

## **BAB 2**

### **LANDASAN TEORI**

#### **2.1 Perencanaan Geometrik jalan**

Perencanaan geometric jalan merupakan bagian dari perencanaan jalan yang bertujuan untuk menentukan dimensi yang nyata dari suatu jalan dan bagian – bagian nya yang disesuaikan dengan tuntutan lalu lintas. (Suwardo & Imam Haryanto 2016 : 35)

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, 1999:17)

Elemen dari perencanaan geometrik jalan terbagi menjadi:

- a. Alinyemen Horizontal,
- b. Alinyemen Vertikal

#### **2.2 Klasifikasi jalan**

Klasifikasi jalan menurut fungsi nya pada bina marga ( TPGJAK ) NO. 38/TMB/1997 terbagi menjadi :

1. Jalan Arteri
2. Jalan Kolektor

### 3. Jalan Lokal

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

**Jalan Kolektor :** Jalan yang melayani angkutan pengumpul/pembagi dengan ciri – ciri perjalanan jarak sedang, kecepatan rata -rata sedang dan jumlah jalan masuk dibatasi.

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

Klasifikasi jalan menurut kelas nya pada bina marga (TPGJAK)

NO.38/TBM/1998.

Tabel 2.1 Klasifikasi jalan menurut kelas nya

Fungsi	Kelas	Muatan Sumbu terberat MTS (ton)
Arteri	I	>10
	II	10
	IIIA	8
Kolektor	IIIA	8
	IIIB	
Lokal	IIIC	Tidak ditentukan

Sumber : (TPGJAK)NO38/TBM/1997

Klasifikasi jalan menurut medan jalan pada bina marga (TPGJAK)

NO.38/TBM/1997

Tabel 2.2 Klasifikasi jalan menurut medan jalan

NO	Jenis Medan	Notasi	Kemiringan Medan
			%
1	Datar	D	<3
2	Perbukitan	B	3-25
3	Pegunungan	G	>25

Sumber : (TPGJAK)NO38/TBM/1997

Keternagn : D (Datar), B (Bukit), G (Gunung).

Klasifikasi jalan menurut wewenang pembinaan jalan sesuai PP. No.26/1985 adalah Jalan Nasional, Jalan Provinsi, Jalan Kabupaten/Kotamadya, Jalan Desa, Jalan Khusus.

### 2.3 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 ( *U turn*). (Silvia Sukirman, 1999:38)

Kendaraan rencana dikelompokan menjadi 3 kategori:

1. Kendaraan kecil, yang diwakili oleh mobil penumpang
2. Kendaraan sedang, yang diwakili oleh truk 3 as tandem atau bus besar 2 as
3. Kendaraan besar, yang diwakili oleh truk – truk semi trailer

Dimensi dasar untuk masinng – masing kategori kendaraan rencana ditunjukkan dalam table 2.3

Tabel 2.3 Dimensi kendaraan rencana

KATEGORI KENDARAAN RENCANA	DIMENSI KENDARAAN (CM)			TONJOLAN (CM)		RADIUS PUTAR		RADIUS TONJOLAN (CM)
	Tinggi	Lebar	Panjang	Depan	Belakang	Minimum	Maksimum	
Kendaraan Kecil	130	210	580	90	150	420	730	780
Kendaraan Sedang	410	260	1210	210	240	740	1280	1410
Kendaraan Besar	410	260	2100	120	90	290	1400	1370

Sumber : (TPGJAK)NO38/TBM/1997

#### 2.4 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 ( $V_R$ ), pada suatu 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 lengang, dan pengaruh samping jalan yang tidak berarti. Untuk kondisi medan yang sulit,  $V_R$  suatu segmen jalan dapat diturunkan dengan syarat bahwa penurunan tersebut tidak lebih dari 20 km/jam.

Tabel 2.4 Kecepatan Rencana  $V_R$ , sesuai klasifikasi fungsi dan klasifikasi medan jalan.

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 – 60	30 – 50	20 – 30

Sumber : (TPGJAK)NO38/TBM/1997

## 2.5 Volume Lalulintas

Volume lalu lintas yang tinggi membutuhkan lebar perkerasan jalan yang lebih lebar, sehingga tercipta kenyamanan dan keamanan. Sebaliknya jalan yang terlalu lebar untuk volume lalu lintas rendah cenderung membahayakan, karena pengemudi cenderung mengemudikan kendaraannya pada kecepatan yang lebih tinggi sedangkan kondisi jalan belum tentu memungkinkan, dan di samping itu mengakibatkan peningkatan biaya pembangunan jalan yang jelas tidak pada tempatnya. (Silvia Sukirman, 1994:42-43)

### a. Volume Lalu Lintas Rencana

Berdasarkan Bina Marga dalam Tata Cara Perencanaan Geometrik (TPGJAK) No.038/TBM/1997 Volume Lalu Lintas Harian Rencana (VLHR) adalah perkiraan lalu lintas harian pada akhir tahun rencana lalu lintas dinyatakan dalam SMP/hari.

Volume Jam Rencana (VJR) adalah prakiraan volume lalu lintas pada jam sibuk tahun rencana lalu lintas, dinyatakan dalam SMP/jam, dihitung dengan rumus

:

$$VJR = VLHR \times \frac{K}{F}$$

( 2.1 )

Dimana :

K (disebut dengan faktor K) adalah faktor volume lalu lintas jam sibuk

F (disebut dengan faktor F) adalah faktor variasi tingkat lalu lintas perseperempat jam dalam satu jam.

VJR digunakan untuk menghitung jumlah lajur jalan, dan fasilitas lalu lintas lainnya yang diperlukan.

Tabel 2.5 Penentuan Faktor K dan F berdasarkan VLHR

VLHR	Faktor-K (%)	Faktor-F (%)
>50.000	4 – 6	0,9 – 1
30.000 – 50.000	6 – 8	0,8 – 1
10.000 – 30.000	6 – 8	0,8 – 1
5.000 – 10.000	8 – 10	0,6 – 0,8
1.000 – 5.000	10 – 12	0,6 – 0,8
<1.000	12 - 16	<0,6

Sumber : TPGJAK No. 038/TBM/19 97

b. Lalu Lintas Harian Rata-Rata

Lalu lintas Harian Rata-Rata (LHR) adalah volume lalu lintas rata-rata dalam satu hari. Dari cara memperoleh data tersebut dikenal 2 jenis Lalu Lintas Harian

Rata-Rata, yaitu Lalu Lintas Harian Rata-Rata Tahunan (LHRT) dan Lalu Lintas Harian Rata-Rata (LHR). (Silvia Sukirman, 1994:43)

LHRT adalah jumlah lalu lintas kendaraan rata-rata yang melewati satu jalur jalan selama 24 jam dan diperoleh dari data selama satu tahun penuh.

$$LHRT = \frac{\text{jumlah lalu lintas dalam 1 tahun}}{365}$$

( 2.2 )

LHR adalah hasil bagi jumlah kendaraan yang diperoleh selama pengamatan dengan lamanya pengamatan.

$$LHR = \frac{\text{jumlah lalu lintas selama pengamatan}}{\text{lamanya pengamatan}}$$

## 2.6 Bagian – Bagian Jalan

1. Daerah Manfaat Jalan (DAMAJA)
  - a. Lebar antara batas ambang pengaman konstruksi jalan di kedua sisi jalan,
  - b. Tinggi 5 meter di atas permukaan perkerasan pada sumbu jalan,
  - c. Kedalaman ruang bebas 1,5 meter di bawah muka jalan.

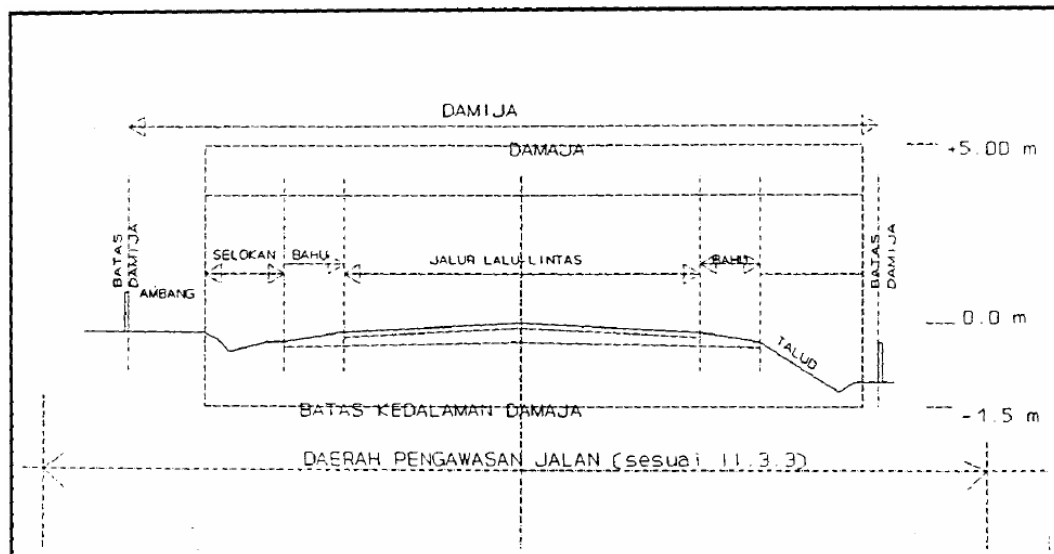
2. Daerah Milik Jalan (DAMIJA)

Ruang daerah milik jalan (DAMIJA) dibatasi oleh lebar yang sama dengan DAMAJA ditambah ambang pengaman konstruksi jalan dengan tinggi 5 m dan kedalaman 1,5 m.

3. Daerah Pengawasan Jalan (DAWASJA)

Ruang sepanjang jalan di luar DAMIJA yang dibatasi oleh tinggi dan lebar tertentu, diukur dari sumbu jalan sesuai dengan fungsi jalan:

- a. Jalan Arteri minimum 20 meter;
- b. Jalan Kolektor minimum 15 meter;
- c. Jalan Lokal minimum 10 meter.



Gambar 2.1 Daerah Pengawasan Jalan

Tabel 2.6 Ketentuan Klasifikasi Jalan

FUNGSI JALAN	ARTERI			KOLEKTOR			LOKAL		
KELAS JALAN	I	II	IIIA	IIIB			IIIC		
Muatan Sumbu Terberat, (ton)	>10	10		8			Tidak ditentukan		
TIPE MEDAN	D	B	G	D	B	G	D	B	G
Kemiringan Medan, (%)	<3	3 - 25	>25	<3	3 - 25	>25	<3	3 - 25	>25

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

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



Tabel 2.7 Dimensi Kendaraan Rencana

KATEGORI KENDARAAN RENCANA	DIMENSI KENDARAAN (cm)			TONJOLAN (cm)		RADIUS PUTAR		RADIUS TONJOLAN (cm)
	Tinggi	Lebar	Panjang	Depan	Belakang	Minimum	Maksimum	
Kendaraan Kecil	130	210	580	90	150	420	730	780
Kendaraan Sedang	410	260	1210	210	240	740	1280	1410
Kendaraan Besir	410	260	2100	1,20	90	290	1400	1370

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

### 2.6.1 Alinyemen Horizontal

Pada perencanaan alinemen horizontal, umumnya akan ditemui dua bagian jalan, yaitu: bagian lurus dan bagian lengkung atau umum disebut dengan tikungan. Untuk perencanaan geometric pada bagian lengkung dimaksud untuk membagi gaya centrifugal yang diterima oleh kendaraan yang berjalan pada kecepatan  $V_R$ . Tidak lupa untuk keselamatan pemakai jalan, jarak pandang dan daerah bebas samping jalan harus diperhitungkan.

### A. Panjang Bagian Lurus

Dengan mempertimbangkan factor keselamatan pemakai jalan, ditinjau dari segi kelelahan pengemudi, maka Panjang maksimum bagian jalan yang lurus harus ditempuh dalam waktu tidak lebih dari 2,5 menit ( sesuai  $V_R$  ).

Tabel 2.8 Panjang Bagian Lurus Maksimum

Fungsi	Panjang Bagian Lurus Maksimum		
	Datar	Perbukitan	Pegunungan
Arteri	3000	250	2000
Kolektor	2000	1750	1500

Sumber : (TPGJAK)NO38/TBM/1997

### 2.6.2 Tikungan

Umum nya tikungan yang bisa digunakan yaitu dibagi menjadi :

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

Adapun yang dinamakan superelevasi dalam tikungan yaitu superelevasi adalah suatu kemiringan ditikungan yang berfungsi mengimbangi gaya sentrifugal yang diterima kendaraan saat berjalanan melalui tikungan pada kecepatan  $V_R$  . Untuk nilai Superelevasi tikungan sendiri sudah di tetapkan yaitu sebesar 10% .

#### a. Jari – Jari Tikungan

1. Jari – jari tikungan minimum (  $R_{Min}$  ) ditetapkan sebagai berikut :

Supaya kendaraan stabil saat melalui tikungan, perlu dibuat 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)NO38/TBM/1997:

$$R_{\min} = \frac{Vr^2}{127x(e+f)} \dots\dots\dots (1)$$

$$D_d = \frac{1432,4}{Rd} \dots\dots\dots (2)$$

Keterangan:

$R_d$  = Jari – jari lengkung (m)

$D_d$  = Derajat Lengkung ( $^{\circ}$ )

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

$$F_{\max} = 0,192 - (0,00065 \times V_r) \dots\dots\dots (3)$$

$$R_{\min} = \frac{Vr^2}{127x(emaks+fmaks)} \dots\dots\dots (4)$$

$$D_{\max} = \frac{181913,53(emaks+fmaks)}{Vr^2} \dots\dots\dots (5)$$

Keterangan:

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

$V_R$  = Kecepatan kendaraan rencana, (km/jam)

$E_{\max}$  = Superelevasi maksimum, (%)

$F_{\max}$  = Koefisien gesekan melintang maksimum

$D_d$  = Derajat lengkung ( $^{\circ}$ )

$D_{\max}$  = Derajat Maksimum

Tabel 2.9 Panjang Jari -Jari Minimum (dibulatkan) untuk  $E_{maks} = 10\%$ .

$V_R$ (km/jam)	120	100	80	60	50	40	30	20
Jari – jari minimum	600	370	210	110	80	50	30	15

Sumber : (TPGJAK)NO38/TBM/1997

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

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

#### **b. Lengkungan Peralihan ( $L_s$ )**

Lengkungan peralihan adalah lengkung yang diisipkan diantara bagian lurus jalan dan bagian lengkung jalan berjari jari tetap  $R$  yang berfungsi untuk mengantisipasi perubahan alinyemen jalan dari bentuk lurus ( $R$  tak terhingga) sampai bagian lengkung jalan berjari jari tetap  $R$  sehingga gaya sentrifugal yang bekerja pada kendaraan saat berjalan di tikungan berubah secara berangsur – angsur, baik Ketika kendaraan mendekati tikungan maupun meninggalkan tikungan.

