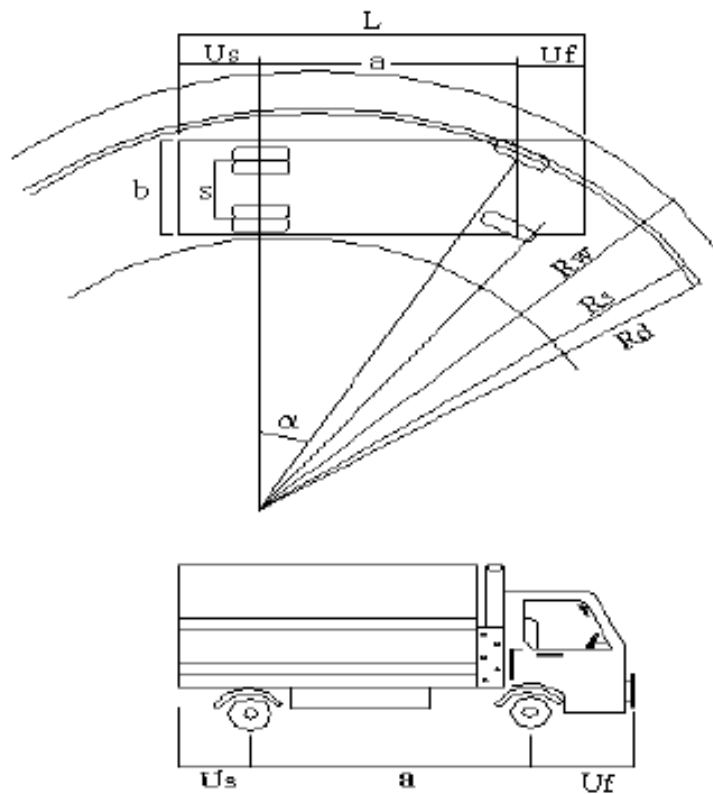
Superelevasi adalah kemiringan melintang jalan pada daerah tikungan. Pada bagian jalan lurus, jalan mempunyai kemiringan melintang yang biasa disebut lereng normal atau *Normal Trawn* yaitu diambil minimum 2% baik sebelah kiri maupun sebelah kanan AS jalan. Hal ini dipergunakan untuk system drainase aktif. Harga elevasi (e) yang menyebabkan kenaikan elevasi terhadap jalan diberi tanda (-).



Gambar 2.4. Superelevasi

2.3.1.4. Pelebaran Perkerasan

Pelebaran perkerasan dilakukan pada 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:

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

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

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

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

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

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

Td = Lebar melintang akibat tonjolan depan

Z = Lebar tambah akibat kelelahan pengemudi

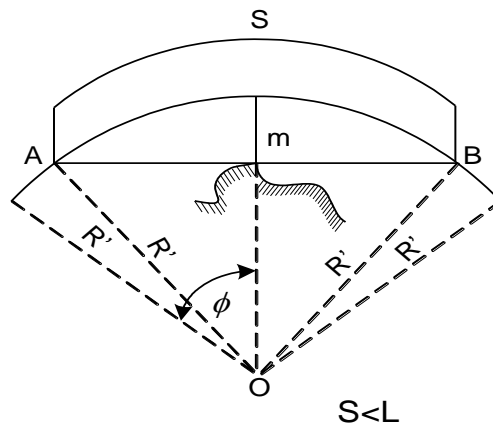
c = Kebebasan samping

ϵ = Pelebaran Perkerasan

Rd = Jari-jari rencana

2.3.1.5. Jarak Pandangan Pada Lengkungan 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)

θ = 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 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 ke samping.

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 didepan. 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/det²

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 :

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

- Untuk jalan dengan kelandaian tertentu :

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

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

Tabel 2.11. Jarak Pandang Henti (Jh) Minimum

V_r , 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 ke jalur 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 kelajur 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:

$$d1 = 0,278 \times T1 \times Vr - m + \frac{\alpha x T1}{2} \dots\dots\dots (2.34)$$

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

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

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

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/jam/detik, (km/jam/detik) $\infty 2.052 + 0,0036 \times V_r$

m = Perbedaan kecepatan dari kendaraan yang menyisip 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 = g1 – g2 (perbedaan aljabar landai)

Ev = Pergesran vertikal dari titik PPV ke bagian lengkung

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

Sta akhie – sta awal

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

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

800

$$y = \frac{Ax^2}{200xL} \dots\dots\dots (2.41)$$

2.3.2.3. Lengkung Vertikal

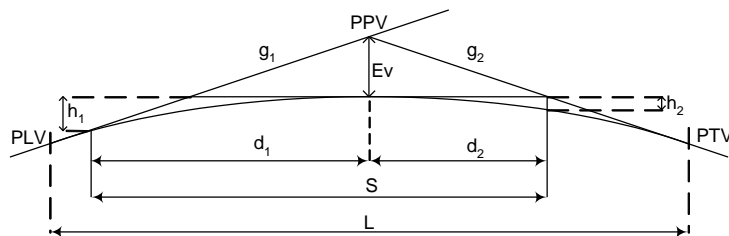
Lengkung Vertikal harus disediakan pada setiap lokasi yang mengalami perubahan kelandaian dengan tujuan,

- 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<1)



Gambar 2.7. Jarak Pandang pada Lengkung Vertikal Cembung

(s<L)

- Berdasarkan jarak pandangan berada seluruhnya dalam daerah lengkung (S<L)
 - Jarak pandangan henti menurut metode Bina Marga

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

- Jarak pandangan menyiap menurut metode Bina Marga

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

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

- Jarak pandangan henti menurut Bina marga

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

- 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 C₁ Untuk Beberapa h₁ dan h₂ Berdasarkan Bina Marga.