Dengan adanya lengkung peralihan, maka tikungan menggunakan jenis S-C-S. Panjang lengkung peralihan ( $L_s$ ), menurut Tata Cara Perencanaan Geometrik Jalan Antar Kota, 1997, diambil nilai yang terbesar dari 3 persamaan di bawah ini:

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

Berdasarkan waktu tempuh maksimum di lengkung peralihan

$$L_s = \frac{V_R}{3,6} \dots\dots\dots (1.5)$$

Keterangan:

$V_R$  = Kecepatan rencana, (km/jam)

T = Waktu tempuh pada lengkung peralihan, ditetapkan 3 detik

Berdasarkan antisipasi gaya sentrifugal

$$L_s = 0,022x \frac{V_R}{Rxc} - 2,727x \frac{V_{Re}}{c} \dots\dots\dots (1.6)$$

Berdasarkan tingkat pencapaian perubahan kelandaian

$$L_s = \frac{(em - en)xV_R}{3,6xr e} \dots\dots\dots (1.7)$$

Keterangan:

$V_r$  = Kecepatan rencana, (km/jam)

em = Superelevasi maksimum

en = Superelevasi normal

re = Tingkat pencapaian perubahan kemiringan melintang

### 1. Landai Relatif

$$\frac{1}{m} = \frac{(e + en)}{L_s} \dots\dots\dots (1.8)$$

Keterangan:

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

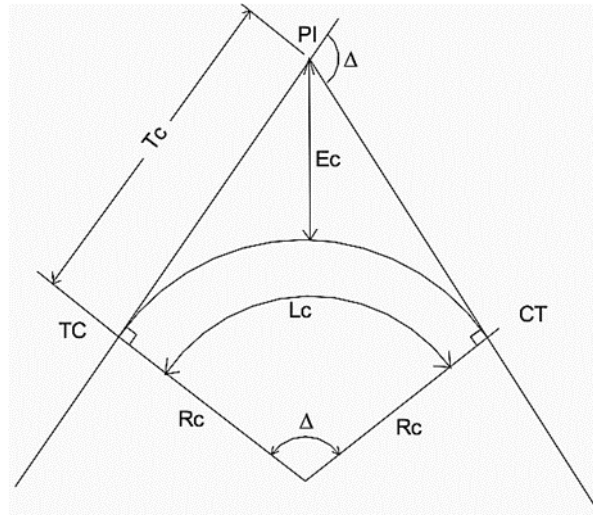
e = Superelevasi, (%)

en = Kemiringan melintang normal, (%)

B = Lebar lajur, (m)

### c. Tikungan Full Circle (F – C)

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)



Gambar 2.2 Lengkung Full Circle (F – C )

Keterangan:

$\Delta$  = Sudut Tikungan

O = Titik Pusat Tikungan

TC = Tangen to Circle

CT = Circle to Tangen

Rd = Jari – jari Busur Lingkaran

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

Lc = Panjang Busur Lingkaran

Ec = Jarak Luar dari PI ke busur lingkaran

FC (Full Circle) adalah jenis tikungan yang hanya terdiri dari bagian suatu lingkaran saja. Tikungan FC hanya digunakan untuk R (jari – jari) yang besar agar

tidak terjadi patahan, karena dengan R kecil maka diperlukan superelevasi yang besar.

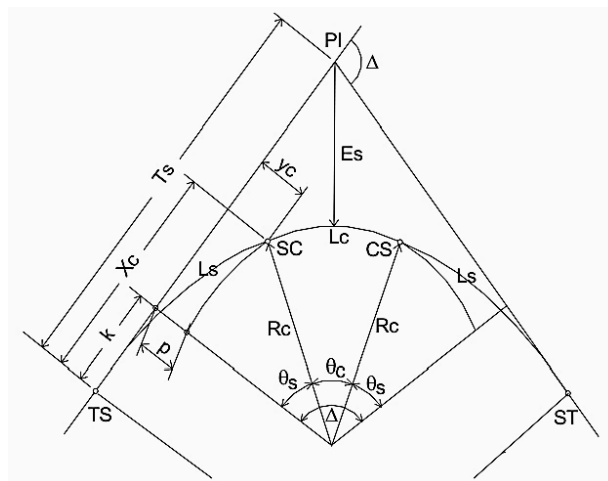
Tabel 2.10 Jari-jari Tikungan yang Tidak Memerlukan Lengkung Peralihan

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

#### d. Tikungan Spiral Circle Spiral (S – C – S)

Lengkung *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 =  $R_c$  diakhir spiral (kanan SC). Titik TS adalah titik peralihan bagian lurus kebagian berbentuk spiral dan titik SC adalah titik peralihan bagian spiral kebagian lingkaran. (Silvia Sukirman, 1999:127).



Gambar 2.3 Tikungan Spiral Circle Spiral (S - C - S)

Rumus-rumus yang digunakan:

$$\theta_s = \frac{Ls}{2.Rc} \times \frac{360}{2\pi} \dots\dots\dots (1.12)$$

$$\Delta_c = \Delta - (2\theta_s) \dots\dots\dots (1.13)$$

$$X_c = Ls - \left( \frac{Ls^3}{40 \times Rc^2} \right) \dots\dots\dots (1.14)$$

$$Y_c = \frac{Ls^2}{6Rc} \dots\dots\dots (1.15)$$

$$p = Y_c - Rc(1 - \cos \theta_s) \dots\dots\dots (1.16)$$

$$K = X_c - Rc \sin \theta_s \dots\dots\dots (1.17)$$

$$E_s = \frac{Rc + p}{\cos \frac{1}{2} \Delta} - Rc \dots\dots\dots (1.18)$$

$$T_s = (Rc + p) \times \tan \left( \frac{1}{2} \Delta \right) + K \dots\dots\dots (1.19)$$

$$L_c = \frac{\Delta_c \times 2\pi \times Rc}{360^\circ} \dots\dots\dots (1.20)$$

$$L_{tot} = L_c + (2L_s) \dots\dots\dots (1.21)$$

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

$$P = \frac{Ls^2}{24Rd} < 0,25m \dots\dots\dots (1.22)$$

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 CS), (m)



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

TS = Titik dari tangen ke spiral

SC = Titik dari spiral ke lingkaran

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

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

$R_c$  = Jari-jari rencana, (m)

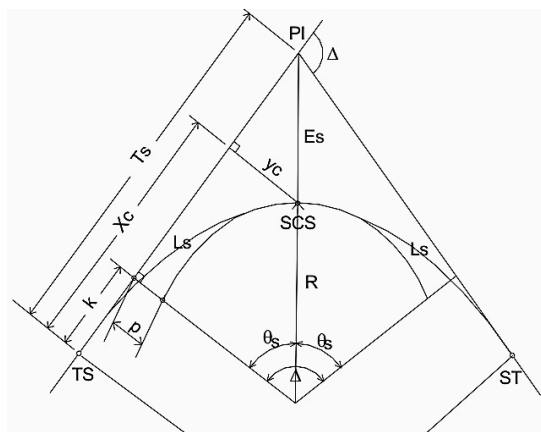
$p$  = Pergeseran tangen terhadap spiral, (m)

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

### e. Tikungan Spiral Spiral (S – S)

Lengkung horizontal berbentuk *Spiral-Spiral* adalah lengkung tanpa busur lingkaran, sehingga titik SC berimpit dengan titik CS. 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 relatif minimum yang disyaratkan. (Silvia Sukirman, 1999:134)

Untuk bentuk tikungan spiral – spiral berlaku rumus sebagai berikut:



Gambar 2.4 Tikungan Spiral Spiral (S – S)

Untuk bentuk tikungan spiral-spiral berlaku rumus sebagai berikut:

$$\theta_s = \frac{1}{2} \Delta \dots\dots\dots (1.23)$$

$$L_{tot} = 2L_s \dots\dots\dots (1.24)$$

$$L_s = \frac{\theta_s \pi x R d}{90^\circ} \dots\dots\dots (1.25)$$

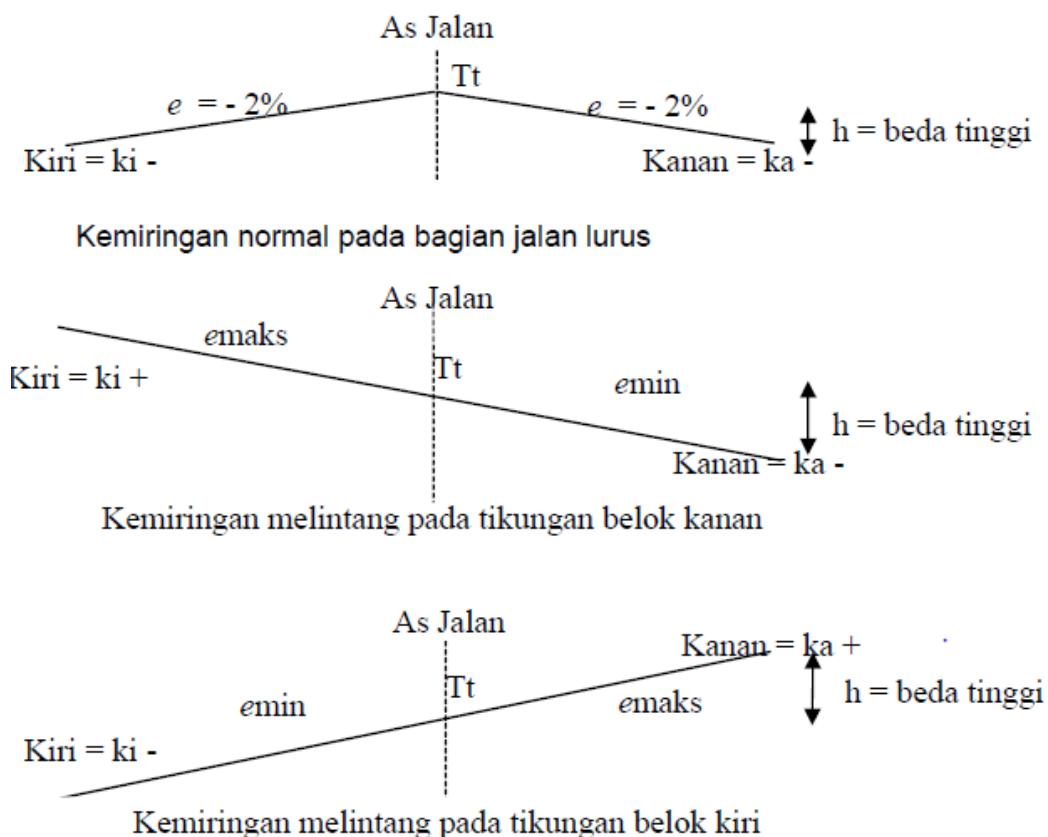
Yc, Xc, p, k, Ts, dan Es rumus sama dengan lengkung peralihan. Tabel 2.7 merupakan panjang lengkung peralihan minimum (e<sub>maks</sub>=10%) metode Bina Marga

Tabel 2.11 Panjang Lengkung Peralihan Minimum dan Superelevasi (e<sub>maks</sub> = 10%)

D (O)	R (m)	V = 50 km/jam		V = 60 km/jam		V = 70 km/jam		V = 80 km/jam		V = 90 km/jam	
		e	Ls	e	Ls	e	Ls	e	Ls	e	Ls
0,25	5730	LN	0	LN	0	LN	0	LN	0	LN	0
0,5	2865	LN	0	LN	0	LP	60	LP	70	LP	75
0,75	1910	LN	0	LP	50	LP	60	0,020	70	0,025	75
1	1432	LP	45	LP	50	0,021	60	0,027	70	0,033	75
1,25	1146	LP	45	LP	50	0,025	60	0,033	70	0,040	75
1,5	955	LP	45	0,023	50	0,030	60	0,038	70	0,047	75
1,75	819	LP	45	0,026	50	0,035	60	0,044	70	0,054	75
2	716	LP	45	0,029	50	0,039	60	0,049	70	0,060	75
2,5	573	0,026	45	0,036	50	0,047	60	0,059	70	0,072	75
3	477	0,030	45	0,042	50	0,055	60	0,068	70	0,081	75
3,5	409	0,035	45	0,048	50	0,062	60	0,076	70	0,089	75
4	358	0,039	45	0,054	50	0,068	60	0,082	70	0,095	75
4,5	318	0,043	45	0,059	50	0,074	60	0,088	70	0,099	75
5	286	0,048	45	0,064	50	0,079	60	0,093	70	0,100	75
6	239	0,055	45	0,073	50	0,088	60	0,098	70	Dmaks = 5,12	
7	205	0,062	45	0,080	50	0,094	60	Dmaks = 6,82			
8	179	0,068	45	0,086	50	0,098	60				
9	159	0,074	45	0,091	50	0,099	60				
10	143	0,079	45	0,095	60	D maks = 9,12					
11	130	0,083	45	0,098	60						
12	119	0,087	45	0,100	60						
13	110	0,091	50	D maks =12,79							
14	102	0,093	50								
15	95	0,096	50								
16	90	0,097	50								
17	84	0,099	60								
18	80	0,099	60								
19	75	D maks = 18,85									

### f. Diagram superelevasi

Superelevasi adalah suatu kemiringan melintang yang berfungsi mengimbangi gaya sentrifugal yang diterima kendaraan pada saat berjalan melalui tikungan pada kecepatan  $V_R$ . Atau singkatnya 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 dipergunakan untuk sistem drainase aktif. Harga elevasi ( $e$ ) yang menyebabkan kenaikan elevasi terhadap sumbu jalan diberi tanda (+) dan yang menyebabkan penurunan elevasi terhadap jala diberi tanda (-).



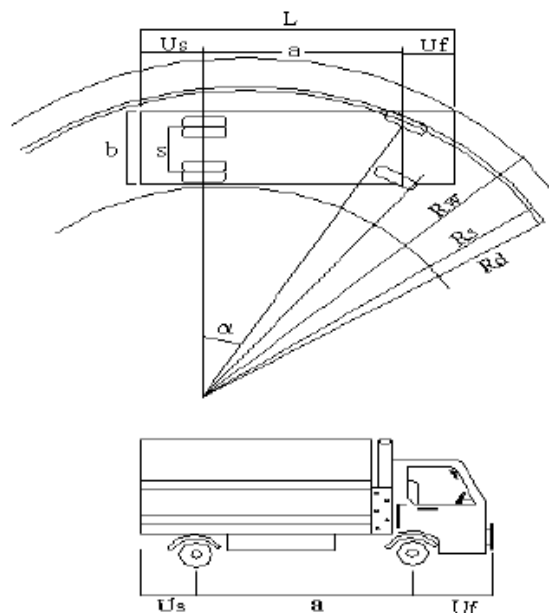
Gambar 2.5 Gambar Kemiringan Perkerasan

### g. Pelebaran Perkerasan Pada Lengkung Horizontal

Pelebaran tikungan dimaksudkan untuk mempertahankan konsentrasi geometric jalan agar kondisi oprasional lalulintas di tikungan sama dengan dibagian lurus.

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

1. Pada waktu membelok yang diberi belokan pertama kali hanya roda depan, sehingga lintasan roda belakang agak keluar lajur (*off tracking*);
2. 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;
3. 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 2.6 Pelebaran Perkerasan Pada Lengkung Horizontal

Rumus-rumus yang digunakan:

$$B = n(b' + c) + (n - 1)Td + Z \dots\dots\dots (1.26)$$

$$b' = B + b'' \dots\dots\dots (1.27)$$

$$b'' = Rc^2 - \sqrt{Rc^2 - p^2} \dots\dots\dots (1.28)$$

$$Td = \sqrt{Rc^2 + A(2p + A)} - Rc \dots\dots\dots (1.29)$$

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)

#### **h. Kebebasan Samping**

Perhitungan kebebasan samping tergantung kepada Jh, antara lain:

a. Jarak pandang henti (Jh) < panjang tikungan

$$E = R \left( 1 - \cos \frac{90^\circ Jh}{\pi R} \right) \dots\dots\dots (1.30)$$

b. Jarak pandang henti (Jh) > panjang tikungan

$$E = R \left( 1 - \cos \frac{90^\circ Jh}{\pi R} \right) \frac{1}{2} (Jh - Lt) \sin \left( \frac{90^\circ Jh}{\pi R} \right) \dots\dots\dots (1.31)$$

Keterangan:

R = Jari-jari tikungan, (m)

Jh = Jarak pandang, (m)

Lt = Panjang tikungan, (m)

### i. Jarak Pandang Pada Lengkung Horizontal

Jarak pandang kendaraan pengemudi yang bergerak pada jalur tepi sebelah dalam sering kali dihalangi oleh Gedung – Gedung, hutan, kayu, galian tebing, dan sebagainya. Dengan demikian, demi menjaga keamanan pemakai jalan, Panjang jarak pandang dan hent harus dipenuhi di sepanjang 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)

Jarak pandang dibedakan menjadi Jarak Pandang Henti ( $J_h$ ) dan Jarak Pandang Mendahului ( $J_d$ ).

Perhitungan untuk jarak pandang kendaraan antara lain:

$$J_h = 0,694 \times V_R + 0,004 \frac{V_R^2}{f} \dots\dots\dots (1.32)$$

Keterangan:

$V_R$  = Kecepatan rencana, (km/jam)

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

Tabel 2.12 Jarak pandang henti ( $J_h$ ) minimum

$V_R$ , (km/jam)	120	100	80	60	50	40	30	20
$J_{h\text{minimum}}$ , (m)	250	175	120	75	55	40	27	16

Sumber : (TPGJAK)NO38/TBM/1997

Tabel 2.13 Jarak Pandang Mendahului

$V_R$ , (km/jam)	120	100	80	60	50	40	30	20
$J_d$ , (m)	800	670	550	350	250	200	15	100

Sumber : (TPGJAK)NO38/TBM/1997

### 2.6.3 Alinyemen Vertikal

Alinyemen vertikal didefinisikan sebagai sumbu jalan pada bidang vertikal, berbentuk penampang memanjang jalan. Tujuan alinyemen vertikal adalah untuk menentukan elevasi titik penting untuk dapat menjamin drainase jalan secara tepat dan tingkat keselamatan yang dapat di terima.

Alinyemen vertikal ditinjau dari titik awal perencanaan, bagian lurus dapat berupa landai positif (tanjakan), atau landai negatif (turunan), atau landai nol (datar). Bagian lengkung vertikal dapat berupa lengkung cekung atau lengkung cembung. Kemungkinan pelaksanaan pembangunan secara bertahap harus dipertimbangkan, misalnya peningkatan perkerasan, penambahan lajur, dan dapat dilaksanakan dengan biaya yang efisien. Sekalipun demikian, perubahan alinyemen vertikal dimasa yang akan datang sebaiknya dihindarkan. (RSNI T – 14 – 2004:40)

### 2.6.4 Kelandaian Maksimum

Kelandaian maksimum adalah kelandaian yang memungkinkan kendaraan bergerak terus tanpa kehilangan kecepatan yang berarti. Di asumsikan untuk truk yang bermuatan penuh dengan kecepatan masih lebih kecil atau sama dengan 50% dari kecepatan awal.

Berikut adalah Tabel 2.12 untuk kelandaian maksimum yang diijinkan berdasarkan kecepatan rencana:

Tabel 2.14 Kelandaian Maksimum yang Diiijinkan

Landai <sub>maks</sub> , (%)	3	3	4	5	8	9	10	10
V <sub>r</sub> , (km/jam)	120	110	100	80	60	50	40	40

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

### 2.6.5 Kelandaian Minimum

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

### 2.6.6 Panjang Kritis Kelandaian

Panjang kritis adalah Panjang landai maksimum yang harus ada untuk mempertahankan kecepatan sehingga penurunan kecepatan kurang dari atau sama dengan 50% dari kecepatan rencana dengan lama 1 menit. Panjang kritis memungkinkan truk masih dapat bergerak dengan kecepatan mencapai 15 – 20 km/jam.

Panjang kritis suatu kelandaian diperlukan sebagai batasan panjang kelandaian maksimum agar pengurangan kecepatan kendaraan tidak lebih dari separuh  $V_R$ . Berikut adalah panjang kritis yang dapat digunakan berdasarkan kecepatan pada awal tanjakan dan kelandaian:



Tabel 2.15 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

### 2.6.7 Lengkung Vertikal

Lengkung vertikal merupakan lengkung peralihan antara dua klandaian. Lengkung vertikal harus disediakan pada setiap lokasi yang mengalami perubahan kelandaian dengan tujuan mengurangi guncangan akibat perubahan kelandaian. Panjang lengkung vertikal dapat dihitung dengan berdasarkan kepada beberapa pertimbangan sebagai berikut.

Berdasarkan syarat keluwesan bentuk:

$$L_v = 0,6 \times V \dots\dots\dots (1.33)$$

Berdasarkan syarat drainase:

$$L_v = 40 \times A \dots\dots\dots (1.34)$$

Berdasarkan syarat kenyamanan pengemudi:

$$L_v = V \times t \dots\dots\dots (1.35)$$

Berdasarkan pengurangan guncangan:

$$L_v = \frac{V^2 \times A}{360} \dots\dots\dots (1.36)$$

Keterangan :

$L_v$  = Panjang lengkung vertikal, (m)

$V$  = Kecepatan rencana, (km/jam)

$A$  = Perbedaan grade/kelandaian, (%)

$t =$  ditentukan 3 detik

Jenis lengkung vertikal dari titik perpotongan bagian lurus (tangen) adalah:

- Lengkung vertikal cekung, adalah lengkung dimana titik perpotongan antara kedua tangen berada di bawah permukaan jalan,
- Lengkung vertikal cembung, adalah lengkung dimana titik perpotongan antara kedua tangen berada di atas permukaan jalan yang bersangkutan. (Silvia Sukirman, 1999:158)

Jika jarak pandang henti lebih kecil dari panjang lengkung vertikal cembung, panjangnya ditetapkan dengan rumus:

$$L_v = \frac{AS^2}{405} \dots\dots\dots (1.37)$$

Jika jarak pandang henti lebih besar dari panjang lengkung vertikal cekung, panjangnya ditetapkan dengan rumus:

$$L_v = 2S - \frac{405}{A} \dots\dots\dots (1.38)$$

Keterangan:

$L$  = Panjang lengkung vertikal, (m)

$A$  = Perbedaan grade, (m)

$J_h$  = Jarak pandang henti, (m)

Tabel 2.16 Panjang Minimum Lengkung Vertikal

Kecepatan Rencana (km/jam)	Perbedaan Kelandaian Memanjang (%)	Panjang Lengkung (m)
<40	1	20 – 30
40 – 60	0,6	40 – 80
>60	0,4	80 – 150

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

atau bisa ditentukan dengan rumus:

$$Lv_{\min} = \frac{Jh^2}{405} \dots\dots\dots (1.39)$$

### 2.6.8 Galian Timbunan

Cara menghitung volume galian maupun timbunan 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. Perhitungan galian timbunan dapat dilihat pada Tabel 2.15.

Titik	Station	Luas Penampang Melintang (m <sup>2</sup> )				Jarak (m)	Vulume (m <sup>3</sup> )	
		Galian	Timbunan	Rata - rata			Galian	Timbunan
				Galian	Timbunan			
1	Sta + Jarak awal	AG1	AT1			J1	((AG1+ AG2)/2) *J1	((AT1+AT2 ) /2)*J1
				(AG1+ AG2)/2	(AT1+AT2 )/2			
2	Sta + Jarak	AG2	AT2					
Total (Σ)						(Σ) Jarak	(Σ) Galian	(Σ) Timbunan

Tabel 2.17 Perhitungan Galian dan Timbunan

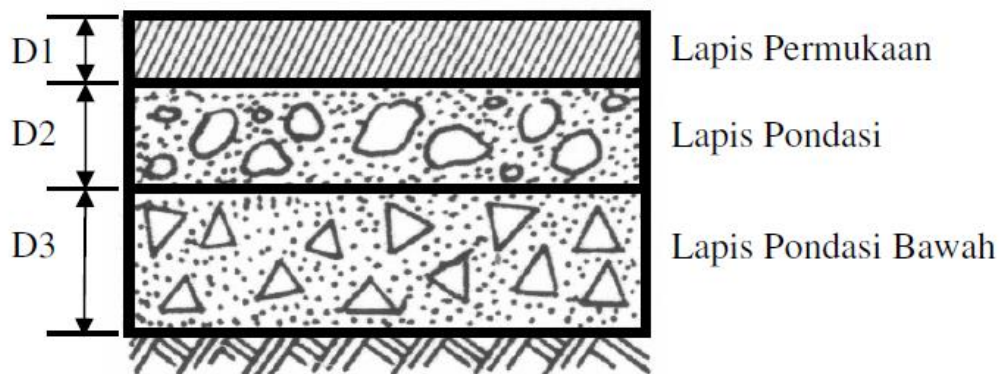
### 2.7 Perencanaan Tebal Perkerasan Lentur

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*).

### 2.7.1 Struktur Perkerasan Lentur

Bagian perkerasan jalan umumnya meliputi : lapisan pondasi bawah (*sub base course*), lapis pondasi (*base course*) dan lapisan permukaan (*surface course*)



Gambar 2.7 Susunan Lapisan Perkerasan Jalan

(Sumber : SKBI 2.3.26.1987)

- a. Tanah Dasar

Kekuatan dan keawetan konstruksi perkerasan jalan sangat tergantung dari sifat-sifat dan daya dukung tanah dasar. Umumnya persoalan yang menyangkut tanah dasar adalah sebagai berikut :

1. Perubahan bentuk tetap (deformasi permanen) dari macam tanah tertentu akibat beban lalu lintas.
2. Sifat mengembang dan menyusut dari tanah tertentu akibat perubahan kadar air.
3. Daya dukung tanah yang tidak merata dan sukar ditentukan secara pasti pada daerah dengan macam tanah yang sangat berbeda sifat dan kedudukannya, atau akibat pelaksanaan.

4. Lendutan dan lendutan balik selama dan sesudah pembebanan lalu lintas dari macam tanah tertentu.
5. Tambahan pemadatan akibat pembebanan lalu lintas dan penurunan yang di akibatkannya, yaitu pada tanah berbutir kasar (*granular skill*) yang tidak dipadatkan secara baik pada saat pelaksanaan.

b. Lapis Pondasi Bawah

Fungsi lapis pondasi bawah antara lain :

1. Sebagai bagian dari konstruksi perkerasan untuk mendukung dan menyebarkan beban roda.
2. Mencapai efisiensi penggunaan material yang relatif murah agar lapisan-lapisan selebihnya dapat dikurangi tebalnya (penghematan biaya konstruksi).
3. Untuk mencegah tanah dasar masuk ke dalam lapis pondasi.
4. Sebagai lapis pertama agar pelaksanaan dapat berjalan lancar.

Campuran-campuran tanah setempat dengan kapur atau semen *portland* dalam beberapa hal sangat dianjurkan, agar dapat bantuan yang efektif terhadap kestabilan konstruksi perkerasan.

c. Lapis Pondasi

Fungsi lapis pondasi antara lain :

1. Sebagai bagian perkerasan yang menahan beban roda,
2. Sebagai perletakan terhadap lapi permukaan.

Bahan-bahan untuk lapis pondasi umumnya harus cukup kuat dan awet sehingga dapat menahan beban-beban roda. Berbagai-bagai bahan alam/bahan

setempat dapat digunakan sebagai lapis pondasi, antara lain : batu pecah, kerikil pecah, dan stabilitas tanah dengan semen atau kapur.

d. Lapis Permukaan

Fungsi lapisan permukaan antara lain :

1. Sebagai bahan perkerasan untuk menahan beban roda,
2. Sebagai lapisan rapat air untuk melindungi badan jalan kerusakan akibat cuaca.
3. Sebagai lapisan aus (*wearing course*).

Bahan untuk lapisan permukaan umumnya adalah sama dengan bahan untuk lapis pondasi, dengan persyaratan yang lebih tinggi. Penggunaan bahan aspal diperlukan agar lapisan dapat bersifat kedap air, di samping itu bahan aspal sendiri memberikan bantuan tegangan tarik, yang berarti mempertinggi daya dukung lapisan terhadap beban roda lalu lintas.

### **2.7.2 Struktur Perkerasan**

Pemilihan jenis perkerasan akan bervariasi berdasarkan volume lalu lintas, umur rencana, dan kondisi fondasi jalan. Batasan pada Tabel 2.15 tidak mutlak, perencana harus mempertimbangkan biaya terendah selama umur rencana,

Tabel 2.18 Pemilihan Jenis Perkerasan

Struktur Perkerasan	Bagan Desain	ESA (juta) dalam 20 tahun (pangkat 4 kecuali ditentukan lain)				
		0 – 0,5	0,1 – 4	>4 – 10	>10 – 30	>30 – 200
Perkerasan kaku dengan lalu lintas berat (di atas tanah dengan $\text{CBR} \geq 2,5\%$ )	4	-	-	2	2	2
Perkerasan kaku dengan lalu lintas rendah (daerah pedesaan dan perkotaan)	4A	-	1,2	-	-	-
AC WC modifikasi atau SMA modifikasi dengan CTB (ESA pangkat 5)	3	-	-	-	2	2
AC dengan CTB (ESA pangkat 5)	3	-	-	-	2	2
AC tebal $\geq 100$ mm dengan lapis	3B	-	-	1,2	2	2

Struktur Perkerasan	Bagan Desain	ESA (juta) dalam 20 tahun (pangkat 4 kecuali ditentukan lain)				
		0 – 0,5	0,1 – 4	>4 – 10	>10 – 30	>30 – 200
fondasi berbutir (ESA pangkat 5)						
AC atau HRS tipis diatas lapis fondasi berbutir	3A	-	1,2	-	-	-
Burda atau Burtu dengan LPA Kelas A atau batuan asli	5	3	3	-	-	-
Lapis Fondasi <i>Soil Cement</i>	6	1	1	-	-	-
Perkerasan tanpa penutup (Japat, jalan kerikil)	7	1	-	-	-	-

Sumber: MPJ Nomor 04/SE/Db/2017

### 2.7.3 Lalu lintas

#### a. Jumlah Jalur dan Koefisien Distribusi Kendaraan

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 tabel di bawah:



Tabel 2.19 Jumlah Lajur Berdasarkan Lebar Perkerasan

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

Tabel 2.20 Koefisien Distribusi Kendaraan (C)

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

5 jalur	-	0,25	-	0,425
6 jalur	-	0,20	-	0,400

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

\*\*\*) berat total > 5 ton, misalnya bus, *truck*, traktor, semi trailer, trailer

Sumber : SKBI 2.3.26.1987

b. Angka Ekuivalen (E) Beban Sumbu Kendaraan

Angka ekuivalen kendaraan adalah angka yang menunjukkan jumlah lintasan dari sumbu tunggal seberat 8,16 ton yang akan menyebabkan kerusakan yang sama atau penurunan indeks permukaan yang sama apabila kendaraan tersebut lewat satu kali.