	Bina Marga '90	
	JPH	
Tinggi mata pengemudi (h1) (m)	1,20	1,20
Tinggi objek (h2) (m)	0,10	1,20

Konstata C	399	960
------------	-----	-----

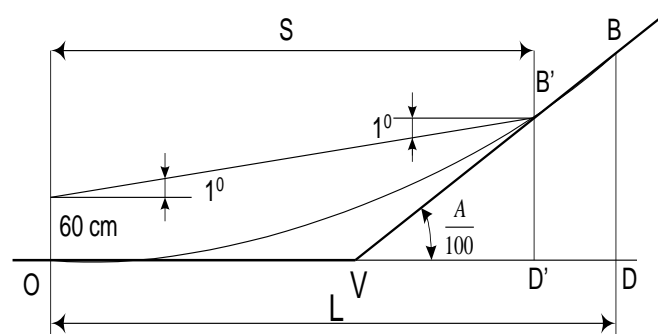
JPH = Jarak Pandangan Henti
 JPM = Jarak Pandangan Menyiap

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

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

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

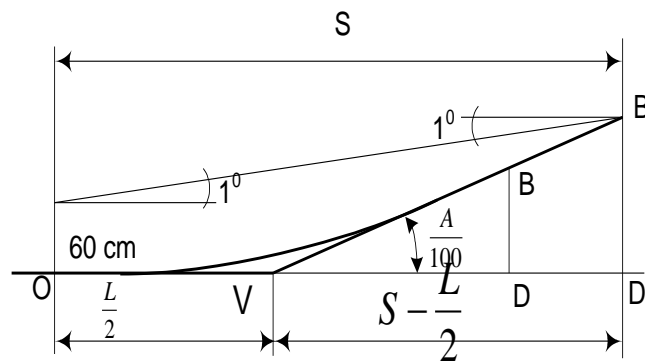
$$D'B' = \frac{S^2 A}{200L}$$

$$\text{Tg } 1^\circ = 0,0175$$

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

$$L = \frac{AS^2}{120 + 3,5S} \dots\dots\dots (2.48)$$

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



Gambar 2.9. Lengkung Vertikal Cekung dengan Jarak Pandangan Penyinaran

Lampu Depan > L

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

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

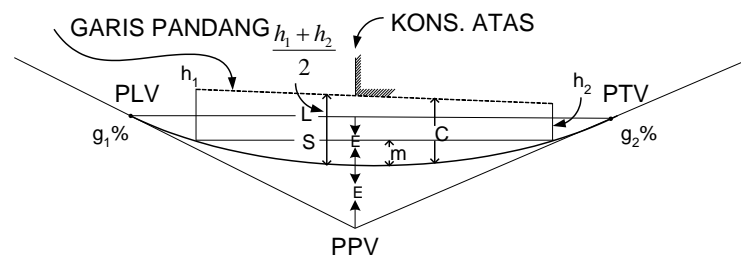
$$= 0,60 + 0,0175 S$$

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

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

- Jarak pandangan $S < L$

Diasumsikan titik PPV berbeda dibawah bangunan



Gambar 2.10. Jarak Pandangan Bebas Dibawah Bangunan pada Lengkung Vertikal Cekung dengan $S < L$

Rumus:

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

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

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

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

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

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

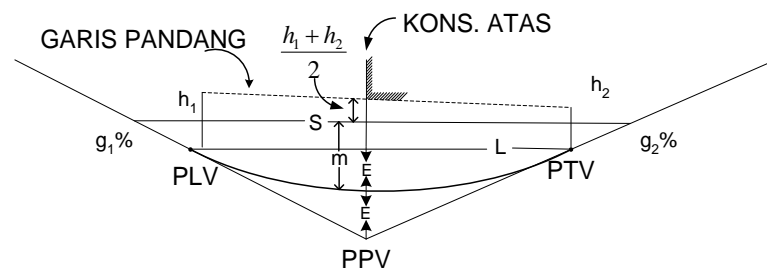
$$L = \frac{S^2 A}{800 C - 400(h_1 + h_2)} \dots\dots\dots (2.50)$$

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 dibawah bangunan



Gambar 2.11. Jarak Pandangan Bebas Dibawah 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 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 Perhitungan Volume Galian Timbunan

pot	sta	Luas penampang melintang (m ²)				Jarak (m)	Volume (m ³)	
		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			
Jumlah							$J \left(\frac{AG1 + AG2}{2} \right)$	$J \left(\frac{AT1 + AT2}{2} \right)_+$
							$J \left(\frac{AG2 + AG3}{2} \right)$	$J \left(\frac{AT2 + AT3}{2} \right)$

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 Samarang – Kamojang yaitu dengan mengumpulkan data-data curah hujan maksimum pada stasiun hujan yang terdekat dengan lokasi perencanaan.

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. Analisis Hidrologi

Analisis hidrologi untuk suatu daerah dapat dihitung dengan metode rata-rata aljabar, cara ini adalah perhitungan rata-rata secara aljabar curah hujan di dalam dan disekitar daerah bersangkutan.

$$R = 1/n(R_1 + R_2 + \dots + R_n) \dots\dots\dots (2.55)$$

Keterangan :

R = Curah hujan daerah

n = jumlah titik atau pos pengamatan

R₁,R₂,.....R_n = Curah hujan ditiap titik pengamatan

2.4.2. Analisis Frekuensi

Tujuan analisis frekuensi data hidrologi berkaitan dengan besaran peristiwa-peristiwa ekstrim yang berkaitan dengan frekuensi kejadiannya melalui penerapan distribusi kemungkinan.

Analisis frekuensi ini didasarkan pada sifat statistik data kejadian yang telah lalu untuk memperoleh probabilitas besaran hujan di masa yang akan datang dengan anggapan bahwa sifat statistik kejadian hujan di masa akan datang akan masih sama dengan sifat statistik kejadian hujan masa lalu.

Tabel 2.15. Syarat Pemilihan Jenis Distribusi

Jenis Sebaran	Syarat
Log Normal	$C_s = 3 C_v + C_v^2 = 0.159$
	$C_v = 0.06$
Log Pearson Tipe III	$C_s \neq 0$
	$C_v = 0.3$
Gumble	$C_s = 1.139$
	$C_k = 5.4$
Normal	$C_s = 0$
	$C_k = 3$

Sumber SNI 2015-2016 debit banjir rencana

1. Distribusi Gumble

$$X_T = \bar{X} + \left[\frac{Y_{Tr} - Y_n}{S_n} \right] \times STDEV \dots\dots\dots (2.56)$$

$$X_T = \bar{X} + (K) \times STDEV \dots\dots\dots (2.57)$$

$$Y_{Tr} = -\ln \left[\ln \frac{T_r}{T_r-1} \right] \dots\dots\dots (2.58)$$

Keterangan :

X_T = CH/intensitas hujan pada periode T_r

Y_{tr} = factor Ln dari T_r

Y_n = reduce mean factor

S_n = reduce standard deviation

S = Standard deviation

T_r = tahun ulangan (2 tahun, 5 tahun dst)

Tabel 2.16. 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

Tabel 2.17. 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

n	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
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

1. Distribusi Normal

$$X_T = \bar{X} + K_T \cdot STDEV \dots\dots\dots (2.59)$$

Keterangan :

X_T = Perkiraan nilai yang diharapkan terjadi dengan periode ulang T

\bar{X} = Nilai rata-rata hitung variant

STDEV = Deviasi standar nilai variant

K_T = Faktor frekuensi, merupakan fungsi dari peluang atau periode ulang dan tipe model matematik distribusi peluang yang digunakan untuk analisis peluang. Nilai faktor frekuensi dapat dilihat pada table Reduksi Gauss