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

Tabel 2.21 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	0,577	0,0050
5000	11023	0,1410	0,0121

Beban Sumbu		Angka Ekuivalen	
Kg	Lb	Sumbu Tunggal	Sumbu Ganda
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*

### c. Analisis Volume Lalu Lintas

Parameter yang penting dalam analisis struktur perkerasan adalah data lalu lintas yang diperlukan untuk menghitung beban lalu lintas rencana yang dipikul oleh perkerasan selama umur rencana. Beban dihitung dari volume lalu lintas pada tahun survei yang selanjutnya diproyeksikan ke depan sepanjang umur rencana.

Jumlah kendaraan yang hendak memakai jalan dinyatakan dalam volume lalu lintas. Volume lalu lintas didefinisikan sebagai jumlah kendaraan yang melewati satu titik pengamatan selama satu satuan waktu.

Untuk perencanaan tebal lapisan perkerasan, volume lalu lintas dinyatakan dalam kendaraan/hari/2 arah untuk jalan 2 arah tidak terpisah, dan kendaraan/hari/1 arah untuk jalan satu arah atau 2 arah terpisah.


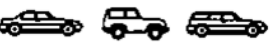









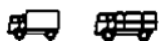






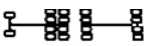
Analisis volume lalu lintas didasarkan pada survei yang diperoleh dari :

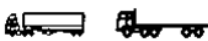
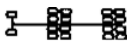



1. Survei lalu lintas, dengan durasi minimal 7x24 jam. Survei dapat dilakukan secara manual mengacu pada Pedoman Survei Pencacahan Lalu Lintas (Pd T-19-2004-B) atau menggunakan peralatan dengan pendekatan yang sama.
2. Hasil-hasil survei lalu lintas sebelumnya.

d. Jenis Kendaraan

Sistem klasifikasi kendaraan dinyatakan dalam Pedoman *Survey* Pencacahan Lalu Lintas (Pd T-19-2004-B). Beban gandar kendaraan penumpang dan kendaraan ringan sampai sedang cukup kecil sehingga tidak berpotensi menimbulkan kerusakan struktural pada perkerasan. Hanya kendaraan niaga dengan jumlah roda enam atau lebih yang perlu diperhitungkan dalam analisis.

Tabel 2.22 Golongan Kelompok Jenis Kendaraan

Golongan	Kelompok Jenis Kendaraan	Jenis Kendaraan	Konfigurasi Sumbu	Kode
1	Sepeda motor, kendaraan roda-3			
2	Sedan, <i>jeep</i> , <i>station wagon</i>			1.1
3	Angkutan penumpang sedang			1.1
4	Pick up, micro truk dan mobil hantaran			1.1
5a	Bus kecil			1.1
5b	Bus besar			1.2
6a	Truk ringan 2 sumbu			1.1
6b	Truk sedang 2 sumbu			1.2
7a	Truk 3 sumbu			1.2.2
7b	Truk gandengan			1.2.2 - 2.2

7c	Truk semitrailer			1.2.2.2.2
8	Kendaraan tidak bermotor	  		

Sumber : Pd-19-2004-B

e. Lalu Lintas Harian Rata-Rata dan Lintas Ekuivalen

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

Lintas Ekuivalen dapat dibedakan atas :

1. Lintas Ekuivalen Permulaan (LEP) pada saat jalan tersebut dibuka, dihitung dengan rumus sebagai berikut :

$$LEP = \sum_{j=1}^n LHR_j \times C_j \times E_j \quad (2.57)$$

Keterangan :

LEP = Lintas Ekuivalen Permulaan

$C_j$  = Koefisien distribusi kendaraan pada lajur rencana

$E_j$  = Angka ekuivalen beban sumbu untuk satu jenis kendaraan

LHR = Lalu Lintas Harian Rata-rata

2. Lintas Ekuivalen Akhir (LEA) adalah besarnya lintas ekuivalen pada saat jalan tersebut membutuhkan perbaikan secara struktural, dihitung dengan rumus sebagai berikut :

$$LEA = \sum_{j=1}^n LHR_j (1+i)^{UR} x C_j x E_j \quad (2.58)$$

Keterangan :

LEA = Lintas Ekivalen Akhir

$C_j$  = Koefisien distribusi kendaraan pada lajur rencana

$E_j$  = Angka ekivalen beban sumbu untuk satu jenis kendaraan

LHR = Lalu Lintas Harian Rata-rata

UR = Umur Rencana jalan

$i$  = Faktor pertumbuhan lalu lintas selama umur rencana

3. Lintas Ekivalen Tengah (LET), dihitung dengan rumus sebagai berikut

:

$$LET = \frac{1}{2} x (LEP+LEA) \quad (2.59)$$

Keterangan :

LET = Lintas Ekivalen Tengah

LEP = Lintas Ekvalen Permulaan

LEA = Lintas Ekivalen Akhir

4. Lintas Ekivalen Rencana (LER), dihitung dengan rumus sebagai berikut :

$$LER = LET x FP \quad (2.60)$$

$$FP = UR/10 \quad (2.61)$$

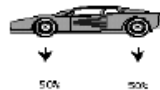




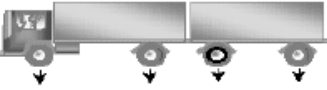
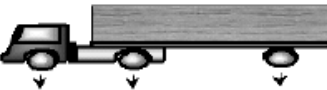
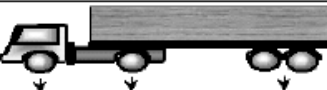
Keterangan :

LER = Lintas Ekuivalen Rencana

FP = Faktor Penyesuaian

UR = Umur Rencana

Tabel 2.23 Distribusi Beban Sumbu dari Berbagai Jenis Kendaraan

Konfigurasi Sumbu dan Type	Berat Kosong (Ton)	Berat Muatan Maksimum (Ton)	Berat Total Maksimum (Ton)	UE 10 KSAJ KOSONG	UE 18 KSAJ MANSIRED	
1.1 HP	1.5	0.5	2	0.0001	0.0004	
1.2 BUS	3	6	9	0.0037	0.3006	
1.2L Truck	2.3	6	8.3	0.0013	0.2174	
1.2H Truck	4.2	14	18.2	0.0143	5.0264	
1.22 Truck	5	20	25	0.0044	2.7416	
1.2+2.2 Trailer	6.4	25	31.4	0.0085	4.9283	
1.2-2 Trailer	6.2	20	26.2	0.0192	6.1179	
1.2-22 Trailer	10	32	42	0.0327	10.183	

Sumber : Bina Marga 1983



#### 2.7.4 Daya Dukung tanah Dasar (DDT) dan (CBR)

Penentuan nilai CBR dapat dibagi atas segmen-segmen jalan, di mana setiap segmen mempunyai satu nilai CBR yang mewakili daya dukung tanah dasar dan dipergunakan untuk tebal perkerasan dari segmen tersebut. (Sukirman, 1999:116)

Nilai CBR segmen dapat ditentukan dengan persamaan :

$$CBR_{\text{segmen}} = CBR_{\text{rata-rata}} - (CBR_{\text{maks}} - CBR_{\text{min}})/R \quad ( 2.62 )$$

Di mana nilai R tergantung dari jumlah data yang terdapat dalam 1 segmen.

Besarnya nilai R dapat dilihat dalam tabel 2.29.

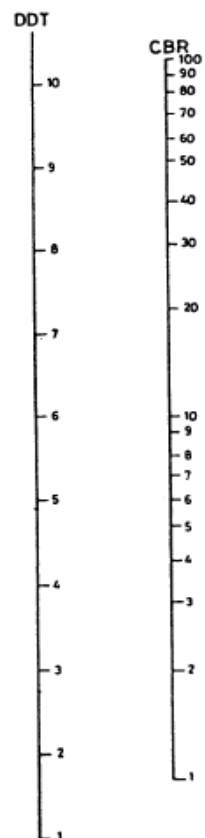
Tabel 2.24 Nilai R untuk Perhitungan CBR Segmen

Jumlah Titik Pengamatan	Nilai R
2	1,41
3	1,91
4	2,24
5	2,48
6	2,67
7	2,83
8	2,96
9	3,08
>10	3,18

Sumber : Silvia Sukirman, 1999

Daya Dukung Tanah Dasar (DDT) ditetapkan berdasarkan grafik korelasi. Yang dimaksud dengan harga CBR disini adalah harga CBR lapangan atau CBR laboratorium. Harga yang mewakili dari sejumlah harga CBR yang dilaporkan, ditentukan sebagai berikut :

- a. Tentukan harga CBR terendah.
- b. Tentukan berapa banyak harga dari masing-masing nilai CBR yang sama dan lebih besar dari masing-masing nilai CBR.
- c. Angka jumlah terbanyak dinyatakan sebagai 100%. Jumlah lainnya merupakan persentase dari 100%.
- d. Dibuat grafik hubungan antara harga CBR dan persentase jumlah tadi.
- e. Nilai CBR yang mewakili adalah yang didapat dari angka persentase 90%.



Gambar 2.8 Korelasi DDT dan CBR

(Sumber : SKBI 2.3.26.1987)

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

### 2.7.5 Faktor Regional

Faktor regional berguna untuk memperhatikan keadaan lapangan mencakup permeabilitas tanah, pelengkap drainase, bentuk alinyemen serta persentase kendaraan dengan berat 13 ton, dan kendaraan yang berhenti, sedangkan keadaan iklim mencakup curah hujan rata-rata per tahun.

Faktor Regional hanya dipengaruhi oleh bentuk alinyemen (kelandaian dan tikungan), persentase kendaraan berat yang berhenti serta iklim (curah hujan) sebagai berikut :

Tabel 2.25 Faktor Regional (FR)

	Kelandaian I (<6%)		Kelandaian II (6-10%)		Kelandaian III (>10%)	
	% kendaraan berat		% kendaraan berat		% kendaraan berat	
	≤ 30%	>30%	≤ 30%	>30%	≤ 30%	>30%
Iklim I<900mm/th	0,5	1,0-1,5	1,0	1,5-2,0	1,5	2,0-2,5
Iklim I>900mm/th	1,5	2,0-2,5	2,0	2,5-3,0	2,5	3,0-3,5

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.

Sumber : SKBI 2.3.26.1987

### 2.7.6 Indeks Permukaan (IP)

Indeks permukaan ini menyatakan nilai daripada kerataan/kehalusan serta kekokohan permukaan yang bertalian dengan tingkat pelayanan bagi lalu lintas yang lewat. Adapun beberapa nilai IP beserta artinya adalah seperti yang tersebut di bawah ini :

- IP = 1,0 Adalah menyatakan permukaan jalan dalam keadaan rusak berat sehingga sangat mengganggu lalu lintas kendaraan.
- IP = 1,5 Adalah tingkat pelayanan terendah yang masih mungkin (jalan tidak terputus).
- IP = 2,0 Adalah tingkat pelayanan rendah bagi jalan yang masih mantap.
- IP = 2,5 Adalah menyatakan permukaan jalan yang masih cukup stabil dan baik.

Dalam menentukan indeks permukaan (IP) pada akhir umur rencana, perlu dipertimbangkan faktor-faktor klarifikasi fungsional jalan dan jumlah lintas ekuivalen rencana (LER), menurut daftar di bawah ini :

Tabel 2.26 Indeks Permukaan Pada Akhir Umur Rencana (IP)

LER *)	Klasifikasi Jalan			
	Lokal	Kolektor	Arteri	Tol
< 10	1,0-1,5	1,5	1,5-2	-
10 – 100	1,5	1,5-2,0	2,0	-
100 – 1000	1,5-2,0	2,0	2,0-2,5	-
>1000	-	2,0-2,5	2,5	2,5

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

Sumber : SKBI 2.3.26.1987

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

Dalam menentukan indeks permukaan pada awal umur rencana ( $IP_0$ ) perlu diperhatikan jenis lapis permukaan jalan pada awal umur rencana, sebagai berikut:

Tabel 2.27 Indeks permukaan pada awal umur rencana ( $IP_0$ )

Jenis Permukaan	$IP_0$	Roughness* (mm/km)
LASTON	$\geq 4$	$\leq 1000$
	3,9-3,5	$>1000$
LASBUTAG	3,9-3,5	$\leq 2000$
	3,4-3,0	$>2000$
HRA	3,9-3,5	$\leq 2000$
	3,4-3,0	$>2000$
BURDA	3,9-3,5	$<2000$
BURTU	3,4-3,0	$<2000$
LAPEN	3,4-3,0	$\leq 3000$
	2,9-2,5	$>3000$
LATASBUM	2,9-2,5	
BURAS	2,9-2,5	
LATASIR	2,9-2,5	
JALAN TANAH	$\leq 2,4$	
JALAN KERIKIL	$\leq 2,4$	

Sumber : SKBI 2.3.26.1987

### 2.7.7 Koefisien Kekuatan Relatif (a)

Koefisien kekuatan relatif (a) masing-masing bahan dan kegunaannya sebagai lapis permukaan, pondasi, pondasi bawah, ditentukan secara kolerasi sesuai nilai

marshall test (untuk bahan dengan aspal), kuat tekan (untuk bahan yang di stabilisasi dengan semen atau kapur), atau CBR (untuk bahan lapis pondasi bawah).