Tabel 2.18. Nilai Reduksi Gauss

Periode Ulang	Peluang	k
1.001	0.999	-3.05
1.005	0.995	-2.58
1.010	0.990	-2.33
1.050	0.952	-1.64
1.110	0.901	-1.28
1.250	0.800	-0.84
1.330	0.752	-0.67
1.430	0.699	-0.52
1.670	0.599	-0.25
2.000	0.500	0
2.500	0.400	0.25
3.330	0.300	0.52
4.000	0.250	0.67
5.000	0.200	0.84
10.000	0.100	1.28
20.000	0.050	1.64
50.000	0.020	2.05
100.000	0.010	2.33
200.000	0.005	2.58
500.000	0.002	2.88
1,000.000	0.001	3.09

2. Distribusi Log Pearson Tipe III

$$\log(X_T) = \overline{\log(X)} + K \cdot STDEV \dots\dots\dots (2.60)$$

$$X_T = 10^{(\overline{\log(X)} + K \cdot STDEV)} \dots\dots\dots (2.61)$$

Keterangan :

X_T = CH/intensitas hujan pada T_r

K = Variabel standar bergantung C_s dan G

$STDEV$ = Standard deviation

T_r = tahun ulangan (2 tahun, 5 tahun dst)

Tabel 2.19. Distribusi Log Pearson III untuk Koefisien Kemencengan (C_s)

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
C_s	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
1.8	-1.087	-1.020	-0.945	-0.799	-0.4543	-0.282	0.0263	0.643	1.318	2.0472	2.193	2.848	3.499	4.147	5.660
1.6	-1.197	-1.093	-0.994	-0.817	-0.4417	-0.254	0.0557	0.675	1.329	2.0240	2.163	2.780	3.388	3.990	5.390
1.4	-1.318	-1.168	-1.041	-0.832	-0.4273	-0.225	0.0850	0.705	1.337	1.9962	2.128	2.706	3.271	3.828	5.110
1.2	-1.449	-1.243	-1.086	-0.844	-0.4113	-0.195	0.1140	0.732	1.340	1.9625	2.087	2.626	3.149	3.661	4.820
1.0	-1.588	-1.317	-1.128	-0.852	-0.3933	-0.164	0.1433	0.758	1.340	1.9258	2.043	2.542	3.022	3.489	4.540
0.9	-1.660	-1.353	-1.147	-0.854	-0.3833	-0.148	0.1577	0.769	1.339	1.9048	2.018	2.498	2.957	3.401	4.395
0.8	-1.733	-1.388	-1.116	-0.856	-0.3733	-0.132	0.1720	0.780	1.336	1.8877	1.998	2.453	2.891	3.312	4.250
0.7	-1.806	-1.423	-1.183	-0.857	-0.3630	-0.116	0.1860	0.790	1.333	1.8613	1.967	2.407	2.824	3.223	4.105
0.6	-1.880	-1.458	-1.200	-0.857	-0.3517	-0.099	0.2007	0.800	1.328	1.8372	1.939	2.359	2.755	3.132	3.960
0.5	-1.955	-1.491	-1.216	-0.856	-0.3407	-0.083	0.2140	0.808	1.323	1.8122	1.910	2.311	2.686	3.041	3.815
0.4	-2.029	-1.524	-1.231	-0.855	-0.3290	-0.066	0.2280	0.816	1.317	1.7862	1.880	2.261	2.615	2.949	3.670
0.3	-2.104	-1.555	-1.245	-0.853	-0.3177	-0.050	0.2413	0.824	1.309	1.7590	1.849	2.211	2.544	2.856	3.525
0.2	-2.178	-1.586	-1.258	-0.850	-0.3053	-0.033	0.2547	0.830	1.301	1.7318	1.818	2.159	2.472	2.763	3.380
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
-1.4	-3.271	-1.938	-1.337	-0.705	-0.0850	0.225	0.4273	0.832	1.041	1.1718	1.198	1.270	1.318	1.351	1.465
-1.6	-3.388	-1.962	-1.329	-0.675	-0.0557	0.254	0.4417	0.817	0.994	1.0957	1.116	1.166	1.197	1.216	1.280
-1.8	-3.499	-1.981	-1.318	-0.643	-0.0263	0.282	0.4543	0.799	0.945	1.0200	1.035	1.069	1.087	1.097	1.130
-2.0	-3.605	-1.996	-1.302	-0.600	0.0047	0.307	0.4637	0.777	0.895	0.9483	0.959	0.980	0.990	0.995	1.000
-2.2	-3.705	-2.006	-1.284	-0.574	0.0287	0.330	0.4707	0.752	0.844	0.8807	0.888	0.900	0.905	0.907	0.910
-2.5	-3.845	-2.012	-1.250	-0.518	0.0673	0.360	0.4770	0.711	0.771	0.7893	0.793	0.798	0.799	0.800	0.802
-3.0	-4.051	-2.003	-1.180	-0.420	0.1240	0.396	0.4760	0.636	0.660	0.6650	0.666	0.666	0.667	0.667	0.668

Dikutip dari Ir. CD. Soemarto, B.I.E. Dipl. HE / Hidrologi Teknik

3. Distribusi Log Normal

$$\log(X_T) = \overline{\log(X)} + K \cdot STDEV \dots\dots\dots (2.62)$$

$$X_T = 10^{(\overline{\log(X)} + K \cdot STDEV)} \dots\dots\dots (2.63)$$

Keterangan :

X_T = CH/intensitas hujan pada T_r

K = Variabel reduksi Gauss

$STDEV$ = Standard deviation

T_r = tahun ulangan (2 tahun, 5 tahun dst)

2.4.3. Pengujian Kecocokan Fungsi Distribusi (*goodness of fit*)

Kecocokan dalam pemilihan fungsi distribusi diuji dengan uji kecocokan menggunakan metode pengujian dan dengan *confidence interval* (tingkat interval kepercayaan) tertentu dapat menggunakan Metode Chi-Square dan Metode Kolmogorov-Smirnov

1. Uji Chi-Square

$$X^2 = \sum_{i=1}^n \frac{(O_f - E_f)^2}{E_f} \dots\dots\dots (2.64)$$

$$K = 1 + 3,322 \times \text{Log}(n) \dots\dots\dots (2.65)$$

$$Dk = K - (p + 1) \dots\dots\dots (2.66)$$

Keterangan :

X^2 : Parameter Chi-Kuadrat terhitung.

E_f : Frekuensi yang diharapkan sesuai dengan pembagian kelasnya.