Tabel 2.28 Koefisien Kekuatan Relatif (a)

Koef. Kekuatan Relatif			Kekuatan Bahan			Jenis Bahan
a1	a2	a3	MS (kg)	Kt (kg/cm)	CBR (%)	
0,40			744			Laston
0,35			590			
0,35			454			
0,30			340			
0,35			744			Lasbutang
0,31			590			
0,28			454			
0,26			340			
0,30			340			HRA
0,26			340			Aspal Macadam
0,25						Lapen (mekanis)
0,20						Lapen (manual)
	0,28		590			Laston Atas
	0,26		454			
	0,24		340			
	0,23					Lapen (mekanis)
	0,19					Lapen (manual)
	0,15			22		Slab Tanah dengan Semen
	0,13			18		
	0,15			22		Slab Tanah dengan Kapur
	0,13			18		
	0,14				100	Batu Pecah (Kelas A)
	0,13				80	Batu Pecah (Kelas B)

Koef. Kekuatan Relatif			Kekuatan Bahan			Jenis Bahan
a1	a2	a3	MS (kg)	Kt (kg/cm)	CBR (%)	
	0,12				60	Batu Pecah (Kelas C)
		0,13			70	Sirtun/pitrun (kelas A)
		0,12			50	Sirtun/pitrun (kelas B)
		0,11			30	Sirtun/pitrun (kelas C)
		0,10			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.

### 2.7.8 Batas- Batas Minimum Tabel Lapis Perkerasan

#### 1. Lapisan Permukaan

Tabel 2.29 Lapisan Permukaan

ITP	Tebal Minimum (cm)	Bahan
<3,00	5	Lapis pelindung (buras/burtu/burda)
3,00-6,70	5	Lapen/Aspal Macadam,HRA,Lasbutag,Laston
6,71-7,49	7,5	Lapen/Aspal Macadam,HRA,Lasbutag,Laston
7,50-9,00	7,5	Lasbutag,Laston
$\geq 10,00$	10	Laston

Sumber : SKBI 2.3.26.1987

## 2. Lapisan Pondasi Atas

Tabel 2.30 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*) 10	Batu pecah, stabilitas tanah dengan semen, stabilitas tanah dengan kapur
7,50-9,99	20 15	Batu pecah, stabilitas tanah dengan semen, stabilitas tanah dengan kapur, pondasi macadam laston atas
10,00-12,24	20	Batu pecah, stabilitas tanah dengan semen, stabilitas tanah dengan kapur, pondasi macadam laston atas
≥ 12,25	25	Batu pecah, stabilitas tanah dengan semen, stabilitas tanah dengan kapur, pondasi macadam laston atas

Sumber : SKBI 2.3.26.1987

## 3. Lapis Pondasi Bawah :

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

**2.7.9 Analisa Komponen Pekerjaan**

Perhitungan perencanaan ini didasarkan pada kekuatan relatif masing-masing lapisan perkerasan jangka panjang, di mana penentuan tebal perkerasan dinyatakan oleh ITP (Indeks Tebal Perkerasan), dengan rumus sebagai berikut :

$$ITP = a_1D_1 + a_2D_2 + a_3D_3 \quad ( 2.63 )$$

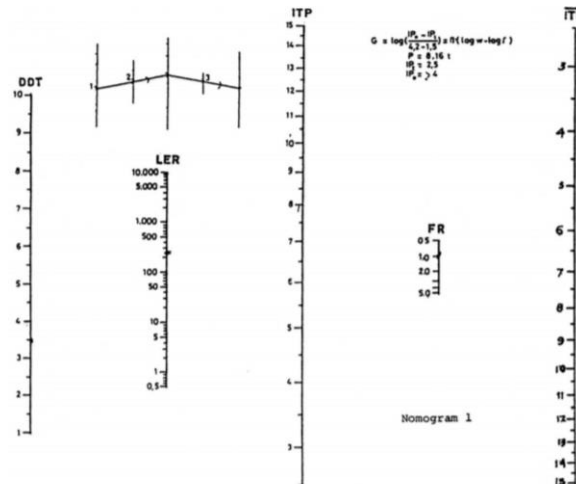
Keterangan :

$a_1, a_2, a_3$  = koefisien kekuatan relatif bahan perkerasan



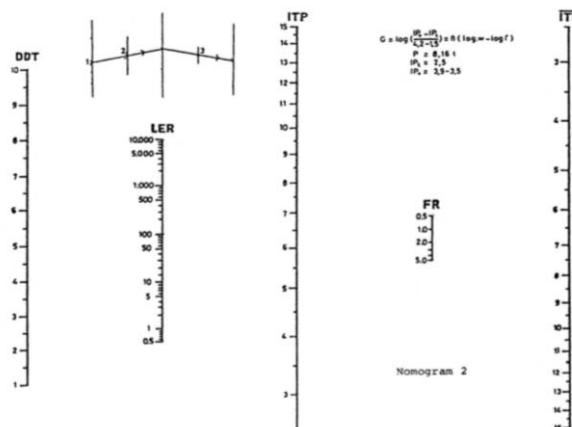
$D_1, D_2, D_3$  = tebal masing-masing lapis perkerasan (cm)

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



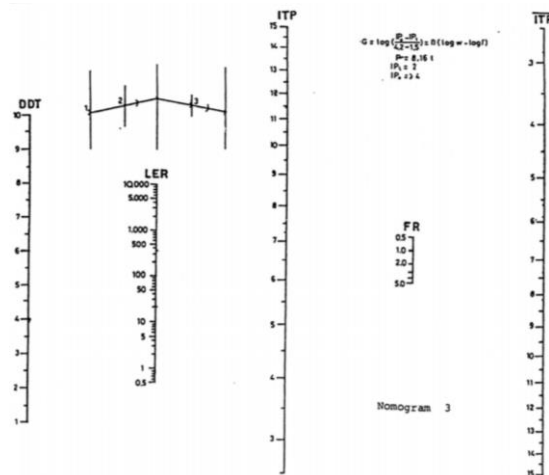
Gambar 2.9 Nomogram 1 dengan  $IP_t = 2,5$  dan  $IP_o \geq 4$

(Sumber : SKBI 2.3.26.1987)

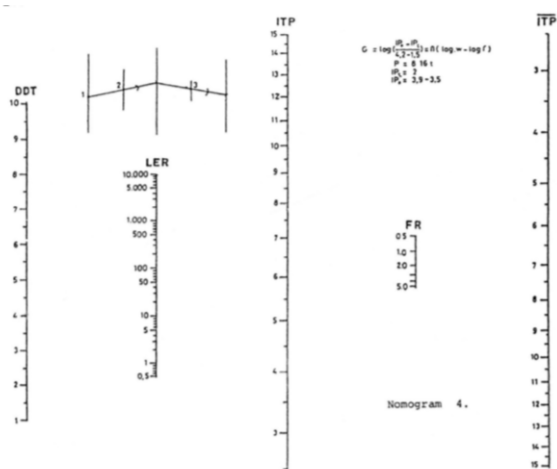


Gambar 2.10 Nomogram 2 dengan  $IP_t = 2,5$  dan  $IP_o = 3,9 - 3,5$

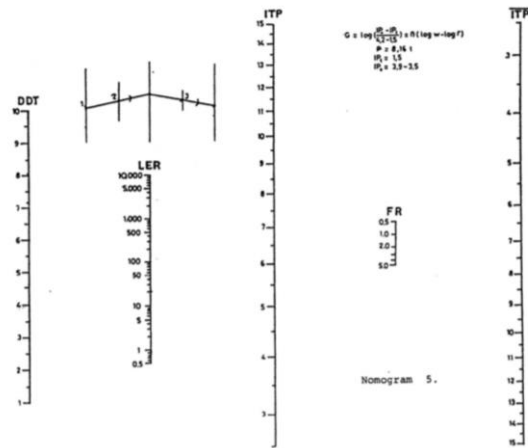
(Sumber : SKBI 2.3.26.1987)



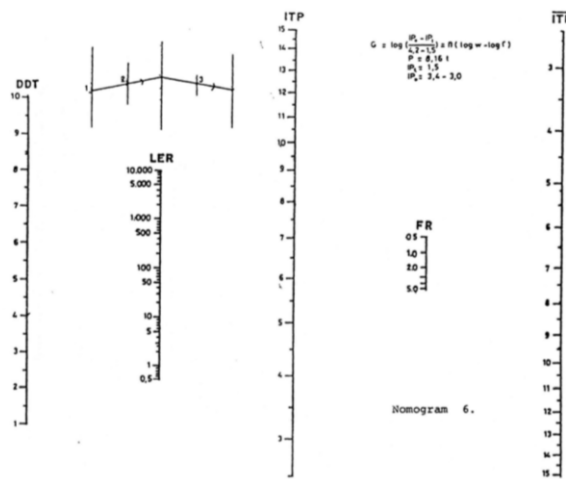
Gambar 2.11 Nomogram 3 dengan  $IP_t = 2$  dan  $IP_o \geq 4$   
(Sumber : SKBI 2.3.26.1987)



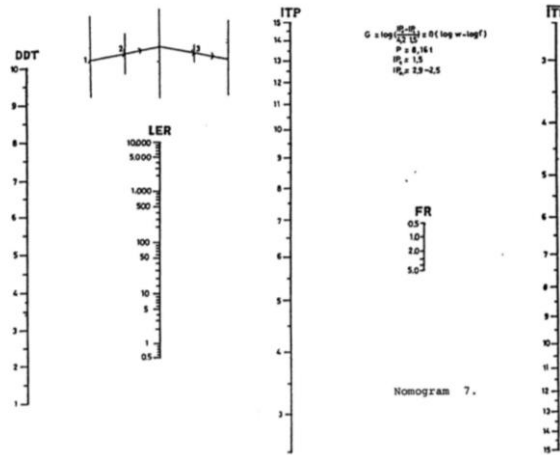
Gambar 2.12 Nomogram 4 dengan  $IP_t = 2$  dan  $IP_o = 3,9 - 3,5$   
(Sumber : SKBI 2.3.26.1987)



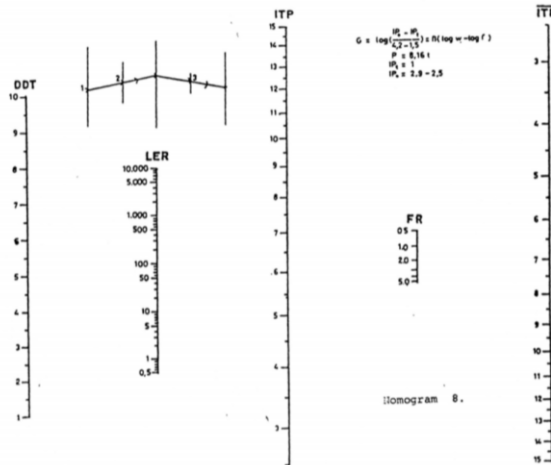
Gambar 2.13 Nomogram 5 dengan  $IP_t = 1,5$  dan  $IPO = 3,9 - 3,5$   
(Sumber : SKBI 2.3.26.1987)



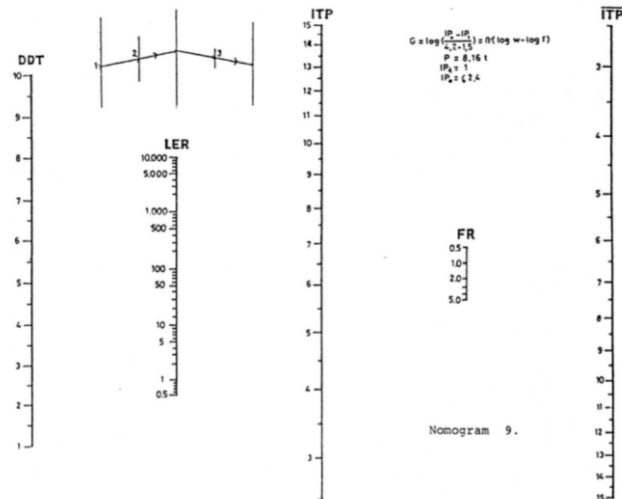
Gambar 2.14 Nomogram 6 dengan  $IP_t = 1,5$  dan  $IPO = 3,4 - 3,0$   
(Sumber : SKBI 2.3.26.1987)



Gambar 2.15 Nomogram 7 dengan  $IP_t = 1,5$  dan  $IP_o = 2,9 - 2,5$   
 (Sumber : SKBI 2.3.26.1987)



Gambar 2.16 Nomogram 8 dengan  $IP_t = 1$  dan  $IP_o = 2,9 - 2,5$   
 (Sumber : SKBI 2.3.26.1987)



Gambar 2.17 Nomogram 9 dengan  $IPt = 1$  dan  $IPo \leq 2,4$   
(Sumber : SKBI 2.3.26.1987)

## 2.8 Perencanaan drainase

Drainase yang berasal dari Bahasa Inggris drainage mempunyai arti mengalirkan, menguras, membuang, atau mengalihkan air. Drainase pada umumnya didefinisikan sebagai suatu tindakan teknis untuk mengurangi air, baik berasal dari air hujan, maupun kelebihan air irigasi dari satu Kawasan/lahan, sehingga fungsi Kawasan/lahan tidak terganggu

Drainase dapat juga diartikan sebagai usaha untuk mengontrol kualitas air tanah dalam kaitannya dengan salinitas. Jadi, drainase menyangkut tidak hanya air permukaan tapi juga air tanah. (Suripin, 2004)

Dasar dari perencanaan drainase pada Jalan Kadungora – leles yaitu dengan mengumpulkan data-data curah hujan maksimum pada stasiun hujan yang terdekat dengan lokasi proyek.

Dalam praktek pencarian data curah hujan sering ditemui data yang tidak lengkap, ketidaklengkapan tersebut disebabkan beberapa hal, diantaranya karena

kerusakan alat, kelalaian petugas, penggantian alat dan pengrusakan akibat banyak hal. Oleh sebab itu untuk memperkirakan besarnya data yang hilang, harus diperhatikan pula pola penyebaran hujan pada stasiun yang bersangkutan maupun stasiun-stasiun sekitarnya.

### 2.8.1 Metode Menentukan Curah Hujan

#### a. Metode Rata-rata Aljabar

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

$$R = \frac{1}{n} (R_1 + R_2 + \dots + R_n) \dots\dots\dots (3.46)$$

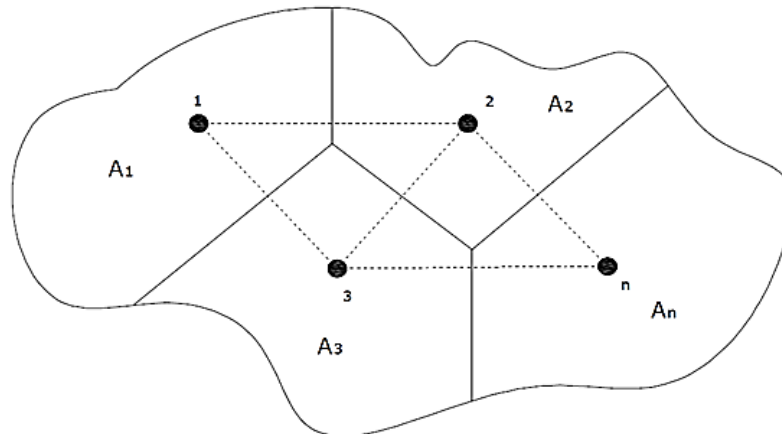
Keterangan:

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



Gambar 2.18 *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.

$$P = \frac{P_1 A_1 + P_2 A_2 + P_3 A_3 + \dots + P_n A_n}{A_1 + A_2 + A_3 + \dots + A_n} = \frac{\sum_{i=1}^n P_i A_i}{\sum_{i=1}^n A_i} \dots \dots \dots (3.47)$$

Keterangan:

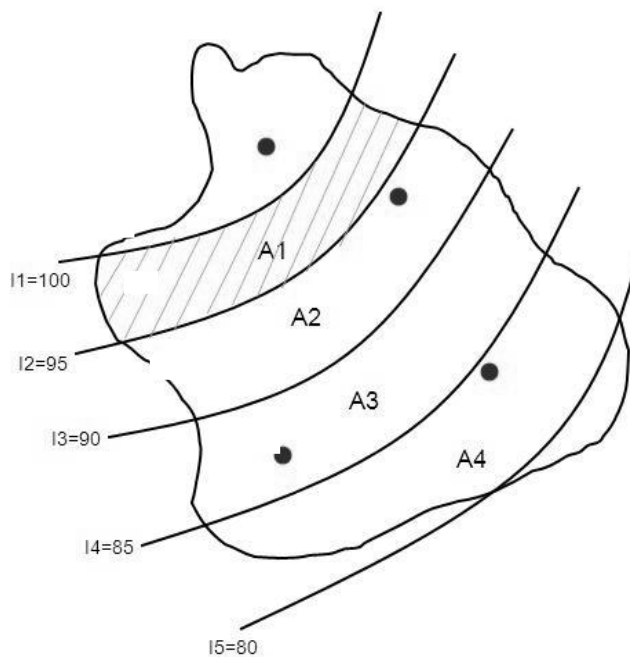
P = Curah hujan kawasan, (mm)

$P_1, P_2, \dots, P_n$  = Curah hujan masing-masing stasiun, (mm)

$A_1, A_2, \dots, A_n$  = Luasan area polygon, ( $\text{km}^2$ )

### c. Metode Isohyet

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



Gambar 2.19 Metode Ishoyet

$$\bar{R} = \frac{\sum_{i=1}^n A_i \frac{I_i + I_{i+1}}{2}}{\sum_{i=1}^n A_i} \dots\dots\dots (3.48)$$

atau

$$\bar{R} = \frac{A_1 \frac{I_1 + I_2}{2} + A_2 \frac{I_2 + I_3}{2} + \dots + A_n \frac{I_n + I_{n+1}}{2}}{A_1 + A_2 + \dots + A_n} \dots\dots\dots (3.49)$$

Keterangan:

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

I = garis isohyet

A = Luas area dibatasi poligon, (km<sup>2</sup>)



### 2.8.2 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 berdasarkan pada sifat statistik data kejadian yang telah lalu untuk memperoleh probabilitas besaran hujan dimasa yang akan datang masih sama dengan sifat statistik kejadian hujan masa lalu.

Analisis frekuensi dapat menggunakan beberapa macam distribusi. Parameter pemilihan jenis distribusi dapat dilihat pada Tabel 2.31.

Tabel 2.31 Parameter Pemilihan Jenis Distribusi

Jenis Sebaran	Kriteria
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	$C_s \leq 1,1396$
	$C_k \leq 5,4002$
Normal	$C_s = 0$
	$C_k = 3$

Sumber: Suripin, 2004

- a. Analisis frekuensi untuk Distribusi Gumble
  - Hujan Rata-rata ( $\bar{X}$ )

$$\bar{X} = \frac{\sum Xi}{n} \quad (2.67)$$

Keterangan :

$X$  = Nilai rata-rata varian (mm)

$X_i$  = Nilai varian ke  $i$  (mm)

$N$  = Jumlah tahun pencatatan hujan

- Deviasi Standar (STDEV)

$$STDEV = \sqrt{\frac{\sum (Xi - \bar{X})^2}{n - 1}} \quad (2.68)$$

Keterangan :

STDEV = Standar deviasi

$\bar{X}$  = Nilai rata-rata varian (mm)

$X_i$  = Nilai varian ke  $i$  (mm)

$N$  = Jumlah tahun pencatatan data hujan

- Koefisien Variasi (Cv)

$$Cv = \frac{STDEV}{\bar{X}} \quad (2.69)$$

Keterangan :

Cv = Koefisien variasi

$\bar{X}$  = Nilai rata-rata varian (mm)

STDEV = Standar deviasi

- Koefisien Skewness (Cs)

$$Cs = \frac{n \sum (Xi - \bar{X})^3}{(n - 1)(n - 2)STDEV^3} \quad (2.70)$$

Keterangan :

Cs	=	Koefisien Skewness	
Xi	=	Nilai variasi ke i	(mm)
$\bar{X}$	=	Nilai rata-rata varian	(mm)
N	=	Jumlah tahun pencatatan data hujan	
STDEV	=	Standar deviasi	

- Koefisien Kurtosis (Ck)

$$Ck = \frac{1}{n} \frac{\sum (Xi - \bar{X})^4}{STDEV^4} \quad (2.71)$$

Keterangan :

Ck	=	Koefisien Kurtosis	
Xi	=	Nilai variasi ke i	(mm)
$\bar{X}$	=	Nilai rata-rata varian	(mm)
N	=	Jumlah tahun pencatatan data hujan	
STDEV	=	Standar deviasi	

$$- X_T = \bar{X} + \frac{Y_{Tr} - Y_n}{S_n} \cdot STDEV \quad (2.72)$$

$$- X_T = \bar{X} + K \cdot STDEV \quad (2.73)$$

$$- Y_{Tr} = -In \left[ In \frac{T_r}{T_r - 1} \right] \quad (2.74)$$

Keterangan :

$X_T$	=	Curah hujan/intensitas hujan pada periode tertentu
$Y_{Tr}$	=	Faktor In dari $T_r$
$Y_n$	=	Nilai $Y_n$ ( <i>reduce mean factor</i> )
Sn	=	Nilai Sn ( <i>reduce standard deviation</i> )
$T_r$	=	Tahun periode ulangan

$\bar{X}$  = Nilai rata-rata hitungan varian

STDEV = Deviasi standar nilai varian

K = Faktor probabilitas, nilai  $K = Y_{Tr} - \frac{Yn}{Sn}$

b. Analisis frekuensi untuk Log Person Tipe III

- Hujan Rata-rata ( $\bar{X}$ )

$$\log \bar{X} = \frac{\sum \log Xi}{n} \quad (2.75)$$

Keterangan :

$X$  = Nilai rata-rata varian (mm)

$X_i$  = Nilai varian ke  $i$  (mm)

$N$  = Jumlah tahun pencatatan hujan

- Standar Deviasi

$$STDEV = \sqrt{\frac{\sum (\log Xi - \log \bar{X})^2}{n - 1}} \quad (2.76)$$

Keterangan :

STDEV = Standar deviasi

$\bar{X}$  = Nilai rata-rata varian (mm)

$X_i$  = Nilai varian ke  $i$  (mm)

$N$  = Jumlah tahun pencatatan data hujan

- Koefisien Skewness ( $C_s$ )

$$C_s = \frac{n \sum (\log (Xi) - \log (\bar{X}))^3}{(n - 1)(n - 2)STDEV^3} \quad (2.77)$$

Keterangan :

$C_s$  = Koefisien Skewness

Log Xi = Nilai variasi ke i (mm)

$\log \bar{X}$  = Nilai rata-rata varian (mm)

N = Jumlah tahun pencatatan data hujan

STDEV = Standar deviasi

- Koefisien Variasi (Cv)

$$Cv = \frac{STDEV}{\log \bar{X}} \quad (2.78)$$

Keterangan :

Cv = Koefisien variasi

$\log \bar{X}$  = Nilai rata-rata varian (mm)

STDEV = Standar deviasi

$$- \log(X_T) = \log \bar{X} + K_T \cdot STDEV \quad (2.79)$$

$$- X_T = 10^{(\log \bar{X} + K_T \cdot STDEV)} \quad (2.80)$$

Keterangan :

$\log(X_T)$  = Curah hujan/intensitas hujan pada periode tertentu

Tr = Tahun periode ulang

STDEV = Deviasi standar nilai varian

$K_T$  = Variabel standar tergantung pada Cs dan G (pada tabel 2.45)

- c. Analisis frekuensi untuk Log Normal

- Hujan Rata-rata ( $\bar{X}$ )

$$\log \bar{X} = \frac{\sum \log Xi}{n} \quad (2.81)$$

Keterangan :

X = Nilai rata-rata varian (mm)

$X_i$  = Nilai varian ke  $i$  (mm)

$N$  = Jumlah tahun pencatatan hujan

- Standar Deviasi

$$STDEV = \sqrt{\frac{\sum(\log X_i - \log \bar{X})^2}{n - 1}} \quad (2.82)$$

Keterangan :

STDEV = Standar deviasi

$\bar{X}$  = Nilai rata-rata varian (mm)

$X_i$  = Nilai varian ke  $i$  (mm)

$N$  = Jumlah tahun pencatatan data hujan

• Koefisien Skewness ( $C_s$ )

$$C_s = \frac{n \sum(\log(X_i) - \log(\bar{X}))^3}{(n - 1)(n - 2)STDEV^3} \quad (2.83)$$

Keterangan :

$C_s$  = Koefisien Skewness

Log  $X_i$  = Nilai variasi ke  $i$  (mm)

$\log \bar{X}$  = Nilai rata-rata varian (mm)

$N$  = Jumlah tahun pencatatan data hujan

STDEV = Standar deviasi

• Koefisien Variasi ( $C_v$ )

$$C_v = \frac{STDEV}{\log \bar{X}} \quad (2.84)$$

Keterangan :

$C_v$  = Koefisien variasi

$\log \bar{X}$  = Nilai rata-rata varian (mm)

STDEV = Standar devias

$$- \quad \text{Log}(X_T) = \log(\bar{X}) + K \cdot \text{STDEV} \quad (2.85)$$

$$- \quad X_T = 10^{(\log(\bar{X}) + K \cdot \text{STDEV})} \quad (2.86)$$

Keterangan :

$X_T$  = Curah hujan/intensitas hujan pada periode (mm)  
tertentu

K = Variabel reduksi gauss (pada tabel 2.41)

d. Distribusi Normal

$$X_T = \bar{X} + K_T \cdot \text{STDEV} \quad (2.87)$$

Keterangan :

$X_T$  = Curah hujan/intensitas hujan pada periode  
tertentu

$\bar{X}$  = Nilai rata-rata hitungan varian

STDEV = Deviasi standar nilai varian

$K_T$  = Variabel reduksi gauss (pada tabel 2.41)

Tabel 2.32 Variabel Distribusi 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

Periode Ulang	Peluang	$K_T$
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 : Dr.Ir. Suripin, M.Eng, 2004*



Tabel 2.33 Nilai Yn

n	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
10	0,4952	0,4996	0,5035	0,5070	0,5100	0,5128	0,5157	0,5181	0,5202	0,5220
20	0,5225	0,5252	0,5268	0,5283	0,5296	0,5309	0,5320	0,5332	0,5343	0,5353
30	0,5362	0,5371	0,5380	0,5388	0,5402	0,5402	0,5410	0,5418	0,5424	0,5432
40	0,5436	0,5422	0,5448	0,5453	0,5458	0,5483	0,5468	0,5473	0,5477	0,5481
50	0,5485	0,5489	0,5493	0,5497	0,5501	0,5501	0,5508	0,5511	0,5519	0,5518
60	0,5521	0,5534	0,5527	0,5530	0,5533	0,5533	0,5538	0,5540	0,5543	0,5545
70	0,5548	0,5552	0,5555	0,5555	0,5557	0,5559	0,5561	0,5563	0,5565	0,5567
80	0,5569	0,5570	0,5572	0,5574	0,5576	0,5578	0,5580	0,5581	0,5583	0,5585
90	0,5586	0,5587	0,5589	0,5591	0,5592	0,5593	0,5595	0,5596	0,5598	0,5599
100	0,5600	0,5602	0,5603	0,5604	0,5606	0,5607	0,5608	0,5609	0,5610	0,5611

Sumber : Dr.Ir. Suripin, M.Eng, 2004

Tabel 2.34 Nilai Sn

n	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
10	0,9496	0,9676	0,9833	0,9971	1,0095	1,0206	1,0316	1,0411	1,0493	1,0565
20	1,0628	1,0698	1,0811	1,0811	1,0864	1,0915	1,0961	1,1004	1,1047	1,1086
30	1,1124	1,1159	1,1159	1,1226	1,1225	1,1285	1,1313	1,1339	1,1363	1,1388
40	1,1413	1,1436	1,1436	1,1480	1,1499	1,1519	1,1538	1,1557	1,1574	1,1590
50	1,1607	1,1623	1,1623	1,1858	1,1667	1,1681	1,1696	1,1708	1,1721	1,1734
60	1,1747	1,1759	1,1759	1,1782	1,1793	1,1803	1,1814	1,1824	1,1834	1,1844
70	1,1859	1,1863	1,1863	1,1881	1,1890	1,1898	1,1906	1,1915	1,1923	1,1930
80	1,1938	1,1945	1,1945	1,1959	1,1967	1,1973	1,1980	1,1980	1,1994	1,2001
90	1,2007	1,2013	1,2013	1,2026	1,2032	1,2038	1,2044	1,2049	1,2055	1,2060
100	1,2065	1,2069	1,2073	1,2077	1,2081	1,2084	1,2087	1,2090	1,2093	1,2096

*Sumber : Dr.Ir. Suripin, M.Eng, 2004*

Tabel 2.35 Nilai YTr

Periode Ulang Tr (Tahun)	Nilai YTr	Periode Ulang Tr (Tahun)	Nilai YTr
2	0,3668	100	4,6012
5	1,5004	200	5,2969
10	2,2510	250	5,5206
20	2,9709	500	6,2149
25	3,1993	1000	6,9087
50	3,9028	5000	8,5188
75	4,3117	10000	9,2121

*Sumber : Dr.Ir. Suripin, M.Eng, 2004*

Tabel 2.36 Distribusi Log Person Tipe III untuk Koefisien Skewness (Cs)

Cs	Waktu Balik (Tahun)														
	1,01	1,05	1,11	1,25	1,667	2	2,5	5	10	20	25	50	100	200	1000
	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	-0,196	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

Cs	Waktu Balik (Tahun)														
	1,01	1,05	1,11	1,25	1,667	2	2,5	5	10	20	25	50	100	200	1000
	Peluang (%)														
	99	95	90	80	60	50	40	20	10	5	4	2	1	0,5	0,1
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

Cs	Waktu Balik (Tahun)														
	1,01	1,05	1,11	1,25	1,667	2	2,5	5	10	20	25	50	100	200	1000
	Peluang (%)														
	99	95	90	80	60	50	40	20	10	5	4	2	1	0,5	0,1
-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

Cs	Waktu Balik (Tahun)														
	1,01	1,05	1,11	1,25	1,667	2	2,5	5	10	20	25	50	100	200	1000
	Peluang (%)														
	99	95	90	80	60	50	40	20	10	5	4	2	1	0,5	0,1
-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	0,969	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	0,802	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