Of : Frekuensi yang diamati pada kelas yang sama.

N : Jumlah sub kelompok.

Dk : Derajat kebebasan.

P : Banyaknya parameter, untuk uji Chi-Kuadrat adalah 2.

K : Jumlah kelas distribusi.

N : Banyaknya data

$X^2_{terhitung} < X^2_{kritis}$, berarti metode distribusi yang diperiksa dapat diterima.

2. Kolmogorov-Smirnov

$$\Delta = \text{maksimum} | P_{teoritis} - P_{empiris} | \dots\dots\dots (2.67)$$

Apabila nilai $\Delta < \Delta_{kritis}$ sesuai harga kritis uji Kolmogorov-Smirnov seperti Tabel 2.21 maka distribusi teoritisnya dapat diterima

Perhitungan probabilitas dengan rumus Weibul

$$P = \frac{m}{n+1} 100\% \dots\dots\dots (2.68)$$

P = probabilitas (%)

m = nomor urut data dari seri data yang telah disusun

n = banyak data.

Tabel 2.20. Harga Kritis Chi-Square

df	α derajat kepercayaan							
	0,995	0,99	0,975	0,95	0,90	0,825	0,80	0,605
1	0,000293	0,000157	0,000982	0,00393	1,641	3,824	6,631	7,879
2	0,0100	0,0201	0,0506	0,103	5,991	7,378	9,210	10,597
3	0,0717	0,115	0,216	0,352	7,815	9,348	11,345	12,838
4	0,207	0,297	0,484	0,711	9,488	11,143	13,277	14,860
5	0,412	0,554	0,831	1,145	11,070	12,832	15,086	16,750
6	0,676	0,872	1,237	1,635	12,592	14,449	16,812	18,548
7	0,989	1,239	1,690	2,167	14,067	16,013	18,475	20,278
8	1,344	1,646	2,180	2,733	15,507	17,535	20,090	21,955
9	1,735	2,088	2,700	3,325	16,919	19,023	21,666	23,589
10	2,156	2,558	3,247	3,940	18,307	20,483	23,209	25,188
11	2,603	3,053	3,816	4,573	19,675	21,920	24,725	26,757
12	3,074	3,571	4,404	5,226	21,026	23,337	26,217	28,300
13	3,565	4,107	5,009	5,891	22,362	24,736	27,308	29,819
14	4,075	4,660	5,629	6,571	23,685	26,119	28,341	31,319
15	4,601	5,229	6,262	7,261	24,996	27,488	30,578	32,801
16	5,142	5,812	6,908	7,962	26,296	28,845	32,000	34,267
17	5,697	6,400	7,564	8,672	27,587	30,191	33,409	35,718
18	6,265	7,015	8,231	9,390	28,869	31,526	34,803	37,156
19	6,844	7,653	8,907	10,117	30,144	32,852	36,191	38,582
20	7,434	8,301	9,591	10,851	31,410	34,170	37,566	39,997
21	8,034	8,957	10,283	11,591	32,671	35,479	38,932	41,401
22	8,643	9,622	10,982	12,338	33,924	36,781	40,289	42,796
23	9,260	10,296	11,689	13,091	35,172	38,076	41,638	44,181
24	9,886	10,986	12,401	13,848	36,415	39,364	42,980	45,558
25	10,520	11,694	13,120	14,611	37,652	40,646	44,314	46,928
26	11,160	12,418	13,844	15,379	38,885	41,923	45,642	48,290
27	11,808	13,159	14,573	16,151	40,113	43,194	46,963	49,645
28	12,461	13,915	15,308	16,928	41,337	44,461	48,278	50,993
29	13,121	14,686	16,047	17,708	42,557	45,722	49,588	52,336
30	13,787	15,473	16,791	18,493	43,773	46,978	50,892	53,672

Sumber: Soewarno (1993)

Tabel 2.21. Harga Kritis Kolmogorov Smirnov

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 SNI 2015-2016 debit banjir rencana

2.4.4. Intensitas Hujan

Intensitas curah hujan adalah ketinggian curah hujan yang terjadi pada suatu kurun waktu dimana air tersebut berkonsentrasi. Intensitas curah hujan (cm)

mempunyai satuan mm/jam, berarti tinggi air persatuan waktu, misalnya mm dalam kurun waktu menit, jam, atau hari.

Menentukan Intensitas Hujan dengan Menggunakan Metode mononbe
Rumus ini digunakan apabila data hujan jangka pendek tidak tersedia, yang ada hanya data hujan harian. Rumus ini dihasilkan di Jepang.

$$I = \frac{R_{24}}{24} \left(\frac{24}{t} \right)^{\frac{2}{3}} \dots\dots\dots (2.69)$$

Keterangan :

I = intensitas hujan (mm/jam)

t = lamanya hujan (jam)

R24 = curah hujan maksimum harian (mm)

2.4.5. Debit Puncak Aliran

Metode rasional praktis, Metode ini dapat menggambarkan hubungan antara debit limpasan dengan besar curah hujan secara praktis berlaku untuk luas DAS hingga 5.000 hektar

$$Qr = \frac{1}{36} C . I . A \dots\dots\dots (2.70)$$

Keterangan:

Qr = debit puncak aliran (m³/s);

C = koefisien limpasan;

I = intensitas hujan selama waktu konsentrasi (mm/jam);

A = luas daerah aliran (km²).

2.4.6. Koefisien Pengaliran (C)

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

$$C = \frac{C1.A1+C2.A2+C3.A3+\dots+Cn.An.Fk}{A1+A2+A3+\dots+An} \dots\dots\dots (2.71)$$

Keterangan:

A1,A2,A3 = Luas daerah pengaliran yang diperhitungkan sesuai dengan kondisi permukaan

C1,C2,C3 = Koefisien pengaliran yang sesuai dengan tipe kondisi permukaan

Tabel 2.22. Harga koefisien pengaliran (C) dan harga faktor limpasan

No	Kondisi Permukaan Tanah	Koefisien Pengaliran (C)	Faktor Limpasan (fk)
	bahan		
1	jalan beton & jalan aspal	0.70 - 0.95	
2	jalan kerikil & 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	
	tata guna lahan		
1	daerah perkotaan	0.70 - 0.95	2
2	daerah pinggir kota	0.60 - 0.70	1.5
3	daerah industri	0.60 - 0.90	1.2
4	permukiman padat	0.40 - 0.60	2
5	permukiman tidak padat	0.40 - 0.60	1.5