Sumber : Dr.Ir. Suripin, M.Eng, 2004

### 2.8.3 Pengujian Kecocokan Fungsi Distribusi

a. Uji Chi-Square

Uji Chi-Square dimaksudkan untuk menentukan apakah persamaan distribusi yang akan dipilih dapat mewakili distribusi statistik sampel data yang dianalisis didasarkan pada jumlah pengamatan yang diharapkan pada pembagian kelas dan ditentukan terhadap jumlah data pengamatan yang terbaca didalam kelas tersebut. Analisa dapat diterima jika nilai  $\text{Chi}^2$  terhitung  $< \text{Chi}^2$  kritis. Dapat dihitung dengan rumus berikut :

$$K = 1 + 3,322x\log(n) \quad (2.88)$$

$$Dk = K - (p + 1) \quad (2.89)$$

$$\text{Chi}^2 = \sum_{i=1}^n \frac{(\text{Of} - \text{Ef})^2}{\text{Ef}} \quad (2.90)$$

Keterangan :

$\text{Chi}^2$  = Parameter chi-kuadrat terhitung

$\text{Ef}$  = Frekuensi yang diharapkan sesuai dengan pembagian kelasnya

$\text{Of}$  = Frekuensi yang diamati pada kelas yang sama

$N$  = Jumlah sub kelompok

$Dk$  = Derajat kebebasan

$P$  = Untuk distribusi normal = 2

Untuk distribusi gumbel = 1

$K$  = Jumlah kelas distribusi

Tabel 2.37 Harga Kritis Chi-Square

dk	$\alpha$ 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



dk	$\alpha$ derajat kepercayaan							
	0,995	0,99	0,975	0,95	0,05	0,025	0,01	0,005
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	6,6250000	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	10,9820000	12,3380000	33,9240000	36,7810000	40,2890000	42,7960000
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	36,4150000	39,3640000	42,9800000	45,5580000

dk	$\alpha$ derajat kepercayaan							
	0,995	0,99	0,975	0,95	0,05	0,025	0,01	0,005
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 : *Dr.Ir. Suripin, M.Eng, 2004*

➤ **Smirnov-Kolmogorov**

Uji kecocokan smirno- kolgomorov sering disebut juga uji kecocokan non parametik, karena pengujiannya tidak menggunakan fungsi distribusi tertentu. Smirnov-Kolmogorov ini membandingkan Perbedaan maksimum yang dihitung ( $D_{maks}$ ) dengan perbedaan kritis ( $D_{cr}$ ), jika  $D_{maks} < D_{cr}$  maka sebaran sesuai dan dapat diterima. Dapat dihitung dengan

dihitung dengan rumus berikut :

$$P = \frac{m}{n + 1} \times 100\% \quad ( 2.91 )$$

Keterangan :

P = Probabilitas (%)

M = Nomor urut data dari seri data yang telah disusun

n = Banyaknya data

Tabel 2.38 Nilai Kritis Do

N	$\alpha$ (derajat kepercayaan)			
	20%	10%	5%	1%
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

N	$\alpha$ (derajat kepercayaan)			
	20%	10%	5%	1%
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 : Dr.Ir. Suripin, M.Eng, 2004

#### 2.8.4 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.

Menentukan Intensitas Hujan dengan menggunakan metode mononobe Rumus ini digunakan apabila data hujan jangka pendek tidak tersedia, yang ada hanya data hujan harian, maka intensitas hujan dapat dihitung sebagai berikut:

$$I = \frac{R_{24}}{24} \left( \frac{24}{t} \right)^{\frac{2}{3}} \dots\dots\dots (3.67)$$

Keterangan:

I = Intensitas hujan, (mm/jam)

t = Lamanya hujan, (jam)

$R_{24}$  = Tinggi hujan maksimum dalam 24 jam, (mm)

Sebaran hujan jam-jaman model mononobe sebagai berikut :

$$R_T = \left\{ \frac{R_{24}}{t} \right\} \left\{ \frac{t}{T} \right\}^{\frac{2}{3}} \dots\dots\dots (3.68)$$

Keterangan:.

$R_T$  = Intensitas hujan rata-rata dalam T jam, (mm/jam)

$R_T$  = Curah hujan efektif dalam satu hari, (mm)

T = Waktu mulai hujan, (jam)

t = Waktu konsentrasi hujan, (jam)

(untuk Indonesia 6 jam)

$$R_t = (t \times R_T) - ((t - 1) \times (R_T - 1)) \dots\dots\dots (3.69)$$

Keterangan:

$R_t$  = Persentase hujan rata-rata (dalam t jam)

### 2.8.5 Menentukan Debit 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.

$$Q = \frac{1}{36} CxIx A \dots\dots\dots (3.70)$$

Keterangan:

Q = Debit aliran, (m<sup>3</sup>/det)

C = Koefisien pengaliran

I = Intensitas hujan, (mm/jam)

A = Luas daerah pengaliran, (km<sup>2</sup>)

### 2.8.6 Menentukan Waktu Konsentrasi (Tc)

Waktu konsentrasi adalah waktu terpanjang yang dibutuhkan untuk seluruh daerah layanan dalam menyalurkan aliran air secara simultan (*runoff*) setelah melewati titik-titik tertentu. Waktu konsentrasi untuk saluran terbuka dihitung dengan rumus dibawah ini :

$$t_c = t_1 + t_2 \quad (2.96)$$

$$t_1 = \left( \frac{2}{3} \times 3,28 \times I_0 \times \frac{nd}{\sqrt{i_s}} \right)^{0,167} \quad (2.97)$$

$$t_2 = \frac{L}{60 \times V} \quad (2.98)$$

Keterangan :

$t_c$  = Waktu konsentrasi (menit)

$t_1$  = Waktu untuk mencapai awal saluran dari titik terjauh (menit)

$t_2$  = Waktu aliran dalam saluran sepanjang L dari ujung saluran (menit)

$L_0$  = Jarak titik terjauh ke fasilitas drainase (m)

L = Panjang saluran (m)

Nd = Koefisien hambatan

- $i_s$  = Kemiringan saluran memanjang
- $V$  = Kecepatan maksimum aliran pada saluran drainase (m/detik)

Tabel 2.39 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: Anonim, 2006

Tabel 2.40 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
6 sampai < 10	1,5
10 sampai < 15	2,4

Sumber: Hasmar, Halim 2011

Tabel 2.41 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 2.42 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



No	Kondisi Lapisan Permukaan	Nd
7	Hutan rimbun dan hutan gundul rapat dengan hamparan rumput jarang sampai rapat	0,8

Sumber: Desain Drainase dan Bangunan Pelengkap

### 2.8.7 Menentukan Koefisien Pengaliran

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

$$C = \frac{C_1A_1 + C_2A_2 + \dots + C_nA_n \cdot fk}{A_1 + A_2 + \dots + A_n} \quad (2.99)$$

Keterangan :

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

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

Fk = Faktor limpasan sesuai guna lahan

Tabel 2.43 Hubungan Kondisi Permukaan Tanah dan Koefisien Pengaliran (C)

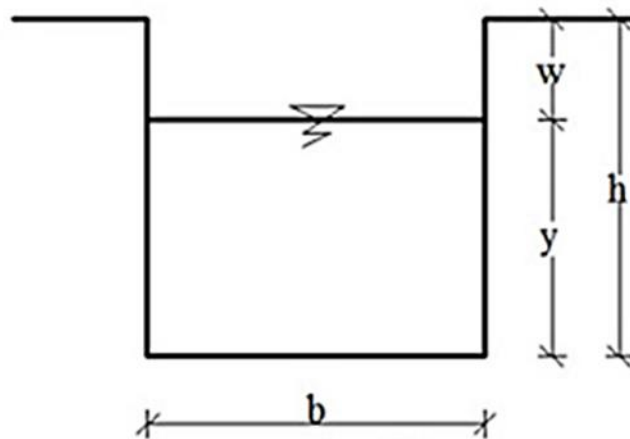
No	Kondisi Permukaan Tanah	Koefisien pengaliran (C)*	Faktor Limpasan (fk)
1	Jalan beton dan jalan aspal	0,70 – 0,95	-
2	Jalan kerikil dan jalan tanah	0,40 – 0,70	-
3	Bahu jalan:		-
	- Tanah berbutir halus	0,40 – 0,65	-

No	Kondisi Permukaan Tanah	Koefisien pengaliran ( C )*	Faktor Limpasan (fk)
	- 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: Desain Drainase dan Bangunan Pelengkap

### 2.8.8 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 2.20 Potongan Melintang Model Persegi

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

Rumus :

$$F = bxh \quad (2.100)$$

$$P = b + 2h \quad (2.101)$$

$$R = \frac{bxh}{b + 2h} \quad (2.102)$$

$$V = \frac{1}{n} x R^{\frac{2}{3}} x I^{\frac{1}{2}} \quad (2.103)$$

$$Q_s = FxV \quad (2.104)$$

Keterangan :

F	= Luas penampang basah	(m <sup>2</sup> )
P	= Keliling basah	(m)
R	= Jari-jari hidrolis	(m)
V	= Kecepatan aliran	(m/det)
N	= Koefisien kekasaran manning	

I = Kemiringan saluran yang diijinkan

Qs = Debit (m<sup>3</sup>/det)

Tabel 2.44 Angka Kekasaran Manning (n)

No	Tipe saluran	Baik sekali	Baik	Sedang	Jelek
<b>Saluran Buatan</b>					
1	Saluran tanah, lurus teratur	0,017	0,020	0,023	0,025
2	Saluran tanah yang dibuat dengan excavator	0,023	0,028	0,030	0,040
3	Saluran pada dinding batuan, lurus, teratur	0,020	0,030	0,033	0,035
4	Saluran pada dinding batuan, tidak lurus, tidak teratur	0,035	0,040	0,045	0,045
5	Saluran batuan yang dibedakan ada tumbuh-tumbuhan	0,025	0,030	0,035	0,040
6	Dasar saluran dari tanah, sisi saluran berbatu	0,028	0,030	0,033	0,035
7	Saluran lengkung, dengan kecepatan aliran rendah	0,020	0,020	0,025	0,030
<b>Saluran Alam</b>					
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

No	Tipe saluran	Baik sekali	Baik	Sedang	Jelek
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. 11, 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
<b>Saluran Buatan, Beton, atau Batu Kali</b>					
16	Saluran pasangan batu, tanpa penyelesaian	0,025	0,030	0,033	0,035
17	Seperti no.16, tapi dengan penyelesaian	0,017	0,020	0,025	0,030
18	Saluran beton	0,014	0,016	0,019	0,021
19	Saluran beton halus dan rata	0,010	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-02-2006-B

### 2.8.9 Kemiringan Melintang Perkerasan dan Bahu Jalan

Kemiringan melintang harus memenuhi ketentuan yang diuraikan sebagai berikut :

1. Daerah jalan yang datar dan lurus
  - a) Kemiringan perkerasan dan bahu jalan mulai dari tengah perkerasan (as jalan) menurun/melandai ke arah saluran drainase jalan.



Gambar 2.21 Kemiringan Melintang Normal Pada Daerah Datar dan Lurus

(Sumber : Pd. T-02-2006-B)

- b) Besarnya kemiringan bahu jalan diambil 2% lebih besar daripada kemiringan permukaan jalan.
- c) Kemiringan melintang normal pada perkerasan jalan dapat dilihat pada tabel berikut :

Tabel 2.45 Kemiringan Melintang Perkerasan dan Bahu Jalan

No	Jenis Lapisan Perkerasan Jalan	Kemiringan Melintang $i_m$ (%)
1.	Aspal, Beton	2 – 3
2.	Japat (jalan yang dipadatkan)	2 – 4
3.	Kerikil	3 – 6

4.	Tanah	4 – 6
----	-------	-------

Sumber : Pd. T-02-2006-B

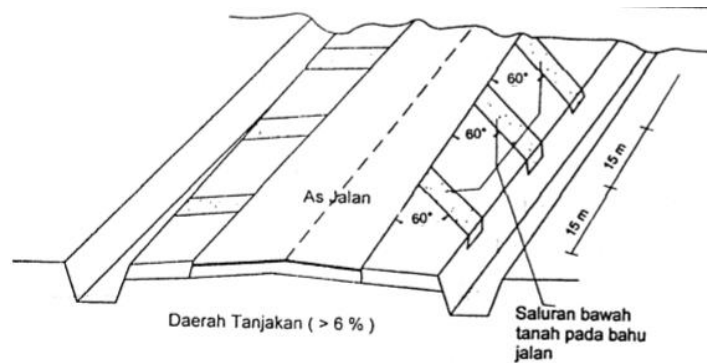
- d) Pada bahu jalan yang terbuat dari tanah lempung atau lanau dan tidak diperkeras, untuk mempercepat pengaliran air hujan agar tidak meresap ke dalam bahu jalan, dibuat saluran-saluran kecil yang melintang bahu jalan.



Gambar 2.22 Drainase Melintang Pada Bahu Jalan

(Sumber : Pd. T-02-2006-B)

2. Daerah yang lurus pada tanjakan atau turunan
  - a) Perlunya dibuat saluran dengan sudut kemiringan  $\pm 60^{\circ}$ - $75^{\circ}$  agar aliran air dapat mengalir ke drainase.
  - b) Untuk menentukan kemiringan perkerasan jalan, gunakan nilai-nilai dari tabel kemiringan melintang perkerasan dan bahu jalan.
  - c) Untuk menghindari perkerasan jalan tidak rusak oleh aliran air hujan, maka pada badan jalan pada jarak tertentu dibuat saluran kecil melintang bahu jalan.

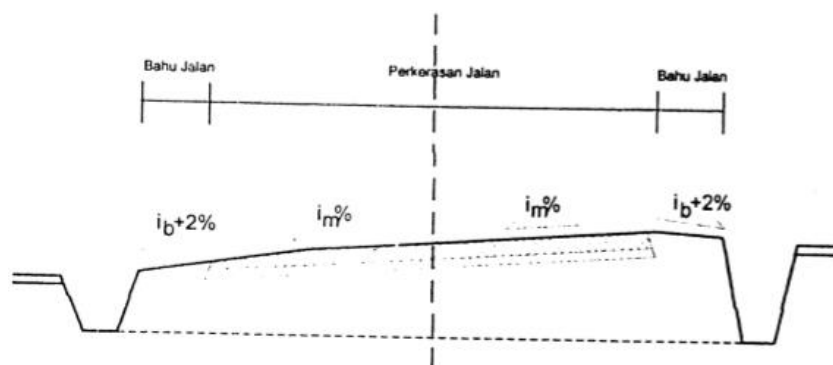


Gambar 2.23 Drainase Bahu Jalan di Daerah Tanjakan/Turunan

(Sumber : Pd. T-02-2006-B)

### 3. Daerah tikungan

- Harus mempertimbangkan kebutuhan kemiringan jalan menurut persyaratan alinyemen horisontal jalan (menurut ketentuan yang berlaku).
- Kemiringan perkerasan jalan harus dimulai dari sisi luar tikungan menurun/melandai ke sisi dalam tikungan.
- Besarnya kemiringan daerah ini ditentukan oleh nilai maksimum kebutuhan kemiringan menurut keperluan drainase.
- Kedalaman saluran di tepi luar jalan pada tikungan harus memperhatikan kesesuaian rencana pengaliran sistem drainase saluran tersebut.