No	Kondisi Permukaan Tanah	Koefisien Pengaliran (C)	Faktor Limpasan (fk)
6	taman dan kebun	0.20 - 0.40	0.2
7	persawahan	0.45 - 0.60	0.5
8	perbukitan	0.70 - 0.80	0.4
9	pegunungan	0.75 - 0.90	0.3

Sumber Pd.T-02-2006-B

2.4.7. Menentukan Waktu Konsentrasi (Tc)

$$T_c = t_1 + t_2 \dots\dots\dots (2.72)$$

$$t_1 = (2/3 \cdot 3,28 \cdot L_o \frac{nd}{\sqrt{S}})^{0,167} \dots\dots\dots (2.73)$$

$$t_2 = \frac{L}{60 \cdot V} \dots\dots\dots (2.74)$$

dengan :

Tc = Waktu konsentrasi (menit)

t₁ = Waktu inlet (menit)

t₂ = Waktu aliran (menit)

L_o = Jarak dari titik terjauh kefasilitas drainase (m)

S = Kemiringan daerah pengaliran

L = Panjang saluran

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

Nd = Koefisien hambatan

Tabel 2.23. 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

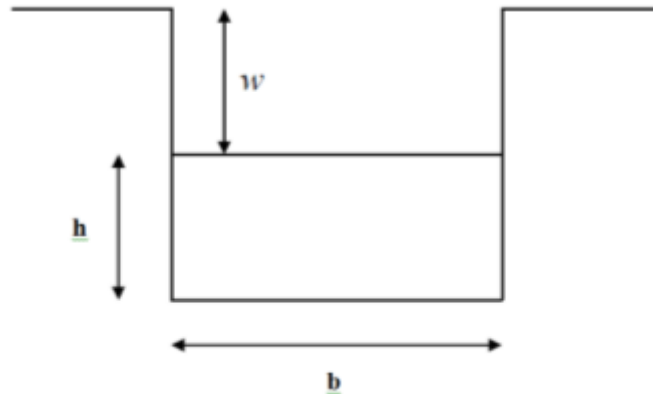
Sumber : Desain Drainase dan Bangunan Pelengkap

Tabel 2.24. 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

2.4.8. Menentukan Dimensi Saluran



Gambar 2.12. Potongan Melintang Saluran

1. Penentuan bahan saluran, koefisien Manning (n), dan kecepatan (V) pada saluran yang diijinkan, bentuk saluran dan penentuan kemiringan saluran yang diijinkan
2. Tentukan kecepatan saluran < kecepatan saluran yang diijinkan

$$V = \frac{1}{n} R^{\frac{2}{3}} i_s^{\frac{1}{2}} \dots\dots\dots (2.75)$$

3. Menentukan tinggi kedalaman air saluran (h), Hitung tinggi jagaan (W) dan lebar saluran (b), Debit saluran (Q_s)

$$R = \frac{F}{P} = \frac{b \times h}{b + 2h} \dots\dots\dots (2.76)$$

$$W = \sqrt{0,5} \times h \dots\dots\dots (2.77)$$

$$Q_s = F \times V \dots\dots\dots (2.78)$$

Keterangan :

W = tinggi jagaan(m)

h = kedalaman air yang tergenang dalarn saluran(m)

R = jari-jari hidrolis (m)

F= luas penampang basah (m²)

P = keliling basah(m)

Q_r = Debit Aliran

Q_s = Debit Saluran

4. $Q_r < Q_s$, maka dimensi saluran dapat diterima , jika tidak sesuai maka perhitungan dimensi harus diulang

5. Bandingkan kemiringan saluran hasil perhitungan (i_s perhitungan) dengan kemiringan tanah yang diukur di lapangan (i_s lapangan)

$$\text{Kemiringan saluran , } i_s = \left(\frac{V \times n}{R^{\frac{2}{3}}} \right)^2 \dots\dots\dots (2.79)$$

Kemiringan tanah lokasi yang akan di bangun ,

$$i_s = \frac{\text{elevasi1} - \text{elevasi2}}{L} \times 100\% \dots\dots\dots (2.80)$$

- i_s lapangan $\leq i_s$ perhitungan, artinya bahwa kemiringan saluran yang direncanakan sesuai dengan perhitungan
- i_s lapangan $\geq i_s$ perhitungan, berarti saluran harus dibuatkan pematah arus, sesuai Tabel 2.25

Tabel 2.25. Hubungan kemiringan saluran(i_s) dan jarak pematah arus

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

Tabel 2.26 Harga n untuk rumus manning

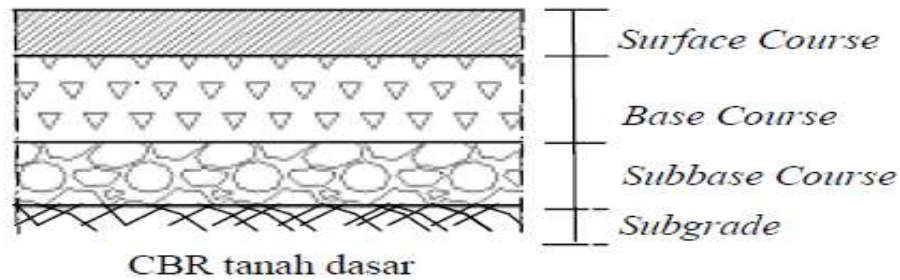
No	Tipe Saluran	Baik sekali	Baik	Sedang	Jelek
	SALURAN BUATAN				
1	Saluran tanah, lurus teratur	0,017	0,02	0,023	0,025
2	Saluran tanah yang dibuat dengan excavator	0,023	0,028	0,03	0,04

No	Tipe Saluran	Baik sekali	Baik	Sedang	Jelek
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 berdinding 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.16, 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 Pd.T-02-2000-B

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.



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_p)

$$LHR_p = LHR_s \times (1 + i_1)^n \quad \dots\dots\dots (2.81)$$

- Lalu lintas harian rata – rata akhir (LHR_A)

$$LHR_A = LHR_p \times (1 + i_2)^n \quad \dots\dots\dots (2.82)$$

2) Rumus-Rumus Lintas Ekivalen

3) Lintas Ekivalen Permulaan (LEP)

$$LEP = \sum_{j=mp}^n (LHR_{pj}) \times C \times E \quad \dots\dots\dots (2.83)$$

4) Lintas Ekivalen Akhir (LEA)

$$LEA = \sum_{j=mp}^n (LHR_{Aj}) \times C \times E \dots\dots\dots (2.84)$$

5) Lintas Ekivalen Tengah (LET)

$$LET = \frac{LEP + LEA}{2} \dots\dots\dots (2.85)$$

6) Lintas Ekivalen Rencana (LER)

$$LER = LET \times Fp \dots\dots\dots (2.86)$$

$$Fp = \frac{n_2}{10} \dots\dots\dots (2.87)$$

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 dibawah ini:

Tabel 2.27. Koefisien Distribusi Kendaraan

Jumlah Lajur	Kendaraan Ringan *)		Kendaraan Berat **)	
	1 Arah	2 Arah	1 Arah	2 Arah
1 Lajur	1	1	1	1

Jumlah Lajur	Kendaraan Ringan *)		Kendaraan Berat **)	
	1 Arah	2 Arah	1 Arah	2 Arah
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 \geq 5 ton, misalnya : Bus, Truk, Traktor, Semi Trailer, Trailer.

2.5.3. Angka Ekuivalen (E) Beban Sumbu Kendaraan

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

$$\bullet \quad E.\text{Sumbu Tunggal} = \left(\frac{\text{beban satu sumbu tunggal dlm kg}}{8160} \right)^4 \dots\dots\dots (2.88)$$

$$\bullet \quad E.\text{Sumbu Ganda} = \left(\frac{\text{beban satu sumbu ganda dlm kg}}{8160} \right)^4 \dots\dots\dots (2.89)$$

Tabel 2.28. Angka Ekuivalen (E) 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	0,005
5000	11023	0,141	0,0121
6000	13228	0,2923	0,0251
7000	15432	0,5415	0,0466
8000	17637	0,9238	0,0794

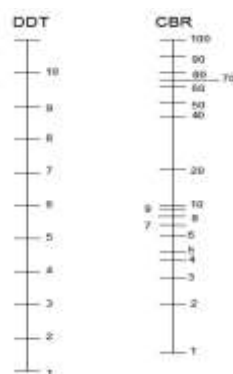
Beban Sumbu		Angka Ekivalen	
Kg	Lb	Sumbu Tunggal	Sumbu Ganda
8160	18000	1	860
9000	19841	1,4789	0,1273
10000	22046	2,2555	0,194
11000	24251	3,3.22	0,284
12000	26455	4,677	0,4022
13000	28660	6,4419	0,554
14000	30863	8,6647	0,7452
15000	33069	11,4184	0,982
16000	35276	14,7815	1,2712

Sumber : Petunjuk Perencanaan Tebal Perkerasan Lentur Jalan Raya Dengan

Metode Analisa Komponen SKBI 2.3.2.6.1987, Halaman 8

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 di laboratorium atau langsung di lapangan, nilai CBR yang digunakan disebut CBR rencana atau CBR desain.



Gambar 2.14. Korelasi DDT dan CBR

Sumber: Petunjuk Perencanaan Tebal Perkerasan Lentur Jalan Raya Dengan

Metode Analisa Komponen SKBI 2.3.26.1987, Halaman 13

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

2.5.5. Faktor Regional

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 2.29. 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	
	$\leq 30\%$	$> 30\%$	$\leq 30\%$	$> 30\%$	$\leq 30\%$	$> 30\%$
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 keraraan/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.

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 2.30. Indeks Permukaan pada Akhir Umur Rencana (IPt)

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	-
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 ekuivalen 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 2.31. Indeks Permukaan Pada Awal Umur Rencana (IPo)

Jenis Lapis Perkerasan	IPo	Roughnees *) mm/km
LASTON	$\geq 4,0$	≤ 1000
	3,9 – 3,5	> 1000
LASBUTAG	3,9 – 3,5	≤ 2000

Jenis Lapis Perkerasan	Ipo	Roughnees *) mm/km
	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	≤ 2,4	-
JALAN KERIKIL	≤ 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 *Marshaal 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 Kekauan Relatif

Koofisien Kekutan 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	-	-	

Koofisien			Kekuatan			Jenis Bahan
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 2.33. 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
6,71 – 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 2.34. 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	Laton atas
10 – 12,14	20	Batu pecah, stabilisasi tanah dengan semen, stabilisasi tanah dengan kapur, pondasi macadam, Lapen, Laston atas

ITP	Tebal Minimum	Bahan
≥ 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 20cm 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 10cm.

2.5.9. Analisa Komponen Perkerasan

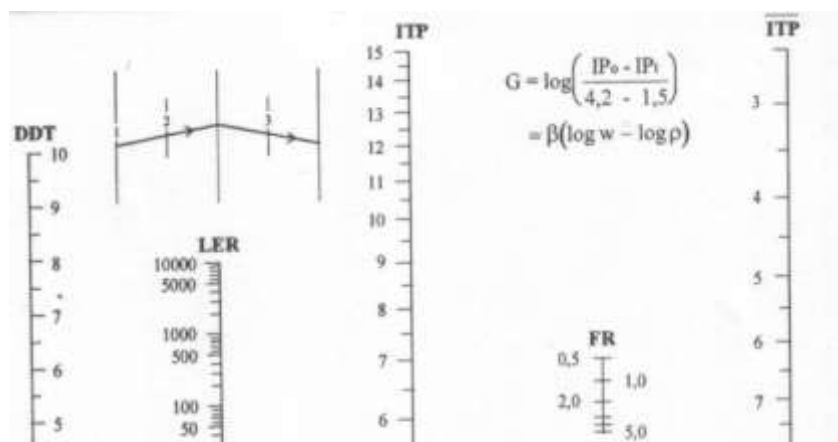
Penghitungan ini didistribusikan pada kekuatan relatif masing-masing lapisan perkerasan jangka tertentu (umur rencana) dimana penentuan tebal perkerasan dinyatakan oleh Indeks Tebal Perkerasan (ITP).