Gambar 2.24 Kemiringan Melintang Pada Daerah Tikungan

(Sumber : Pd. T-02-2006-B)



## 2.9 Rencana Anggaran Biaya (RAB) dan Time Schedule

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:

### 2.9.1 Volume Pekerjaan

#### a. Pekerjaan Persiapan

1. Peninjauan lokasi
2. Pengukuran dan pemasangan patok
3. Pembersihan lokasi dan persiapan alat dan bahan untuk pekerjaan

#### b. Pekerjaan Tanah

1. Galian tanah
2. Timbunan tanah

#### c. Pekerjaan Perkerasan

1. Lapis permukaan (*Surface Course*)

2. Lapis pondasi atas (*Base Course*)
3. Lapis pondasi bawah (*Sub Base Course*)
4. Lapis tanah dasar (*Sub Grade*)

**d. Pekerjaan Drainase**

1. Galian saluran

**2.9.2 Analisa Harga Satuan**

Analisa harga satuan diambil dari Harga Satuan Dasar Upah dan Harga Satuan Bahan serta Biaya Operasi Peralatan Departemen Pekerjaan Umum Kota Tasikmalaya Tahun Anggaran 2018. Berikut merupakan harga dasar satuan yang telah ditentukan:

Tabel 2.46 Harga Dasar Satuan Upah

No	Uraian	Kode	Satuan	Harga yang Digunakan (Rp.)	Harga Satuan (Rp.)	Keterangan
1	Pekerja	(L01)	jam	10,839.29	75,000.00	
2	Tukang	(L02)	jam	12,267.86	85,000.00	
3	Mandor	(L03)	jam	13,696.43	95,000.00	
4	Operator	(L04)	jam	13,696.43	95,000.00	
5	Pembantu Operator	(L05)	jam	10,839.29	75,000.00	
6	Sopir/Driver	(L06)	jam	12,267.86	85,000.00	
7	Pembantu Sopir/Driver	(L07)	jam	10,839.29	75,000.00	
8	Mekanik	(L08)	jam	12,267.86	85,000.00	

No	Uraian	Kode	Satuan	Harga yang Digunakan (Rp.)	Harga Satuan (Rp.)	Keterangan
9	Pembantu Mekanik	(L09)	jam	10,839.29	75,000.00	
10	Kepala Tukang	(L10)	jam	13,696.43	95,000.00	

Sumber: Departemen Pekerjaan Umum Kota Tasikmalaya

Tabel 2.47 Harga Dasar Satuan Bahan

No	Uraian	Kode	Satuan	Harga Satuan (Rp.)	Keterangan
1	Pasir Pasang	M01b	m <sup>3</sup>	142,500.00	
2	Pasir Beton	M01a	m <sup>3</sup>	185,000.00	
3	Pasir Halus (untuk HRS)	M01c	m <sup>3</sup>	170,000.00	
4	Pasir Urug (ada unsur lempung)	M01d	m <sup>3</sup>	82,500.00	
5	Batu Kali	M02	m <sup>3</sup>	142,500.00	
6	Agregat Pecah Kasar		m <sup>3</sup>	114,788.01	
7	Agg. Halus LPA		m <sup>3</sup>	97,647.40	
8	Agregat Lolos # 1 "		m <sup>3</sup>	125,550.68	
9	Lolos screen2 ukuran ( 0 - 5)		m <sup>3</sup>	147,076.02	

No	Uraian	Kode	Satuan	Harga Satuan (Rp.)	Keterangan
10	Lolos screen2 ukuran (5 - 9,5)		m <sup>3</sup>	125,550.68	
11	Lolos screen2 ukuran (9.5 - 19,0)		m <sup>3</sup>	108,330.41	
12	Filler	M05	m <sup>3</sup>	1,120.00	
13	Batu Belah/Kerakal	M06	m <sup>3</sup>	142,500.00	
14	Gravel	M07	m <sup>3</sup>	78,700.00	
15	Bahan Tanah Timbunan	M08	m <sup>3</sup>	125,000.00	
16	Bahan Pilihan	M09	m <sup>3</sup>	25,000.00	
17	Aspal	M10	kg	9,048.39	
18	Kerosen/Minyak Tanah	M11	liter	12,600.00	
19	Semen/PC (50kg)	M12	zak	56,000.00	
20	Semen/PC (kg)	M12	kg	1,120.00	
21	Besi Beton	M13	kg	10,000.00	
22	Kawat Beton	M14	kg	14,000.00	
23	Kawat Bronjong	M15	kg	13,500.00	
24	Sirtu	M16	m <sup>3</sup>	82,500.00	
25	Cat Marka (Non Thermoplas)	M17a	kg	22,500.00	
26	Cat Marka (Thermoplastic)	M17b	kg	27,500.00	

No	Uraian	Kode	Satuan	Harga Satuan (Rp.)	Keterangan
27	Paku	M18	kg	14,000.00	
28	Kayu Perancah	M19	m <sup>3</sup>	2,000,000.00	
29	Bensin	M20	liter	7,800.00	
30	Solar	M21	liter	7,700.00	
31	Minyak Pelumas/ Olie	M22	liter	70,000.00	
32	Plastik Filter	M23	m <sup>2</sup>	6,000.00	
33	Pipa Galvanis Dia. 2.5"	M24	batang	280,000.00	
34	Pipa Porus	M25	m'	40,000.00	
35	Agr.Base Kelas A	M26	m <sup>3</sup>	138,337.01	
36	Agr.Base Kelas B	M27	m <sup>3</sup>	134,363.89	
37	Agr.Base Kelas C	M28	m <sup>3</sup>	151,151.91	
38	Agr.Base Kelas C2	M29	m <sup>3</sup>	0.00	
39	Geotextile	M30	m <sup>2</sup>	27,500.00	
40	Aspal Emulsi	M31	kg	10,250.00	
41	Gebalan Rumput	M32	m <sup>2</sup>	3,500.00	
42	Thinner	M33	liter	21,300.00	
43	Glass Bead	M34	kg	28,600.00	
44	Pelat Rambu (Eng. Grade)	M35a	buah	176,000.00	
45	Pelat Rambu (High I. Grade)	M35b	buah	216,500.00	

No	Uraian	Kode	Satuan	Harga Satuan (Rp.)	Keterangan
46	Rel Pengaman	M36	m'	412,500.00	
47	Beton K-250	M37	m <sup>3</sup>	1,618,879.08	
48	Baja Tulangan (Polos) U24	M39a	kg	10,000.00	
49	Baja Tulangan (Ulir) D32	M39b	kg	18,150.00	
50	Kapur	M40	m <sup>3</sup>	40,000.00	
51	Cat	M42	kg	53,000.00	
52	Plamir		kg	17,000.00	
53	Pemantul Cahaya (Reflector)	M43	buah	12,600.00	
54	Pasir Urug	M44	m <sup>3</sup>	90,000.00	
55	Arbocell	M45	kg.	32,000.00	
56	Baja Bergelombang	M46	kg	12,500.00	
57	Beton K-125	M47	m <sup>3</sup>	765,941.11	
58	Baja Struktur	M48	kg	11,000.00	
59	Tiang Pancang Baja	M49	m'	25,247.37	
60	Tiang Pancang Beton Pratekan	M50	m <sup>3</sup>	423,957.93	
61	Kawat Las	M51	dos	16,000.00	
62	Pipa Baja	M52	kg	15,000.00	

No	Uraian	Kode	Satuan	Harga Satuan (Rp.)	Keterangan
63	Minyak Fluks	M53	liter	6,237.00	
64	Bunker Oil	M54	liter	3,000.00	
65	Asbuton Halus	M55	ton	325,000.00	
66	Baja Prategang	M56	kg	8,000.00	
67	Baja Tulangan (Polos) U32	M57a	kg	18,150.00	
68	Baja Tulangan (Ulir) D39	M39c	kg	18,150.00	
69	Baja Tulangan (Ulir) D48	M39d	kg	18,150.00	
70	PCI Girder L=17m	M58a	buah	86,000,000.00	
71	PCI Girder L=21m	M58b	buah	97,000,000.00	
72	PCI Girder L=26m	M58c	buah	124,000,000.00	
73	PCI Girder L=32m	M58d	buah	157,000,000.00	
74	PCI Girder L=36m	M58e	buah	168,000,000.00	
75	PCI Girder L=41m	M58f	buah	192,000,000.00	
76	Beton K-300	M59	m <sup>3</sup>	1,675,841.87	
77	Beton K-175	M60	m <sup>3</sup>	889,733.37	
78	AC WC	M101	ton	1,082,500.00	
79	HRS	M102	ton	1,167,500.00	
80	AC BC	M103	ton	1,042,500.00	

No	Uraian	Kode	Satuan	Harga Satuan (Rp.)	Keterangan
	ATB		ton	995,000.00	
	Screen Sheet		ton	1,400,000.00	
	Sand Sheet		ton	1,307,500.00	
81	Cerucuk	M61	m	15,000.00	
82	Elastomer	M62	buah	300,000.00	
83	Bahan pengawet: kreosot	M63	liter	5,000.00	
84	Mata Kucing	M64	buah	75,000.00	
85	Anchorage	M65	buah	480,000.00	
86	Anti strpping agent	M66	kg	43,500.00	
87	Bahan Modifikasi	M67	kg	1,000.00	
88	Beton K-500	M68	m <sup>3</sup>	2,225,717.26	
89	Beton K-400	M69	m <sup>3</sup>	2,129,243.61	
90	Beton K-400 (Ready Mix)			v	
91	Ducting (Kabel prestress)	M70	m'	150,000.00	
92	Ducting (Strand prestress)	M71	m'	50,000.00	
93	Beton K-350	M72	m <sup>3</sup>	1,675,841.87	
94	Beton K-350 (Ready Mix)			930,000.00	



No	Uraian	Kode	Satuan	Harga Satuan (Rp.)	Keterangan
95	Multipleks 9 mm	M73	lbr	93,750.00	
96	Elastomer jenis 1	M74a	buah	385,500.00	
97	Elastomer jenis 2	M74b	buah	650,000.00	
98	Elastomer jenis 3	M74c	buah	838,000.00	
99	Expansion Tipe Joint Asphaltic Plug	M75d	m	1,000,000.00	
100	Expansion Join Tipe Rubber	M75e	m	1,200,000.00	
101	Expansion Join Baja Siku	M75f	m	275,000.00	
102	Marmer	M76	buah	400,000.00	
103	Kerb Type A	M77	buah	45,000.00	
104	Paving Block	M78	buah	40,000.00	
105	Mini Timber Pile	M79	buah	27,000.00	
106	Expansion Joint Tipe Torma	M80	m <sup>1</sup>	1,200,000.00	
107	Strip Bearing	M81	buah	229,500.00	
108	Joint Socket Pile 35x35	M82	set	607,500.00	
109	Joint Socket Pile 16x16x16	M83	set	67,500.00	
110	Mikro Pile 16x16x16	M84	m <sup>1</sup>	60,750.00	
111	Matras Concrete	M85	buah	405,000.00	

No	Uraian	Kode	Satuan	Harga Satuan (Rp.)	Keterangan
112	Assetilline	M86	botol	229,500.00	
113	Oxygen	M87	botol	114,750.00	
114	Batu Bara	M88	kg	600.00	
115	Pipa Galvanis Dia 3"	M24a	m	20,000.00	
116	Pipa Galvanis Dia 1,5"	M24b	m	15,000.00	
117	Agregat Pecah Mesin 0-5 mm	M91	m <sup>3</sup>	227,500.00	
118	Agregat Pecah Mesin 5-10 & 10-20 mm	M92	m <sup>3</sup>	218,000.00	
119	Agregat Pecah Mesin 20-30 mm	M93	m <sup>3</sup>	197,500.00	
120	Joint Sealent	M94	kg	9,967.00	
121	Cat Anti Karat	M95	kg	35,750.00	
122	Expansion Cap	M96	m <sup>2</sup>	6,050.00	
123	Polytene 125 mikron	M97	kg	19,250.00	
124	Curing Compound	M98	liter	38,500.00	
125	Kayu Acuan	M99	m <sup>3</sup>	1,500,000.00	
126	Additive	M67a	liter	38,500.00	
127	Casing	M100	m <sup>2</sup>	9,000.00	
128	Pasir Tailing		m <sup>3</sup>	259,000.00	
129	Polimer			45,000.00	

No	Uraian	Kode	Satuan	Harga Satuan (Rp.)	Keterangan
130	Batubara		kg	500.00	
131	Kerb jenis 1		buah	45,000.00	
132	Kerb jenis 2		buah	50,000.00	
133	Kerb jenis 3		buah	55,000.00	
134	Bahan Modifikasi		kg	75,000.00	
135	Aditif anti pengelupasan		kg	60,000.00	
136	Bahan Pengisi (Filler) Tambahan		kg	1,350.00	
137	Asbuton yang diproses		kg	30,000.00	
138	Elastomer Alam		kg	30,000.00	
139	Elastomer Sintesis		kg	30,000.00	
140	- hidup		buah	750,000.00	
141	- mati		buah	400,000.00	
142	- Baja Prategang		kg	8,000.00	
143	Besi Profil		kg	10,018.00	
144	Epoxy Bahan Penutup (sealant)		kg	9,967.00	
145	Aspal Modifikasi		kg	8,000.00	
146	Kanstin Jalan Ukuran 11x20 cm - p=0,50 m' (Std.Bina Marga/Cor)		buah	12,500.00	

No	Uraian	Kode	Satuan	Harga Satuan (Rp.)	Keterangan
147	Kanstin Jalan Ukuran 11x40 cm - p=0,50 m' (Std.Bina Marga/Cor)		buah	15,000.00	
148	Tegel Badak 30 x 30 cm		buah	7,000.00	
149	Tegel Warna 30 x 30 cm Warna		buah	7,000.00	
150	Tegel Badak Tunanetra		buah	5,000.00	
151	Batu Alam Koral Sikat		kg	4,250.00	
152	Plamir		kg	40,000.00	
153	Cat dasar		kg	52,500.00	
154	Cat Penutup		kg	52,500.00	
155	Batu Sikat		kg	4,250.00	
156	HCL		ltr	5,000.00	
157	Keramik 10 x 20 KW I DN Warna (anti selip)		m <sup>2</sup> /Dus	49,400.00	
158	Keramik 30 x 30 KW I DN Warna (anti selip)		m <sup>2</sup> /Dus	45,200.00	
159	Bambu		btg	9,900.00	
160	Multipleks 9 mm		lbr	93,750.00	
161	Balok Kayu Klas II		m <sup>3</sup>	2,500,000.00	
162	Minyak Bekisting		liter	5,000.00	