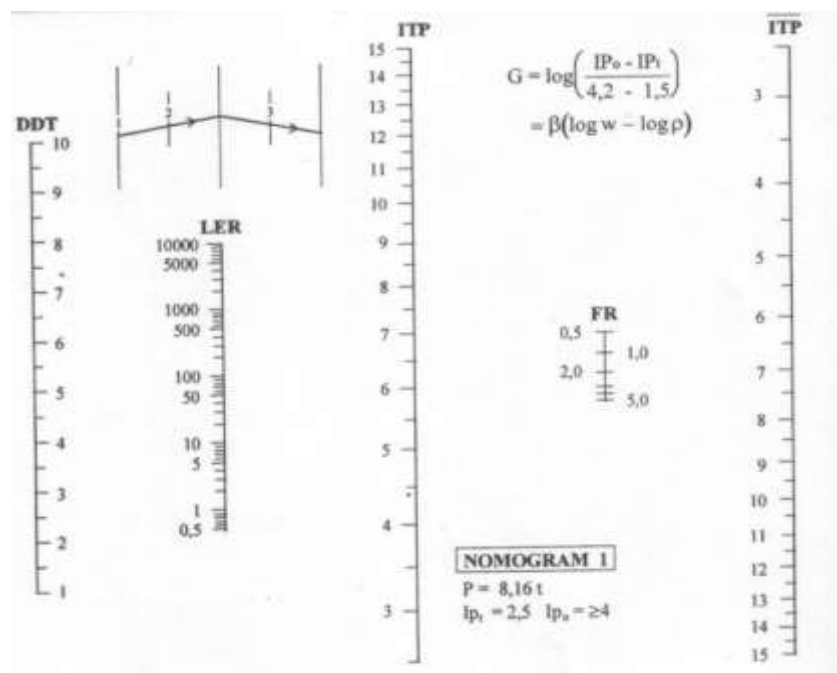
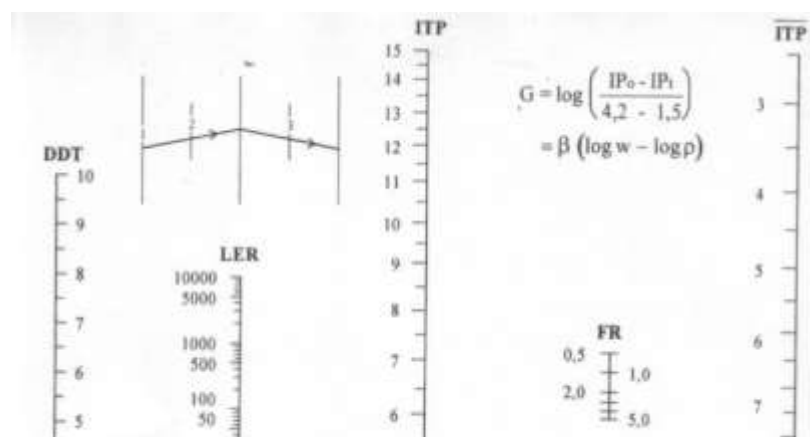
Rumus:

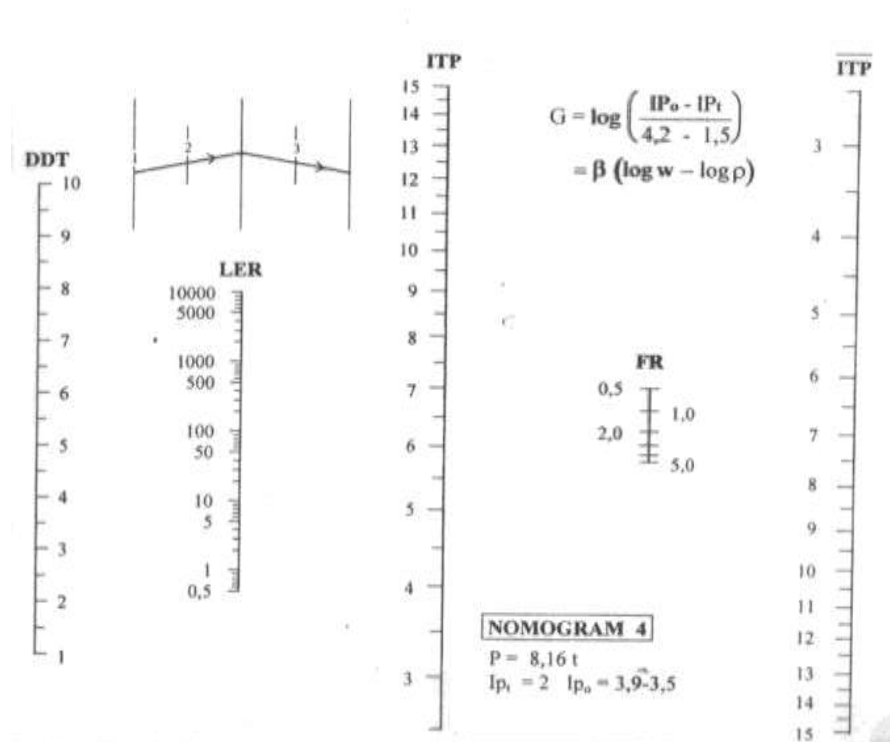
$$ITP = \alpha_1 D_1 + \alpha_2 D_2 + \alpha_3 D_3 \dots\dots\dots (2.90)$$

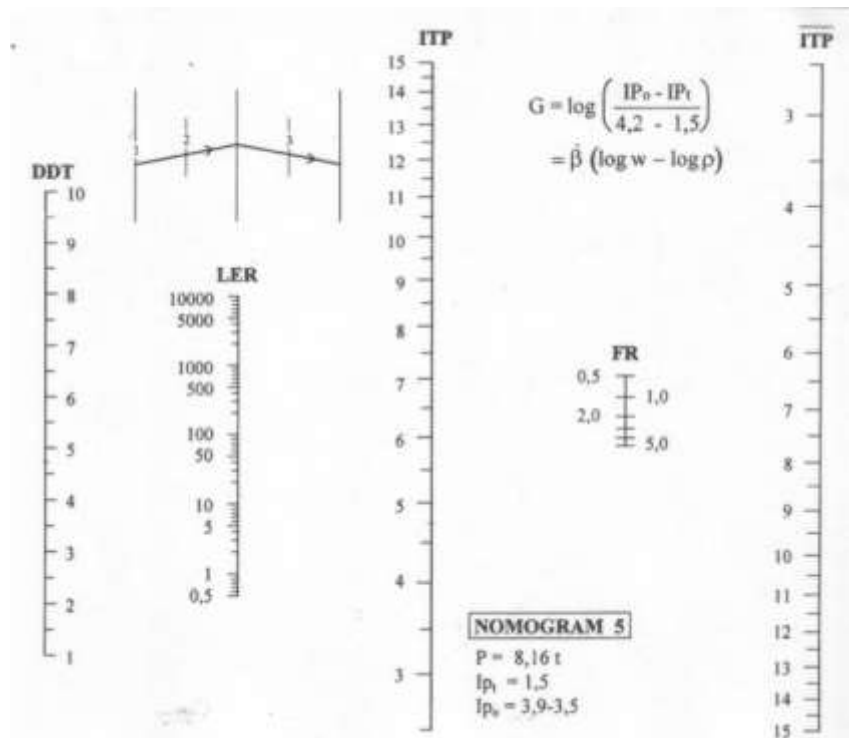
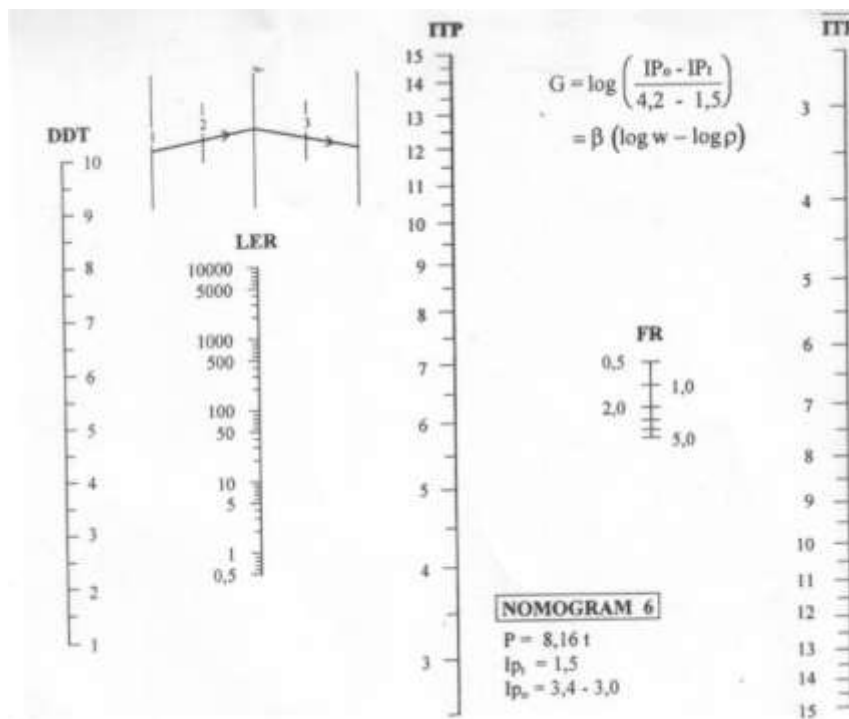
D1, D2, D3 = Tebal masing-masing lapis perkerasan (cm)

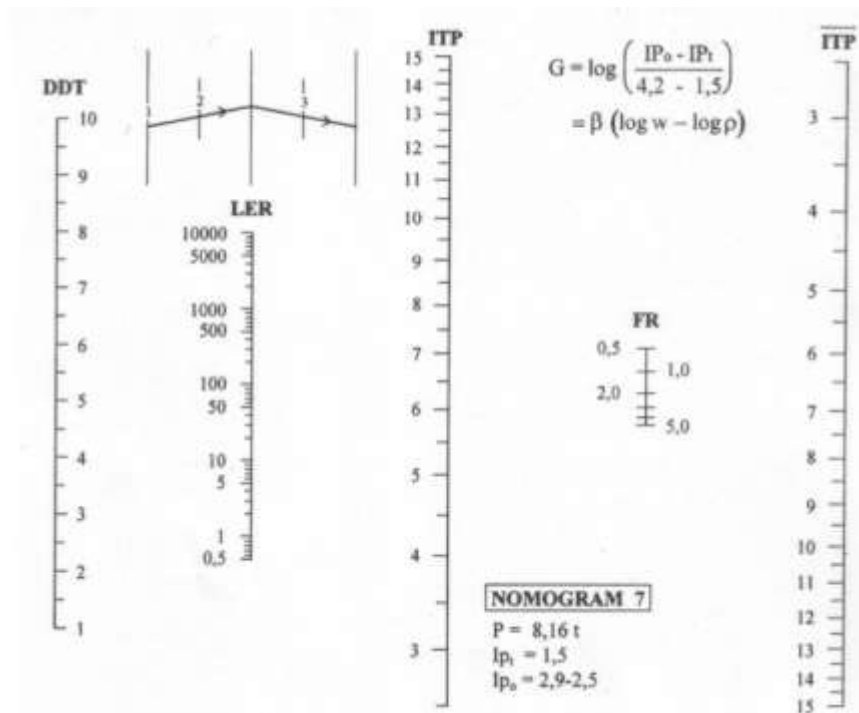
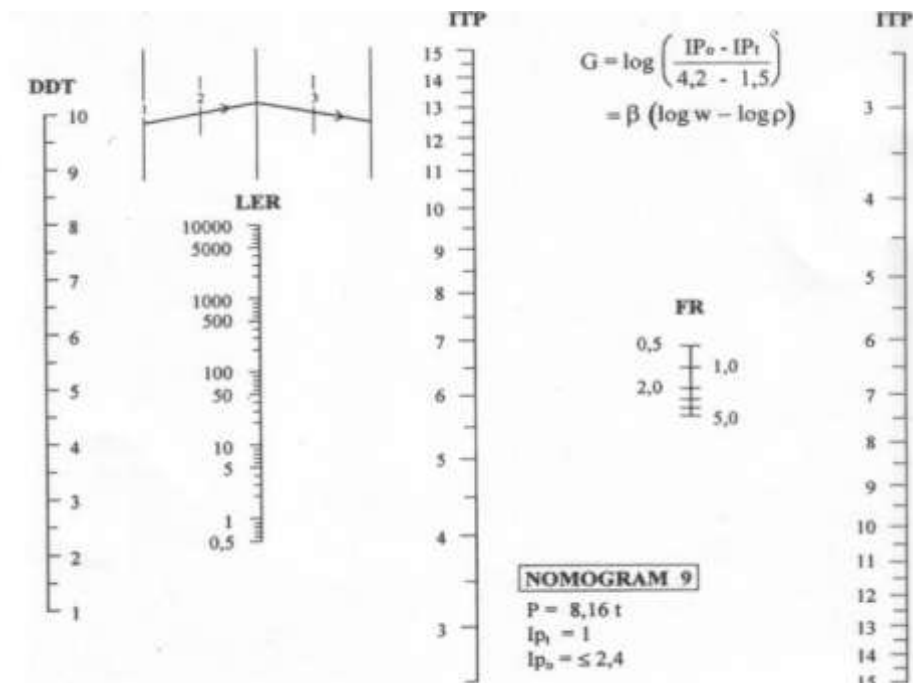
Angka 1,2,3 masing-masing lapis permukaan, lapis pondasi atas dan pondasi bawah.



Gambar 2.15. Nomogram I untuk $I_{pt} = 2,5$ dan $I_{po} = \geq 4$ 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 $I_{po} = 3,4-3,5$

Gambar 2.19. Nomogram 5 untuk $I_{pt} = 1,5$ dan $I_{po} = 3,9-3,5$ Gambar 2.20. Nomogram 6 untuk $I_{pt} = 1,5$ dan $I_{po} = 3,4-3,0$

Gambar 2.21. Nomogram 7 untuk $I_{p_i} = 1,5$ dan $I_{p_o} = 2,9-2,5$ Gambar 2.22. Nomogram 8 untuk $I_{p_i} = 1$ dan $I_{p_o} \geq 2,4$

